



Volumen XXXIII No. 2
julio - diciembre 2015

tikalía

ISSN 2221-5964



Tillandsia pruinosa AB149
Copyright Anwyl Bromeliads, 2002

Tillandsia magnusiana AB152
Copyright Anwyl Bromeliads, 2002

CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE



Revista científica de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala



Revista TIKALIA (Volumen XXXIII No. 2-2015. Julio-diciembre) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, catalogada en Latindex (www.latindex.unam.mx) contiene los escritos siguientes:

- “CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE”, de Carlos Orozco Castillo, Héctor Sagastume y Uwe Feldhoff. Este artículo tiene como objetivo general contribuir al desarrollo de metodologías que permitan la propagación de tres especies de tillandsias. Su objetivo específico determinar el efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación de tres especies de tillandsias *in vivo*, a nivel de invernadero.
- “VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO NORESTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”, de Isaac Rodolfo Herrera Ibañez. Este artículo concluye, entre otras cosas, que en la parte baja de la cuenca y en las partes aledañas a los cauces de los ríos Los Ocotes y Canalitos el acuífero es libre, con delgados estratos de gravas aluviales y niveles estáticos someros. Esto establece una vulnerabilidad alta.
- “EL LLAMADO “DESARROLLO SOSTENIBLE” Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA”, de Wener Armando Ochoa. El estudio intenta realizar un acercamiento de manera temática a los aspectos teórico epistemológicos y principios metodológicos del denominado “desarrollo sostenible”, teniendo como hilo conductor su análisis en el marco geográfico de Guatemala y su posible relación con el cambio climático, así como citar algunos casos exitosos en el país que puedan dar luces de la llegada a dicho paradigma en mención y como alternativas frente al cambio climático.
- Finalmente, se incluye una sección que da cabida a varios resúmenes de tesis de las carreras de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola, Ingeniería Agronómica en Recursos Naturales Renovables, e Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.



Revista científica de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala



Vol. XXXIII, No. 2



Guatemala,
Julio - Diciembre 2015

Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Junta Directiva

Ing. Agr. Mario Godínez López	Decano
Ing. Agr. Juan Herrera	Secretario Académico
Dr. Tomás Padilla Cámbara	Vocal I
Ing. Agr. César Linneo García	Vocal II
Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro	Vocal III
P. Agr. Josué Benjamín Boche López	Vocal IV
Mstra. Ruth Curruchich Cumez	Vocal V

Consejo Editorial

Dr. Hugo Cardona Castillo (Presidente)
Pdsta. Dennis Escobar Galicia (Secretario)
Dr. Pablo Prado
MSc. Manuel Martínez Ovalle
Lic. Víctor Muñoz
Br. Camilo José Wolford

Revista *tikalía*
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala
Teléfonos: (502) 2476-9770
Fax: (502) 2476-9770
Correo electrónico: comited.agro@usac.edu.gt

Editor:
Dennis Orlando Escobar Galicia

PRESENTACIÓN

Revista TIKALIA (Volumen XXXIII. No. 2-2015. Julio-diciembre) publicación científica semestral de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, catalogada en Latindex (www.latindex.unam.mx) contiene los escritos siguientes:

“CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE”, de Carlos Orozco Castillo, Héctor Sagastume y Uwe Feldhoff. Este artículo tiene como objetivo general contribuir al desarrollo de metodologías que permitan la propagación de tres especies de *tillandsias*. Su objetivo específico determinar el efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación de tres especies de *tillandsias in vivo*, a nivel de invernadero.

“VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO NOROCCIDENTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA”, de Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez. Este artículo concluye, entre otras cosas, que en la parte baja de la cuenca y en las partes aledañas a los cauces de los ríos Los Ocotes y Canalitos el acuífero es libre, con delgados estratos de gravas aluviales y niveles estáticos someros. Esto establece una vulnerabilidad alta.

“EL LLAMADO “DESARROLLO SOSTENIBLE” Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA”, de Wener Armando Ochoa. El estudio intenta realizar un acercamiento de manera temática a los aspectos teórico epistemológicos y principios metodológicos del denominado “desarrollo sostenible”, teniendo como hilo conductor su análisis en el marco geográfico de Guatemala y su posible relación con el cambio climático, así como citar algunos casos exitosos en el país que puedan dar luces de la llegada a dicho paradigma en mención y como alternativas frente al cambio climático.

Finalmente, se incluye una sección que da cabida a varios resúmenes de tesis de las carreras de Ingeniería Agronómica en Sistemas de Producción Agrícola, Ingeniería Agronómica en Recursos Naturales Renovables, e Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Forestales.

Los editores.

CONTENIDO

- 7 **CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE**

Autores:

Carlos Orozco Castillo
Héctor Sagastume
Uwe Feldhoff

- 39 **VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO NORESTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Autor:

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez

- 57 **EL LLAMADO “DESARROLLO SOSTENIBLE” Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA**

Autor:

Wener Armando Ochoa

- 71 **RESÚMENES DE TESIS**
-

- 95 **Instrucciones para los autores**



CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE

Autores:

Carlos Orozco Castillo¹,
Héctor Sagastume²,
Uwe Feldhoff³

Recibido el 19 de abril de 2016.

Aprobado el 24 de mayo de 2016.

¹Profesor Investigador, Facultad de Agronomía, USAC.

²Investigador, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.

³Gerente General, Empresa Tillandsias del Aire.

RESUMEN

En los últimos años ha aumentado la demanda de las tillandsias, principalmente en Europa, Asia y Estados Unidos de América, abarcando más de 35 diferentes especies. Debido a la demanda existente muchos exportadores que buscan la forma de obtener la mayor cantidad de tillandsias, por lo que se han dado a la tarea de coleccionar directamente de la naturaleza, para obtener plantas madres y seguir el proceso de propagación en invernaderos. Nuestro país exporta anualmente millones de especímenes de flora silvestre al extranjero con fines ornamentales. Entre los años 1994 y 2002 Guatemala exportó en el rubro de flores, plantas, semillas y raíces, 367,292,700 de dólares norteamericanos a diversos países del mundo (Banco de Guatemala, 2005). Entre las especies de mayor demanda se encuentran los “gallitos” (*Tillandsia spp.*) o “Plantas del Aire”, que pertenecen a la familia *Bromeliaceae*, con cerca de 2,000 especies. Esta familia está integrada por tres subfamilias: *Bromeloideae*, *Pitcarnioideae* y *Tillandsioideae*. De ellas, la subfamilia *Tillandsioideae* es la más numerosa con 550 especies descritas, y se distribuyen geográficamente desde el estado de Virginia en los Estados Unidos de América hasta Chile y Argentina (Huertas *et al.*, 1995).

El principal uso actual de las tillandsias es como planta ornamental, sin embargo, existen reportes que en Ecuador se utilizan partes aéreas como antiespasmódico y como medicina para infecciones de los ojos (Ríos y Khan, 1998). Dentro de sus usos medicinales se reporta que las hojas se utilizan en lavados para el reumatismo (Bye, 1985) y como remedio para

la tos y bronquitis, sin reportar que parte de la planta se utiliza (González, 1984).

La mayoría de empresas continúan con la sobrecolecta de la naturaleza para utilizarlas para pié de cría o para cumplir con la demanda extranjera. Otro factor que también amenaza y reduce las poblaciones naturales vulnerables en el país es la destrucción de los bosques por el avance de la frontera agrícola. Las tillandsias actualmente se encuentran incluidas en los listados de especies amenazadas de la CITES (Convenio Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre) el cual, protege a especies comercializadas a nivel mundial (Huertas *et al.*, 1995).

Para continuar con la comercialización de diferentes especies florísticas y, además, manejarlas de forma sustentable, es necesario mejorar los métodos de propagación convencionales *in vivo* (en invernaderos).

El objetivo general de esta investigación fue contribuir al desarrollo de metodologías que permitan la propagación de tres especies de tillandsias. Su objetivo específico fue: a) determinar el efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación de tres especies de tillandsias *in vivo*, a nivel de invernadero.

La metodología, de manera sintética, consistió en evaluar cuatro dosis de bencilaminopurina para la propagación *in vivo* de tres especies de tillandsias.

Al finalizar la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: a) Una metodología desarrollada para la propagación *in vivo* de tres especies de tillandsias en invernadero.

El presente proyecto contribuyó para coadyuvar al uso y manejo sostenible de este recurso natural nativo de la biodiversidad del país, también contribuye a generar y mantener fuentes alternas de trabajo, diversificar la producción agrícola, generar ingresos de divisas, y consecuentemente, el mejoramiento de la calidad de vida del pequeño y mediano productor de tillandsias.

ABSTRACT

In recent years the demand for tillandsias has been increased, mainly in Europe, Asia and the United States, covering more than 35 different species. Due to the demand many exporters are seeking ways to get as much of tillandsias, which have been given the task of collecting directly from nature, for mother plants and follow the process of propagation in greenhouses. Our country annually exports millions of specimens of wild flora abroad for ornamental purposes. Between 1994 and 2002 Guatemala exported in the business of flowers, plants, seeds and roots, 367,292,700 Americans dollars, to various countries (Banco de Guatemala, 2005). Among the species most in demand are the “roosters” (*Tillandsia* spp.) Or “Air Plants”, belonging to the Bromeliad family, with about 2,000 species. This family consists of three subfamilies: Bromeloideae, Pitcarnioideae and Tillandsioideae. Of these, the Tillandsioideae subfamily is the largest with 550 species described, and are distributed from the state of Virginia in the United States of America to Chile and Argentina (Huertas et al., 1995).

The main current use of tillandsias is as an ornamental plant, however, there are reports that in Ecuador aerial parts are used as an antispasmodic and medicine for eye infections (Rivers and Khan, 1998). Among its medicinal uses it is reported that the leaves are used in washes for rheumatism (Bye, 1985) and as a remedy for coughs and bronchitis, without reporting that part of the plant (Gonzalez, 1984) is used.

Most companies continue to over collect from nature to use them for breeding or to meet foreign demand. Another factor that also reduces threat

and vulnerable natural populations in the country is the destruction of forests by the advance of the agricultural frontier. Tillandsias are currently included in the lists of endangered species CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) which protects species traded globally (Huertas et al., 1995).

To continue the commercialization of different flower species and also manage them in a sustainable way, it is necessary to improve conventional methods of propagation *in vivo* (in greenhouses).

The overall objective of the project was to contribute to the development of methodologies for the spread of three species of tillandsias. Its specific objective was to: a) determine the effect of benzylaminopurine (BAP) on the spread of three species of *in vivo* tillandsias at the level of emissions.

The methodology synthetically, was to evaluate four doses of BAP for propagation *in vivo* of three tillandsias species.

At the end of the investigation the following results were obtained: a) A methodology developed for propagation *in vivo* of three tillandsias at the greenhouse level.

This project helped to contribute to the sustainable use and management of this native natural resource of the country's biodiversity also helps to build and maintain alternative sources of work, diversify agricultural production, generate foreign exchange earnings, and consequently improving quality of life of small and medium producers of tillandsias.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala existe una alta demanda de las plantas denominados “gallitos” (*Tillandsia* sp.) o “plantas del aire”; son un tipo de plantas epífitas, que crecen en asociación sobre árboles como: encinos, pinos y otras coníferas. Son plantas lampiñas, cubiertas de escamitas blancas, fruto capsular, alargado dehiscente en tres valvas, que almacenan agua en pequeños bulbos en vez de una roseta basal. Necesitan sol y sustratos ligeros. Generalmente crecen sobre árboles y rocas. Son originarias de América tropical y subtropical (México, Brasil y República Dominicana). Pueden estar tanto en interiores como en exteriores. Se adaptan muy bien a la luz, incluso la luz solar directa. Necesitan riego (sin encharcar) y mojar las hojas dos o tres veces por semana y fertilizante mensual durante el verano (Ríos y Khan, 1998).

Las tillandsias pertenecen a la familia *Bromeliaceae*, con cerca de 2,000 especies. Esta familia está integrada por tres subfamilias: *Bromeloideae*, *Pitcarnioideae* y *Tillandsioideae*. De ellas, la subfamilia *Tillandsioideae* es la más numerosa con 550 especies descritas. Se distribuyen geográficamente desde el estado de Virginia en los Estados Unidos de América hasta Chile y Argentina (Huertas *et al.*, 1995).

El atractivo de estas plantas se debe a que tienen formas muy peculiares, son fáciles de cuidar, no requieren de tierra, maceta, ni mucha humedad y se facilita su transporte. Estas plantas pueden aguantar semanas sin ser regadas o rociadas y en algunas especies los períodos de sequía y humedad alterna, provocan enrollamiento de las hojas, dándoles apariencia “rizada” muy vistosa (Huertas *et al.*, 1995).

Las tillandsias, en su época de floración, nutren a especies de aves, como por ejemplo el colibrí, y a la vez, éstas aves son alimento para otras aves, como por ejemplo el Halcón Pigmeo, de tal manera que al desaparecer estas especies de plantas, están desapareciendo también otras especies de la biodiversidad del país. Las tillandsias almacenan agua, lo que permite que dentro de ellas vivan larvas de insectos, que utilizan las ranas arborícolas para su alimento y estas, a su vez, sirven de alimento a los tecolotes. Esto refleja una perspectiva de impacto ecológico e importancia del proyecto que aquí se presenta (Feldhoff, 2005).

En los últimos años estas plantas han aumentado de popularidad, principalmente en Europa, Asia y Estados Unidos de América, abarcando más de 35 diferentes especies. Las exportaciones reportadas por la Ventanilla Única (CONAP) de tillandsias asciende a más de 25,000 plantas anuales por especie. Los países de mayor importación de dichas especies son: Alemania, Estados Unidos de América, Italia, Holanda, Austria, Bélgica y México. Guatemala se ha constituido en uno de los principales exportadores de estas plantas (Huertas *et al.*, 1995).

Guatemala es uno de los pocos países, a nivel mundial, que comercializa las tillandsias. Guatemala exporta anualmente millones de especímenes de flora silvestre al extranjero con fines ornamentales. Entre los años 1994 y 2002 Guatemala exportó, en el rubro de flores, plantas, semillas y raíces, 367,292,700 de dólares norteamericanos a diversos países del mundo (Banco de Guatemala, 2005). Entre las especies de mayor demanda se encuentran los “gallitos” (*Tillandsia* spp.) o “Plantas del Aire”. Guatemala cuenta con 72 especies del género *Tillandsia*, de las cuales alrededor de 30 son comerciales.

Materiales y métodos

Para continuar con la comercialización de las diferentes especies de tillandsias y manejarlas de forma sustentable, es necesario mejorar los métodos de propagación convencionales (*in vivo*, en invernaderos) para lo cual es necesario hacer algún tipo de investigación básica. Este proyecto es la fase inicial del trabajo que se hizo para tal fin.

Material vegetal

Se utilizaron tres especies de tillandsias, que fueron las siguientes:

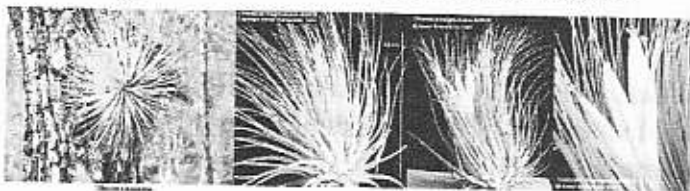
- *Tillandsia pruinosa*.
- *Tillandsia magnusiana*.
- *Tillandsia streptophylla*.

Imagen 1. Plantas de *Tillandsia pruinosa*.



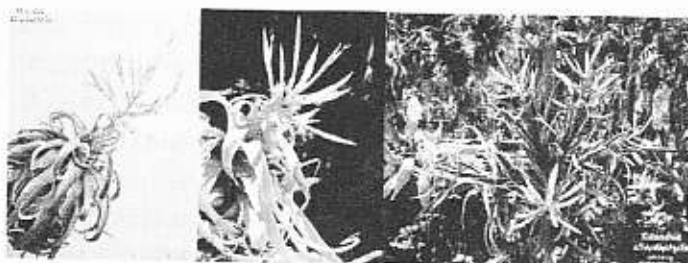
Fuente: Tomado de www.nisc.co.za

Imagen 2. Plantas de *Tillandsia magnusiana*.



Fuente: Tomado de www.nisc.co.za

Imagen 3. Plantas de *Tillandsia streptophylla*.



Fuente: Tomado de www.nisc.co.za

Tratamientos

Experimentos en invernadero

- A. Se seleccionaron 40 plantas por tratamiento, por cada especie. Todas ellas de características uniformes en peso y número de hojas. Se aceptó una diferencia en peso de ± 1.5 gramos.

- B. En cada planta se seleccionaron únicamente 10 hojas, con su respectivo meristemo. Las plantas tenían, en promedio, 12 hojas, por lo que se descartaron dos hojas superiores.
- C. Se procedió a decapitar (con tratamiento químico) todas las plantas para uniformizar su crecimiento. Antes de aplicar el químico la planta permaneció, previamente, 24 horas sin riego. Después de la decapitación la planta permaneció 48 horas sin riego. Posteriormente, se aplicó riego, tres veces por semana, a todos los tratamientos.
- D. Catorce días después, se empezó el tratamiento para estimular el crecimiento de los meristemos, con aplicaciones de cuatro dosis de bencilaminopurina (BAP). Las dosis evaluadas se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Dosis de BAP evaluadas *in vivo*, según tratamiento.

Tratamiento	Dosis de BAP (mg/L.)
1	0 (testigo)
2	5
3	10
4	15

Fuente: FODECYT 04-2006.

- E. Los tratamientos se aplicaron tres veces por semana, a la misma hora, durante seis semanas consecutivas. Al tratamiento 1 únicamente se le aplicó agua.

- F. Todos los tratamientos se abonaron con un fertilizante foliar. La fertilización se hizo tres veces por semana al mismo tiempo que se hizo la aplicación del riego.
- G. Las variables de respuesta en éste experimento fueron las siguientes:
- Número de brotes.
 - Altura de brotes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los experimentos y la discusión de los mismos.

Propagación *in vivo*

Esta investigación se realizó en dos fases: la primera consistió en una etapa de estímulo floral para la posterior decapitación y de ésta manera estimular a la planta a emitir brotes laterales, y una segunda fase, que se refiere a la etapa de inducción del crecimiento de las yemas laterales, donde se evaluó el efecto de la bencilaminopurina en las tres especies de tillandsias, siendo éstas: *Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla*. Los resultados se analizaron separadamente por cada especie.

Para la inducción de la floración se utilizó etileno en su nombre comercial Ethrel. Esto fue utilizado con la finalidad de que las tillandsias se prepararan, biológicamente, para producir hijuelos, por medio de su proceso

biológico normal, que consiste en que después de producir la espiga floral, la planta estimula las yemas laterales para el crecimiento de hijuelos, por lo que si se desea que la planta esté en condiciones de emitir brotes laterales antes de su ciclo normal, se tiene que utilizar el etileno.

Se aplicó el etileno durante tres días, en los cuales no se aplicó riego. Esto con la finalidad de que la planta sufriera de leves quemaduras y así se llegara a un estado de estrés, por lo que la planta se vio obligada a emitir la espiga floral. Durante esta etapa no se aplicó fertilizante foliar, debido a que la planta estuvo pasando por una etapa de estrés y la misma no estaba en la disponibilidad de asimilarlos, además, el fertilizante se aplicó diluido en riego y en esta etapa no estaba indicado.

La variedad que mayor estrés sufrió, al momento de la aplicación del etileno, fue la *Tillandsia magnusiana*. El tiempo a floración, después de aplicado el etileno, fue de un mes, presentándose una floración uniforme en todas las especies de tillandsias en evaluación. Fue entonces cuando se le eliminó manualmente la espiga floral que estaba en crecimiento, con la finalidad de que la planta no desperdiciara nutrientes en floración.

Cabe mencionar que si no se lleva a cabo la decapitación, es más tardado el proceso de crecimiento de los meristemos. El escoger plantas que hayan emitido la espiga floral anteriormente hace que la flor se desarrolle en los meristemos laterales causando deformaciones.

A las 28 semanas después del inicio de las aplicaciones de BAP se hicieron las evaluaciones de los tratamientos. A continuación se presentan los resultados por especie y por variable de respuesta.

Tillandsia magnusiana

A. Número de brotes

En los cuadros 1 y 2 se presentan el análisis de varianza y prueba de Duncan para la variable de respuesta número de brotes emitidos por la planta. En los mismos se observa que hubo diferencias significativas. En el caso de la *Tillandsia magnusiana*, se considera que el mejor tratamiento fue 15 mg/L. de BAP, con él se consiguió un mayor número de brotes después del corte de la planta madre, superando en 56% al testigo y en 25% al segundo mejor tratamiento (cuadro 5). Los tratamientos de 5 mg/L. y el testigo no presentaron diferencias estadísticamente. El promedio de 17.2 brotes por planta, indica el alto potencial que ésta planta tiene para ser explotada comercialmente, o bien para reintroducirla en su hábitat. Sin embargo, el alto número de brotes hace que los mismos salgan débiles y de poco tamaño, pero esto no es un inconveniente, debido a la alta recuperación de los mismos en las mesas de cultivo. En la gráfica 1, se puede apreciar que existe una tendencia a que a mayor dosis de BAP se producen más brotes, por lo que se recomienda evaluar dosis más altas que 15 mg/L. de BAP, pues existe la posibilidad potencial de mejorar los resultados encontrados en esta investigación.

Cuadro 1. ANDEVA para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	F Tabulado (5%)
Tratamientos	3	908.47	302.8233	16.80*	3.24
Error	16	288.448	18.028		
Total	19	1196.918			

Coefficiente de variación = 39%

* = diferencia significativa al 5%

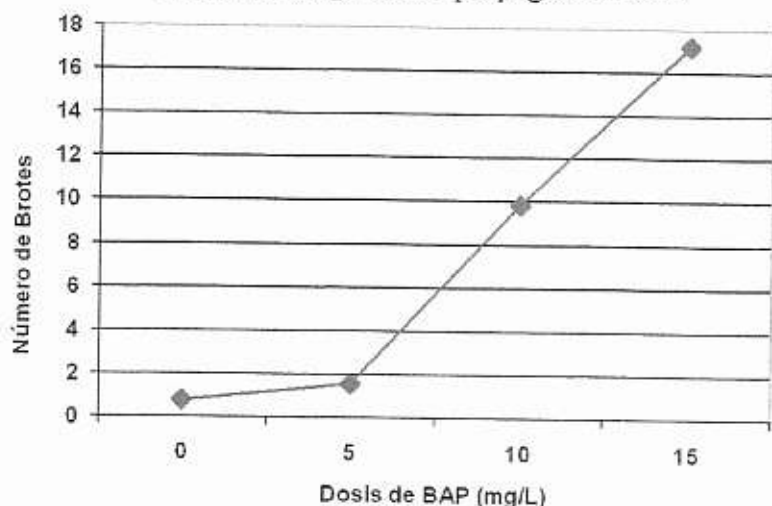
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 2. Prueba de Duncan para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*

Tratamiento (mg/L de BAP)	Número de Brotes	Prueba de Duncan (al 5%)
15	17.2	a
10	9.8	b
5	1.5	c
0	0.7	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 1. Número de brotes según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

B. Altura de brotes

En los cuadros 3 y 4, se presentan el análisis de varianza y la prueba de Duncan para la variable de respuesta altura de brotes emitidos por la planta. En el mismo se observa que hubo diferencias significativas entre tratamientos pues el valor de F calculado (4.48) es mayor que el valor de la F tabulada (3.24). El mejor tratamiento fue el de 5 mg/L, siendo el resto iguales entre sí (cuadro 7). A pesar de que el tratamiento de 15 mg/L fue el que tuvo la media más baja, se considera como una segunda opción pues no existe diferencias significativas entre todos los tratamientos (excluyendo al de 5 mg/L). En el caso de la *Tillandsia magnusiana*, a

partir de dos centímetros, se considera que una planta no dependerá de la planta madre y se dice que es apta para que siga su crecimiento en las mesas de cultivo con un adecuado plan de fertilización hasta que lleguen al punto de exportación. Como la media del tratamiento con 15 mg/L supera los dos centímetros, se le sigue considerando como una buena opción para producir hijuelos, debido a que lo que interesa en este estudio es aumentar la cantidad de brotes en cada planta. En la gráfica 2 se puede observar que existe una clara tendencia de que mientras más BAP sea aplicado mayor es la disminución en la altura de los brotes.

Cuadro 3. ANDEVA para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada (5%)
Tratamientos	3	4.6626	1.5542	4.48*	3.24
Error	16	5.5504	0.3469		
Total	19	10.2130			

Coefficiente de variación = 39%

* = diferencia significativa al 5%

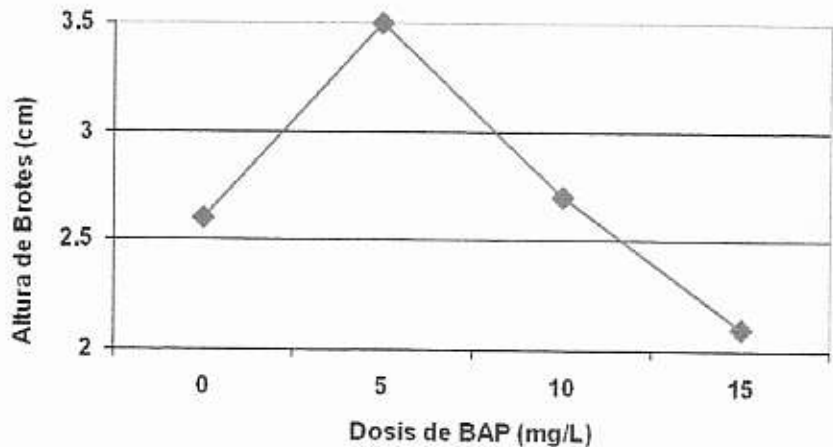
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 4. Prueba de Duncan para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*.

Tratamiento (mg/L de BAP)	Altura de Brotes (cm)	Prueba de Duncan (al 5%)
5	3.5	a
10	2.7	b
0	2.6	b
15	2.1	b

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 2. Altura de brotes según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

Tillandsia pruinosa

A. Número de brotes

El análisis de varianza para la variable de respuesta número de brotes, presentó diferencias significativas entre tratamientos, pues el valor de la F calculada (94.74) es mayor que el valor de la F de tabla (3.24) al 5% de nivel de significancia (cuadro 5). Se considera que el mejor tratamiento fue 15 mg/L. de BAP, pues con él se consiguió un mayor número de brotes supervivientes después del corte de la planta madre, superando en 30% al testigo y en 7% al segundo mejor tratamiento. Los tratamientos de 5 mg/L. y el testigo no presentaron diferencias estadísticamente (cuadro 6). En la gráfica 3 se puede observar una tendencia clara de que a medida que se incrementa la dosis de BAP también se incrementa el número de brotes, por lo que se recomienda evaluar dosis mayores que 15 mg/L. de BAP para establecer hasta donde es posible incrementar el número de brotes.

Cuadro 5. ANDEVA para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada (5%)
Tratamientos	3	67.360	22.4533	94.74*	3.24
Error	16	3.792	0.2370		
Total.	19	71.152			

Coefficiente de variación = 20%

* = diferencia significativa al 5%

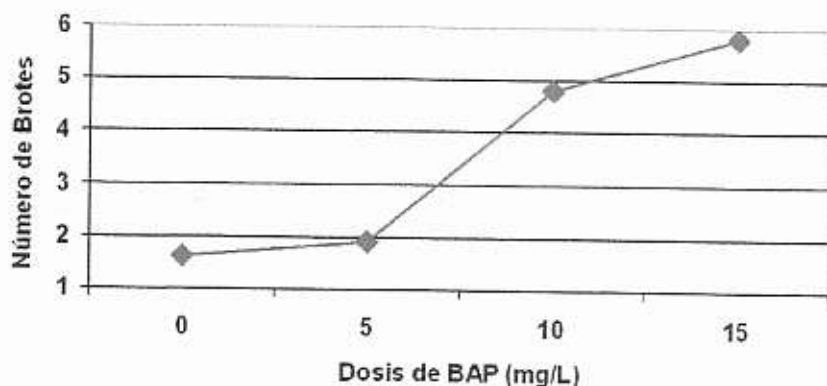
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.

Tratamiento (mg/L de BAP)	Número de Brotes	Prueba de Duncan (al 5%)
15	5.8	a
10	4.8	b
5	1.9	c
0	1.6	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 3. Número de brotes según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

Fotografía 1. Brote de la especie *Tillandsia pruinosa*, con dosis de 10 mg/L. de BAP, propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

B. Altura de brotes

El ANDEVA para la variable altura de brotes, mostró diferencia significativa entre tratamientos a un nivel del 5% (cuadro 7). De acuerdo con la prueba de Duncan al 5% (cuadro 8), el nivel con 0 mg/L. (testigo), presentó la mayor altura de brotes. En segundo lugar le sigue la dosis de 5 mg/L. Estadísticamente las dosis de 10 y 15 mg/L. son iguales entre sí. Al igual que la *Tillandsia magnusiana*, la *Tillandsia pruinosa* logra desarrollarse en mesas de cultivo a partir de los dos centímetros.

El nivel de 15 mg/L. de BAP, aunque fue el que más brotes obtuvo, no alcanzó a llegar a la altura mínima para ser cultivado en las mesas de crecimiento (1.7 cm), por lo que se toma una segunda opción que sería el nivel 10 mg/L. que alcanza los dos centímetros necesarios para su poste-

rior desarrollo. En la gráfica 4 se puede apreciar una tendencia bien clara en cuanto a que a mayor cantidad de BAP aplicada disminuye la altura de los brotes.

Cuadro 7. ANDEVA para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada (5%)
Tratamientos	3	2.5371	0.8457	24.40*	3.24
Error	16	0.5546	0.0347		
Total.	19	3.0917			

Coefficiente de variación = 10%

* = diferencia significativa al 5%

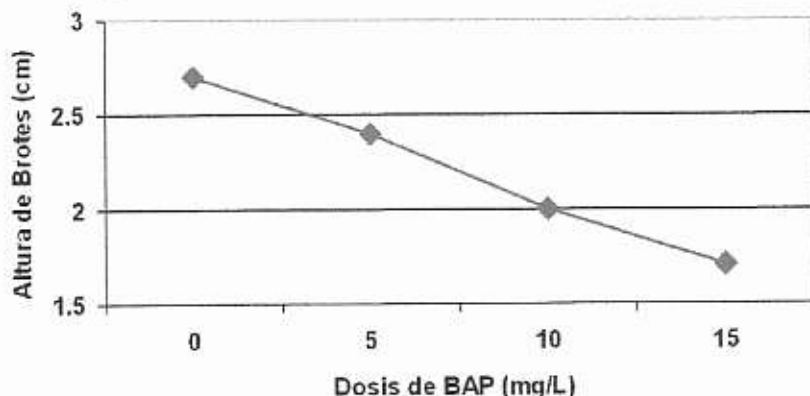
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.

Tratamiento (mg/L de BAP)	Altura de Brotes (cm)	Prueba de Duncan (al 5%)
0	2.7	a
5	2.4	b
10	2.0	c
15	1.7	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 4. Altura de brotes según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia pruinosa* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

Tillandsia streptophylla

A. Número de brotes

Según el ANDEVA (cuadro 9), existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, debido a que la F calculada (19.62) es mayor que la F tabulada (3.24) al 5% de nivel de significancia, por lo que se realizó la prueba de separación de medias múltiple de Duncan. Según la prueba de Duncan (cuadro 10) se considera que el mejor tratamiento fue 15 mg/L. de BAP, pues con él se consiguió un mayor número de brotes después del corte de la planta madre, superando en 31% al testigo y en 12% al segundo mejor tratamiento. El resto de los tratamientos (10 mg/L. de BAP, 5 mg/L. de BAP y testigo) no presentaron diferencias estadísticas.

camente superior a la de 15 mg/L. La gráfica 3 refleja los mismos resultados, mostrando que dentro de los tratamientos propuestos, a mayor dosis de BAP, hay mayor número de brotes.

Cuadro 9. ANDEVA para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada (5%)
Tratamientos	3	48.96	16.32	19.62*	3.24
Error	16	13.312	0.832		
Total.	19	62.272			

Coefficiente de variación = 37%

* = diferencia significativa al 5%

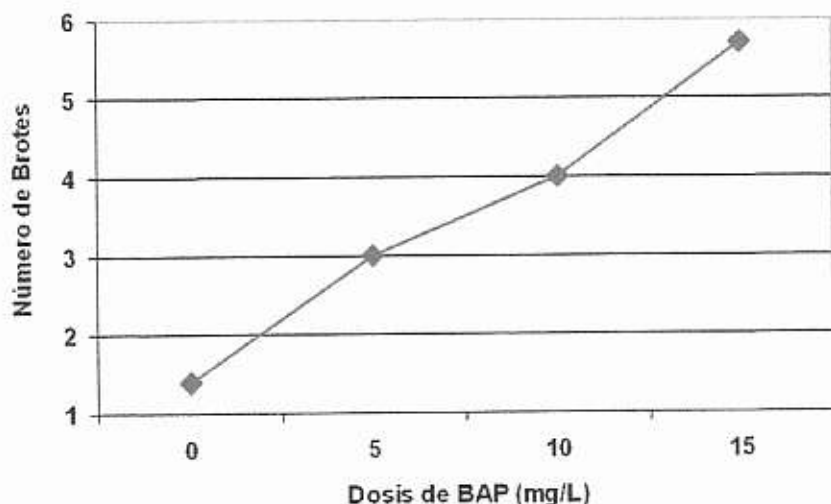
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.

Tratamiento (mg/L. de BAP)	Número de Brotes	Prueba de Duncan (al 5%)
15	5.7	a
10	4.0	b
5	3.0	b
0	1.4	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 5. Número de brotes según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

Fotografía 2. Brote de la especie *Tillandsia streptophylla*, con dosis de 15 mg/L. de BAP propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

B. Altura de brotes

En el cuadro 11 se presenta el ANDEVA para la variable de respuesta altura de brotes, en el que se observa que existen diferencias significativas entre tratamientos, pues la F calculada (70.86) es mayor que la F tabulada (3.24), al 5% de nivel de significancia.

Según la prueba de Duncan al 5% (cuadro 12) todos los tratamientos son diferentes entre sí, estadísticamente, por lo que el mejor tratamiento fue el testigo (0 mg/L. de BAP), siguiendo el de 5 mg/L. de BAP, y en último lugar el de 15 mg/L. A pesar de que el tratamiento 15 mg/L. de BAP fue el que obtuvo la media más baja, sobrepasa los tres centímetros que requiere la *Tillandsia streptophylla* para continuar el crecimiento en las mesas de trabajo hasta alcanzar el tamaño adecuado para la exportación, por lo que se considera como una opción viable para producir hijos. En la gráfica 6 se puede observar que a medida que se incrementa la dosis de BAP, disminuye la altura de los brotes.

Cuadro 11. ANDEVA para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F Tabulada (5%)
Tratamientos	3	12.9640	4.3213	70.86*	3.24
Error	16	0.9757	0.0610		
Total	19	13.9397			

Coefficiente de variación = 5%

* = diferencia significativa al 5%

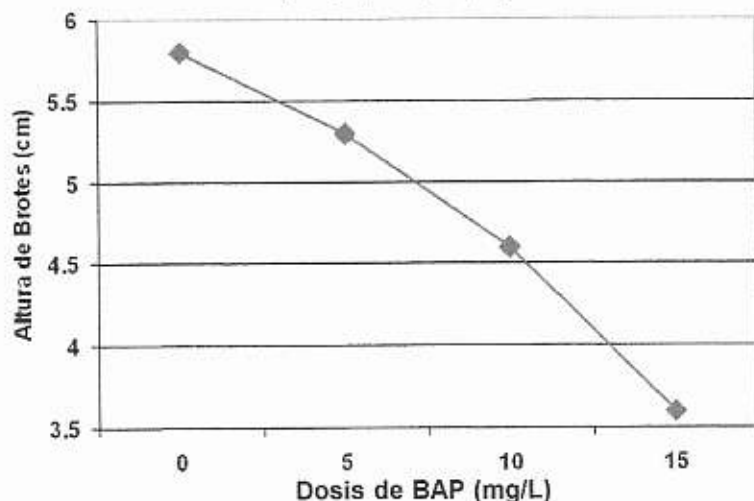
Fuente: FODECYT 04-2006.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.

Tratamiento (mg/L de BAP)	Altura de Brotes (cm)	Prueba de Duncan (al 5%)
0	5.8	a
5	5.3	b
10	4.6	c
15	3.6	d

Fuente: FODECYT 04-2006.

Gráfica 6. Altura de brotes, según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia streptophylla* propagada *in vivo*.



Fuente: FODECYT 04-2006.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevaron a cabo los experimentos, y después del análisis de los resultados, se infiere que el trabajo de investigación contribuye al desarrollo de las metodologías que permiten la propagación del género *Tillandsia*.

De manera más específica, las conclusiones fueron las siguientes:

- A. La dosis de 15 miligramos por litro de bencilaminopurina (BAP), presentó el promedio más alto de número de brotes en las tres especies de tillandsias evaluadas (*Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla*). El número de brotes promedio fue de 17.2 brotes para *Tillandsia magnusiana*, 5.8 brotes para *Tillandsia pruinosa* y de 5.7 para *Tillandsia streptophylla*.
- B. Una tendencia encontrada en todas las especies fue que a mayor dosis de BAP se producían mayor número de brotes.
- C. Las dosis de bencilaminopurina (BAP) que producen las mayores alturas de brotes, según la especie fueron: *Tillandsia magnusiana*, cinco miligramos por litro; para *Tillandsia pruinosa*, cero miligramos por litro (testigo); y para *Tillandsia streptophylla*, cero miligramos por litro (testigo). Una tendencia encontrada en todas las especies fue que a mayor dosis de bencilaminopurina (BAP) se producía una menor altura de brotes.
- D. Considerando el número de brotes y su altura, al mismo tiempo, se estima que los mejores tratamientos para la propagación *in vivo* de

las tres especies de tillandsias en estudio fueron las siguientes: para *Tillandsia pruinosa*, 10 miligramos por litro de bencilaminopurina (BAP); para *Tillandsia magnusiana*, 15 miligramos por litro de BAP; y para *Tillandsia streptophylla*, 15 miligramos por litro de BAP.

- E. La bencilaminopurina tiene efecto en la propagación de las plántulas del género *Tillandsia* a nivel de invernadero, por lo tanto se acepta la hipótesis planteada.

Agradecimiento(s)

La realización de este trabajo, ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología -FONACYT-, otorgado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALDERON OLIVA, EE. 2008. Clonación in vivo de tres especies del genero tillandsia (*Tillandsia pruinosa*, *Tillandsia magnusiana*, y *Tillandsia streptophylla*) en vias de extincion y de potencial uso sustentable. Tesis Ing. Agr.Guatemala, USAC. 63 p.
2. AGEXPORT (Asociación Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, GT). 2006. Portal de exportadores de Guatemala: index de exportaciones de plantas vivas y follajes ornamentales. Guatemala. Consultado 2 jun 2006. Disponible en www.export.com.gt
3. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2005. Estadísticas de exportación por rubro: 1994- 2002. Guatemala. Consultado 12 abr 2005. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/estaeco/>
4. BARCELÓ J., G. NICOLÁS, B. SABATER Y R. SÁNCHEZ. 1992. Fisiología Vegetal. Ed Pirámide SA. Madrid, 662 p.
5. BETANCUR, J.; JARAMILLO, M.A. 1998. Distribución de la familia Bromeliaceae en dos vertientes andinas del sur de Colombia. *Selbyana* 19(1): 52-65.
6. BROWN, G. K.; LUTHER, H.E.; KRESS, W.J. 1993. Comments on the responsibilities of taxonomists. *J. Bromeliad Soc.* 43 (4): 154-156.
7. BYE, R. 1985. Medicinal plants of the tarahumara indians of Chihuahua, Mexico. In: Tyson, R. A. & Elerick, D. V. (Eds.). Two Mummies from Chihuahua: A multidisciplinary study. *San Diego Mus. Papers* No. 19: 77-104.
8. CHUKWUJEKWU, J.C.; VAN STADEN, J. 2002. Tissue culture enhances the propagation potential of some *Tillandsioideae*. *South African Journal of Botany* 69: 217-219 en www.nisc.co.za.
9. DAVES P.J. 1995. "Plant Hormones, Physiology, Biochemistry and Molecular Biology", Kluwer Academic Publishers, London.
10. FELDHOFF, U.M.H. 2005 (comunicación personal).
11. GARCÍA, N.; BETANCUR, J. 2002. Dos especies nuevas de *Tillandsia* (Bromeliaceae) de la cordillera oriental de Colombia. *Caldasia* 24(1): 1-7.
12. GEORGE, E.F. 1993. "Plant Propagation by Tissue Culture Part - 1 - The Technology. Exegetics Ltd., Edington.
13. GEORGE, E.F. 1995. "Plant Propagation by Tissue Culture Part - 2 - In Practice. Exegetics Ltd., Edington.

14. GONZÁLEZ, E.M. 1984. Las plantas medicinales de Durango. Inventario Básico. Cuadernos de Investigación Tecnológica.1(2): CIDIIR-IPN. 115 p.
15. GRANT, J. R. 1993. True tillandsias misplaced in *Vriesea* (Bromeliaceae: Tillandsioideae). *Phytologia* 75(2): 170-175.
16. HURTADO D.V. Y M.E. MERINO. 1987. "Cultivo de Tejidos Vegetales". Ed Trillas SA., México DF 232 p.
17. HOLST, B. K. 1994. Checklist of Venezuelan Bromeliaceae with notes on species distribution by state and levels of endemism. *Selbyana* 15: 132-149.
18. HUERTAS, G.M.; DIX, M.; TOLEDO, E.; BAUER, L. 1995. Manual de identificación de 22 especies guatemaltecas del género *Tillandsia* de potencial uso sustentable. Fideicomiso para la Conservación en Guatemala, Centro de Estudios Ambientales, Universidad del Valle de Guatemala. 70 p.
19. LABUS-SCHNEIDER, F.O.; ABEL, W.O. 2002. Regeneration of *Tillandsia* through immature embryo culture. ISHS *Acta Horticulturae* 289: International Symposium on Plant Biotechnology and its Contribution to Plant Development, Multiplication and Improvement http://www.actahort.org/books/289/289_24.htm.
20. LUTHER, H.E.; SIEFF, E. 1994. De rebus Bromeliacearum I. *Selbyana* 15(1): 9-93.
21. _____ 1997. De rebus Bromeliacearum II. *Selbyana* 18(1): 103-148.
22. MROGINSKI, L.A. Y ROCA, W.M. 1993. Cultivo de Tejidos en la Agricultura, Fundamentos y Aplicaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Colombia.
23. MURASHIGE, T.; SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
24. ROCA, W.M., CASSAVA, EN; SHARP, W.R.; EVANS, D.A., AMIRATO, R.V. y YAMADA, Y. 1984. Handbook of plant cell culture. V. 2, p. 269-301.
25. SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica* 14(2): 663-1492.
26. TORRES A. Y L. STYER. 1990. "Técnicas e aplicacoes da cultura de tecidos de plantas". ABCPT/EMBRAPA, Brasilia, 433 p.
27. ZRYD J.P. 1988. "Culture de Cellules, Tissus et Organes Vegetaux. Fondements Theoriques et utilisations pratiques". Presses Polytechniques Romandes, CH - 1015 Lausanne, 258 p.



VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO NORESTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

Autor:

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez¹

Recibido en el CEA el 25 de noviembre de 2015.
Aprobado el 18 de febrero de 2016.

¹ Profesor investigador de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

RESUMEN

El acuífero volcánico de la cuenca Los Ocotes, es uno de los tres acuíferos de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Guatemala; por lo que se determinó como principal objetivo describir la vulnerabilidad intrínseca. El área se caracteriza por presentar rocas volcánicas, que incluyen como principal unidad acuífera las tobas soldadas y piroclastos, con permeabilidad variable y alta transmisividad. El modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca se realizó a partir de la interpretación hidrogeológica, correlacionada con la información de los registros de nivel estático de pozos y la litología.

El acuífero es semiconfinado a libre y explotado por pozos perforados para el abastecimiento público del noreste de Ciudad Guatemala. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad intrínseca, se determinó que el 8% del sector analizado del acuífero, en depósitos aluviales del Cuaternario, presenta vulnerabilidad alta. El 39% presenta vulnerabilidad media en piroclastos y el 53% baja en tobas.

Palabras clave: Toba, piroclastos, modelo hidrogeológico, cuenca, transmisividad.

ABSTRACT

The volcanic aquifer The Ocotes basin is one of the three public water supply sources of the Guatemala City, so it is determined as main objective to describe the intrinsic vulnerability. The geology is characterized by volcanic rocks, which include pyroclasts and tuff as the main aquifer unit, with variable permeability and high transmissivity. The hydrogeological conceptual model of the basin, it has been interpreted from the hydrogeology correlated with the information of the static level wells and the lithology. The aquifer is semiconfined to unconfined and exploited by drilled wells for the public supply of the Guatemala City nordeste. From the point of view of intrinsic vulnerability, it was determined that 8% of the analyzed sector of the aquifer in the Quaternary alluvium, presents high vulnerability. The 39% present middle vulnerability in piroclastic and 53% low in tuff.

Keywords: Tuff, pyroclasts, hydrogeological model, basin, transmissivity.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la Ciudad de Guatemala ha crecido demográficamente de manera alarmante, debido a la migración de la población del interior del país a la capital. A la fecha existen aproximadamente cinco millones de habitantes en la más grande ciudad de Centroamérica.

Al crecimiento poblacional se ha venido sumando el crecimiento industrial, dando como resultado altos niveles de contaminantes en las aguas superficiales como ríos y el lago de Amatitlán (al sur de la capital). Estas aguas se vuelven inadecuadas para el consumo humano; por lo que se incrementa la explotación de las aguas subterráneas, donde es necesario definir la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación (Herrera y Orozco, 2010).

Las cuencas de aguas subterráneas del valle de Ciudad Guatemala, son tres: la cuenca del río Las Vacas al norte (180 km²), la cuenca del río Villalobos y el lago de Amatitlán al sur (325 km²), y la cuenca del río Los Ocotes al noreste (80 km²), con un total de 585 km² (Herrera, 2012).

En la República de Guatemala no existe ley de aguas y tampoco una entidad que reglamente la explotación del agua subterránea y la perforación de pozos. Esto hace necesario generar información actualizada que permita una planificación y gestión integrada en el manejo de acuíferos.

Para que el aprovechamiento de los acuíferos sea de forma eficiente y segura, es importante estudiar las características intrínsecas del flujo subterráneo y la hidrogeología del lugar. Además es indispensable determi-

nar las zonas potenciales de recarga hídrica para planificar el manejo y protección de estas áreas.

Los acuíferos son sistemas físicos que poseen un funcionamiento regulado por la recarga, movimiento del agua, descarga y extracciones. Las características fundamentales para la definición de un acuífero son: la porosidad, la conductividad hidráulica, la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento. Estos parámetros permiten predecir el funcionamiento o respuesta del acuífero frente a determinadas acciones exteriores como la contaminación (Herrera *et al.*, 2007).

La vulnerabilidad de un acuífero se refiere a la susceptibilidad natural que presenta la contaminación, y está determinada principalmente por las características intrínsecas del acuífero. También es función de la resistencia de la zona no saturada a la penetración de contaminantes, así como de la capacidad de dicha zona de atenuar o reducir la acción del o los agentes contaminantes. La capacidad de resistencia de la zona no saturada depende de varios factores, entre los cuales destacan: el grado de confinamiento del acuífero, la profundidad del nivel de agua subterránea y el tipo de medio de la zona no saturada (Escuder *et al.*, 2009).

El objetivo de este estudio fue generar información geológica e hidrogeológica para definir el modelo hidrogeológico conceptual, y posteriormente realizar un análisis de la vulnerabilidad intrínseca del acuífero de la cuenca Los Ocotes a la contaminación de las aguas subterráneas, ya que es un área potencial para la explotación del acuífero en forma sostenible.

Materiales y métodos

Localización del área de estudio

El área de investigación se sitúa al noreste de la ciudad de Guatemala y presenta una superficie de 63.60 km². La cuenca de Los Ocotes se ubica en el departamento de Guatemala, que geográficamente se localiza entre los 14° 32' 06" a 14° 39' 23" de latitud norte y los 90° 24' 02" a 90° 28' 37" de longitud oeste, y se encuentra a una elevación media de 1,500 metros sobre el nivel del mar.

La cuenca se localiza entre los municipios de Guatemala, San José Pinula y Santa Catarina Pinula. Tiene su nacimiento en San José Pinula, en la aldea El Pajón (río Acatán) y Ciénaga Grande (río La Palma), al sur del área.

Las coordenadas planas UTM (Universal Transversal Mercator) de la proyección WGS 84 de la zona 15 son: latitud norte de 1,608,810 m a 1,621,100 m; y longitud este de 771,940 m a 779,720 m.

Estudio geológico

El levantamiento geológico comprendió los siguientes aspectos:

- a) El mapeo geológico del área a escala 1:50,000 por medio de recorridos de caminos, veredas, ríos y quebradas, con el muestreo de las principales unidades de rocas y la elaboración del mapa geológico de la cuenca.
- b) El levantamiento de columnas litológicas en cortes de taludes de ríos y en pozos perforados dentro y fuera de la cuenca para su correlación estratigráfica.
- c) La elaboración de perfiles geológicos de acuerdo a la información de afloramientos de rocas y de litología de pozos.

Estudio hidrogeológico

La caracterización hidrogeológica se realizó por el método de correlación entre la geología superficial y subterránea, que en este caso fue el más factible a utilizar y es aplicable a zonas con una buena información de afloramientos de campo y buen control de litología de pozos (Herrera, 2014).

El método consistió en lo siguiente:

- a) Determinación de las unidades hidrogeológicas del área, de acuerdo a la identificación de afloramientos de roca, así como por litología de pozos.
- b) Ubicación exacta de los pozos con GPS (Global Position System) por coordenadas, determinación de la altitud y medición de los niveles estáticos para la construcción de los perfiles hidrogeológicos.
- c) Realización de pruebas de bombeo en pozos dentro y alrededor de la cuenca, tomando en cuenta los caudales de bombeo, los abatimientos y los tiempos de descenso de nivel.
- d) Definición del modelo conceptual de aguas subterráneas de la cuenca, utilizando principalmente modelos visuales (mapas, secciones y redes de flujo) y matemáticos (soluciones gráficas y numéricas).
- e) Cálculo de parámetros hidrogeológicos (transmisividad y coeficiente de almacenamiento) para la caracterización del acuífero, por los métodos de Jacob y de Theis (Kruseman y de Ridder, 1994).

Método para determinar la vulnerabilidad del acuífero

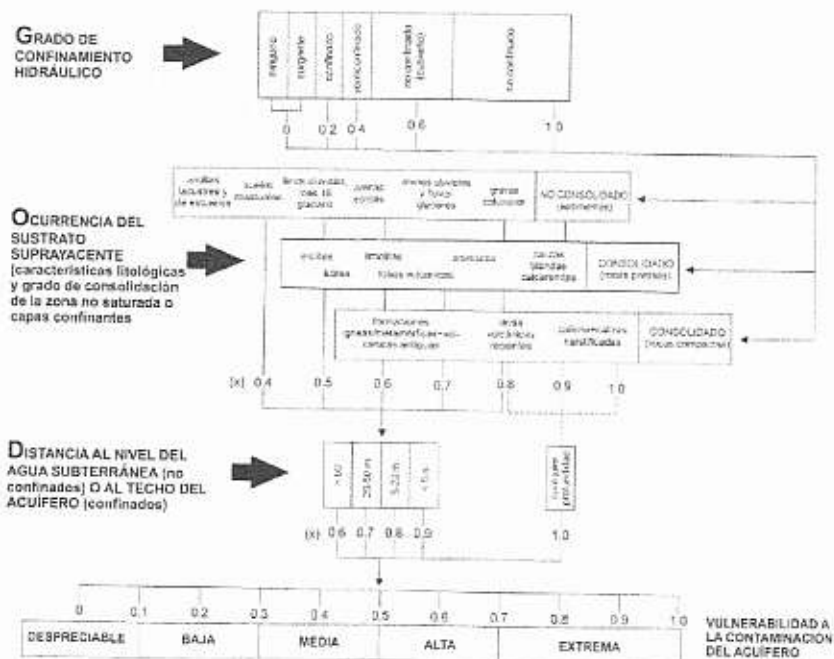
La vulnerabilidad es la capacidad, susceptibilidad o sensibilidad que presenta el recurso hídrico subterráneo de ser dañado por diversos procesos, de acuerdo a características naturales y antrópicas. Está determinada principalmente por las características intrínsecas del acuífero. La vulnerabilidad del agua subterránea se refiere a la tendencia o probabilidad que un contaminante alcance el sistema acuífero, después de su introducción en algún punto sobre el terreno (Orozco, Herrera y Mujica, 2011).

El método GOD (Foster *et al.*, 2003) estima la vulnerabilidad de un acuífero, multiplicando tres parámetros que representan tres tipos de información espacial:

- Grado de confinamiento hidráulico o tipo de acuífero, cuyo índice puede variar entre 0 a 1. El modo de ocurrencia del embalse subterráneo varía entre la inexistencia de acuíferos (evaluado con índice 0) en un extremo y la presencia de un acuífero libre (evaluado con índice 1), en el otro extremo, pasando por acuíferos semiconfinados, confinados y surgentes.
- Ocurrencia del sustrato suprayacente o litología de la zona no saturada. Evalúa las características litológicas y el grado de consolidación de la zona no saturada o capas confinantes. Esta información se usa para obtener un índice que puede variar en un rango entre 0.4 a 1.

- Distancia al nivel de agua subterránea, nivel freático o al techo del acuífero (nivel piezométrico). De acuerdo a la profundidad observada, este componente puede tomar un valor entre 0.6 a 1.

El producto de estos tres componentes arroja un índice de vulnerabilidad que puede variar entre 0 y 1, indicando vulnerabilidades desde despreciables (0 – 0.1), baja (0.1 – 0.3), media (0.3 – 0.5), alta (0.5 – 0.7) y extrema (0.7 – 1.0), como se muestra en la Figura 1.



Fuente: Foster, et al., 2003.

Figura 1. Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.

Resultados y discusión

Geología local

La geología de la cuenca se observa en el mapa geológico y el perfil (Figuras 2 y 3), donde se presentan principalmente tobas soldadas del Terciario superior, cubiertas por depósitos piroclásticos de pómez del Cuaternario. Las tobas soldadas son de composición dacítica, riolítica y vítrica (Lamarre *et al.*, 1971). Estas rocas afloran principalmente en los cañones de los ríos en la parte central del área. Los piroclastos de pómez se presentan al norte y al sur del área que rellenaron depresiones antiguas. Al norte del área afloran calizas del Cretácico (Herrera, 2012).

Figura 2. Mapa geológico de la cuenca Los Ocotes.





Figura 3. Perfil hidrogeológico B - B'

Hidrogeología

El modelo hidrogeológico conceptual del sistema acuifero de la cuenca Los Ocotes se presenta en la Figura 3 con el perfil hidrogeológico B - B', donde se observa un basamento de tobas soldadas que constituye en gran porcentaje la zona saturada o acuifero. La zona no saturada está constituida por piroclastos.

Las tobas definen permeabilidades altas por presentar porosidad secundaria dada por fracturas. El espesor de las tobas es superior a 500 m. Los niveles del agua subterránea en la parte alta de la cuenca varían de 71 a 116 m bajo la superficie del suelo. En la parte media de la cuenca los niveles son de 69 a 102 m y en la parte baja son menores de 10 m bajo la superficie del suelo.

Las principales zonas de recarga hídrica se presentan en las partes altas y medias de la cuenca (Herrera, 2012).

Por pruebas de bombeo del pozo del poblado de Los Ocotes, donde se extrajo un caudal de $545 \text{ m}^3/\text{d}$ ($100 \text{ gal}/\text{min}$), con el método de Jacob se calculó una transmisividad de $1,190 \text{ m}^2/\text{día}$. El coeficiente de almacenamiento es de 2.6×10^{-2} , lo que indica un acuífero de tipo semiconfinado (Herrera, 2012). El método de Theis determinó un valor de transmisividad de $1,222 \text{ m}^2/\text{día}$ y un coeficiente de almacenamiento de 2.7×10^{-2} (Herrera, 2012).

El acuífero en la parte baja de la cuenca se encuentra en depósitos piroclásticos y se comporta como un acuífero libre o freático. La transmisividad varía de 68 a $150 \text{ m}^2/\text{día}$ y el coeficiente de almacenamiento es de 0.10 a 0.25 (Herrera, 2012).

El flujo del agua subterránea muestra un patrón de dirección similar con las corrientes de drenaje superficial de sur a norte, descargando cierta cantidad del agua subterránea a los ríos Los Ocotes y Canalitos.

Vulnerabilidad intrínseca

En la parte alta y media de la cuenca, el tipo de ocurrencia del agua subterránea (G) se clasifica con un valor índice de 0.4 que corresponde a un acuífero semiconfinado. La ocurrencia del sustrato suprayacente (O) o litología de la zona no saturada, es de piroclastos de pómez, de arenas eólicas y capas de ceniza volcánica, que definen un índice de 0.6 . Mientras que la distancia al nivel del agua subterránea (D), en las partes alta de

la cuenca es mayor de 50 m bajo el terreno, siendo el índice de 0.6; por lo tanto, la vulnerabilidad del acuífero es de 0.144 que corresponde a una vulnerabilidad baja y representa el 53% del área, como se observa en la Figura 4.

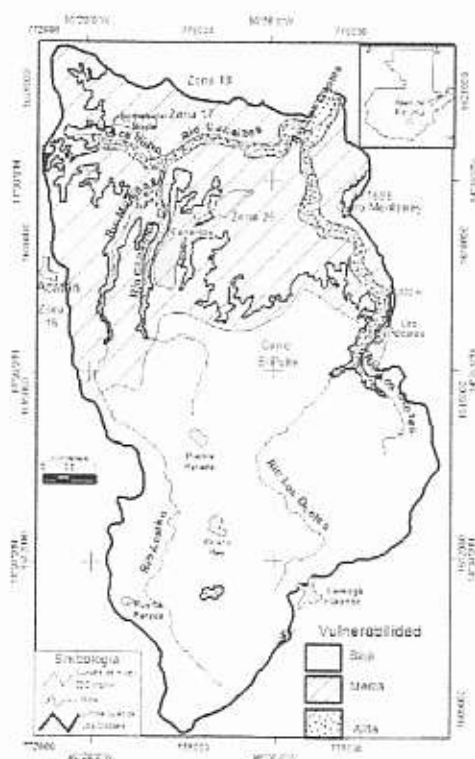


Figura 6. Mapa de vulnerabilidad del acuífero Los Ocotes.

En la parte alta de la cuenca Los Ocotes, es necesario que las municipalidades de Santa Catarina Pinula y San José Pinula promuevan un ordenamiento sostenible del uso de la tierra, acorde con la protección del recurso hídrico.

En la parte media de la subcuenca, el acuífero es libre sin confinamiento hidráulico, que define un índice de 1, con un sustrato suprayacente de arenas de pómez que determinan un índice de 0.6 y una distancia al nivel estático mayor de 50 m que establece un índice 0.6 y una vulnerabilidad de 0.36 que se clasifica como media. Esta vulnerabilidad representa el 39% del área. En esta parte media de la cuenca, es importante tomar medidas de control en los sistemas de eliminación de aguas servidas y tratamiento de los efluentes en general.

En la parte baja de la subcuenca y en las partes alcañanas a los cauces de los ríos Los Ocotes y Canalitos, el acuífero es libre, asignándole un índice de 1, con delgados estratos de gravas aluviales que establece un índice de 0.8 y niveles estáticos someros (menores de 8 m), que establece un índice de 0.8, lo que produce un valor de 0.64, es decir, una vulnerabilidad alta y representa el 8% del área. En estos sectores se deberán incrementar las restricciones en el uso del suelo, evitar la los efluentes industriales y prohibir la construcción de viviendas.

CONCLUSIONES

La geología del área de estudio consiste de rocas volcánicas constituidas por tobas soldadas del Terciario superior, cubiertas por depósitos piroclásticos de pómez del Cuaternario.

La interpretación y correlación de la litología de pozos, permitió diferenciar el espesor de las diferentes formaciones hidrogeológicas y su estratigrafía, con lo que se logró definir el modelo hidrogeológico conceptual, facultando determinar el índice de vulnerabilidad intrínseca del acuífero. El acuífero en la parte alta de la cuenca es semiconfinado y está constituido por tobas, que definen una baja vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea.

En la parte media de la cuenca el acuífero es libre y está formado por arenas de pómez y tobas, mismas que delimitan una vulnerabilidad media.

En la parte baja de la cuenca y en las partes aledañas a los cauces de los ríos Los Ocotes y Canalitos el acuífero es libre, con delgados estratos de gravas aluviales y niveles estáticos someros. Esto establece una vulnerabilidad alta.

LITERATURA CITADA

1. Escuder, R.; Fraile, J.; Jordana, S.; Ribera, F.; Sánchez-Vila, X. & Vázquez-Suñé, E. Hidrogeología, conceptos básicos de hidrología subterránea. Fundación Centro Internacional de Hidrología Subterránea (FCIHS). Barcelona, España. 2009. 768 p.
2. Foster, S.; Hirata, R.; Gomes, D.; D'Elia, M. & Paris, M. Protección de la calidad del agua subterránea: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Una contribución para hacer más visible al agua subterránea y así más manejable. Banco Mundial. Washington, D.C. 2003. 115 p.
3. Herrera, I. R. Estudio hidrogeológico de la subcuenca del río Los Ocotes para determinar las áreas principales de recarga hídrica e identificación de las áreas vulnerables a deslizamientos e inundaciones para proponer alternativas de prevención de la parte noreste de la Ciudad de Guatemala. Informe Final proyecto FODECY 035-2009. Guatemala, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, 2012. 123 p.
4. Herrera, I. R. Hidrogeología práctica. Segunda edición. Red Centroamericana de Manejo de Recursos Hídricos. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. 346 p.
5. Herrera, I. I.; Orozco, E. O. y Padilla, T. A. Guía para el manejo de cuencas hidrográficas. Primera edición. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 135 p.
6. Herrera, I.R. & Orozco, E.O. Hidrogeología de Ojo de Agua, cuenca sur de la Ciudad de Guatemala. Rev. Geol. America Central., 42: 85-98, 2010.
7. INE (Instituto Nacional de Estadística). Censos nacionales. XI de Población y VI de Habitación. República de Guatemala. 2002. 272 p.
8. Kruseman, G. & De Ridder, N. Analysis and evaluation of dumping test data. Second edition. International Institute for Land Reclamation and Improvement. The Netherlands. 1994. 377 p.
9. Lamarre, A.; Lamarre, R.; Loucks, T. & Brown, R. The geology of the San José Pinula quadrangle, Guatemala. Dartmouth College Hanover, New Hampshire. 1971. 102 p.
10. Orozco, E.O.; Herrera, I.R. & Mujica, A.C. Vulnerabilidad intrínseca del acuífero del valle de Chimaltenango, altiplano central de Guatemala. Impactos preliminares de su gestión integrada. Rev. Ciencias Técnicas Agropecuarias., 20(4): 42-47, 2011.



EL LLAMADO “DESARROLLO SOSTENIBLE” Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA

Autor:

Wener Armando Ochoa¹

Recibido en el CEA el 24 de febrero de 2016.

Aprobado el 2 de marzo de 2016.

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Profesor Investigador y doctorando en cambio climático y sostenibilidad en la Universidad de San Carlos de Guatemala. wenerochoa@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo intenta realizar un acercamiento de manera temática a los aspectos teórico epistemológicos y principios metodológicos del denominado “desarrollo sostenible”, teniendo como hilo conductor su análisis en el marco geográfico de Guatemala y su posible relación con el cambio climático, así como citar algunos casos exitosos en el país que puedan dar luces de la llegada a dicho paradigma en mención y como alternativas frente al cambio climático.

Palabras clave: desarrollo, sostenible, epistemología, desafíos, casos exitosos, cambio climático.

ABSTRACT

This article attempts a thematically approach the epistemological and methodological principles theoretical aspects of the so called “sustainable development”, with the thread analysis in the geographical context of Guatemala and its possible relation to climate change and to name a few successful cases in the country that could shed light on the arrival at the paradigm in question and as alternatives to climate change.

Keywords: development, sustainable, epistemology, challenges, successful cases, climate change.

INTRODUCCIÓN

El “desarrollo sostenible” es un proceso de largo aliento que busca no afectar las generaciones futuras en términos de acepción, y con bases epistemológicas que tratan de combinar la parte económica con las ciencias naturales. Es así como se analiza desde instituciones internacionales hasta centros académicos este paradigma reciente. En este texto se analizan algunos casos exitosos que pueden dar algunas luces sobre ellos así como se plantean algunos criterios y estrategias que puedan ser útiles a la implementación del mismo.

Desarrollo temático

Explicación teórico epistemológica, enfoques y principios metodológicos

Partiendo de que no es muy antiguo el concepto en mención (1972-1987), se puede decir que aún carece de una definición coherente y principios metodológicos serios. Esto dado que hasta ahora no se ha logrado argumentar la fusión de ambos términos, entiéndase “desarrollo” que su acepción etimológica responde más a criterios economicistas mientras que “sostenible” es un término etimológicamente muy ligado con los procesos de la naturaleza donde si hay sostenibilidad, es por ello que desde el punto de vista teórico epistemológico aún se encuentra en construcción ya que hasta ahora su principal definición y enfoque que se ha logrado concebir es como la responsabilidad de no comprometer a las generaciones futuras degradando los recursos con los que se cuentan, sin embargo instituciones como el Banco Mundial, BID, entre otras, aún no logran definir la ruta para ello². Según Wener Ochoa, en materia de abordaje puede decirse que al día de hoy predomina la corriente del eco desarrollo (enfoque anarquista) y la marxista (economía política).

² El informe sobre el desarrollo mundial 2010, del Banco Mundial refleja la poca claridad que se tiene aún del mismo término de desarrollo en cuanto a su concepción.

Principales problemáticas y desafíos en las distintas regiones de Guatemala

Las problemáticas son diversas y complejas sin embargo la corrupción es algo que está afectando más allá de lo que se imagina al país. Según entrevista realizada al diputado Álvaro Pop: lo que se pierde en materia económica son: Q19 mil millones en privilegios fiscales, Q10 mil millones en sistema bancario que usan métodos no transparentes y de Q20 a Q24 mil millones en corrupción. Sumado a ello los gobiernos cada vez más legalizan la deuda en lugar de combatirla.

En cuanto a los desafíos, son muchos pero el comienzo debe ser por cambiar el rostro de extrema pobreza que aún existe en todo el país pero mucho más evidenciado en algunas regiones del país como occidente y oriente según fuentes oficiales como la SESAN, MAGA e INE. Y esto pasa por reestructurar el Estado, cambiar el modo de producción e ir hacia nuevos paradigmas de bienestar.

Complejidad del desarrollo sostenible y el cambio climático

En perspectiva histórica Guatemala ha sufrido una serie de acontecimientos que han ido moldeando el territorio y desde el punto de vista de la economía política han ido cambiando los actores económicos que predominan en el país, sin embargo no la estructura de poder, es decir que las familias que han hecho riquezas a partir de los recursos territoriales son las mismas. La complejidad con el cambio climático es que los recursos económicos para mitigar y adaptarse como país en su mayoría son fon-

dos estatales y esto afecta las inversiones en otras áreas que pueden ser factores de desarrollo y altera aun las relaciones culturales alrededor de los recursos naturales a la hora de provocar daños ambientales. Este paradigma del desarrollo sostenible quizá sea entendible desde las ciencias de la complejidad las cuales rebasan aun las mismas disciplinas naturalistas y sociales (Morín, E).

Casos y actores con avances en materia de desarrollo

Para este caso citaré al complejo y complicado municipio de Santa Catarina Pinula, en el marco del paradigma capitalista y de la premisa de mercado que se basa en la 4E (efectividad, eficiencia, equidad y entorno propicio para el sector público-privado). Los indicadores que sustentan esta premisa son los cambios observados en el área donde se ha visto que el analfabetismo se ha eliminado y el aumento de hogares con acceso a servicios básicos se ha incrementado a partir del crecimiento urbano, económico y con potencial natural para aprovecharlo; sin importar la gestión del riesgo o la sostenibilidad a mediano y largo plazo en cuanto a la integridad se refiere.

En cuanto al carácter más local y no tan municipal como el anterior existe una diversidad de ejemplos que no alcanzaría este espacio, pero vale la pena citar el caso de los cantones de Totonicapán, los Ixiles, los Xincas y otras expresiones territoriales de las regiones del país, que están avanzando rumbo al buen vivir que va más allá del desarrollo sostenible y es concebido y construido de manera endógena lo cual le da más legitimidad

y originalidad al proceso, en el cual no hay cabida para la epistemología tradicional y occidental bajo la cual se origina el paradigma del desarrollo sostenible hasta ahora. Cabe mencionar que los casos citados en su mayoría (excepto Santa Catarina Pinula) giran alrededor de la naturaleza pero con dignidad la cual ven como un ser vivo o una diosa que se debe respetar y hasta venerar.

Marco legal, políticas e instrumentos de desarrollo sostenible

El Estado como estructura dentro de una superestructura sirve para impulsar el modelo ideológico y económico de una clase sobre otra desde la economía política, para lo cual necesita marco legal, políticas e instrumentos que puedan coadyuvar a implementar dicho modelo. Bajo esta premisa es que el desarrollo sostenible en el país, no tiene mucha cabida en este momento dadas las estructuras políticas y legales que no han evolucionado para poder implementar dicho paradigma³. El Gobierno de toda unidad territorial y vecinos mantienen relaciones sociales mecánicas en palabras del sociólogo Durkheim. A. González Jacobo, Op.cit.:15), lo cual debe ser suficiente para dotar de presupuesto y libertad a los gobiernos locales basado en el código municipal y la ley de descentralización para apostarle al desarrollo por esa vía. Sin embargo al día de hoy existe un marco legal y político confuso en materia de desarrollo sostenible de-

³ La SEGEPLAN como ente rector de la planificación del desarrollo en Guatemala, aunque tenga el rumbo claro también debe tener suficiente presupuesto para sus funciones para no caer en la esfera de deuda para cumplir su función.

bido a que se carece de una ley, política de Estado y de un plan o de una agenda de desarrollo nacional como mínimo. En síntesis, en la medida que no se desconcentre y descentralice el poder en toda su expresión, no cambiarán mucho las condiciones del país.

Escenarios económicos, sociales, políticos, ambientales culturales

En un corto plazo las cosas no cambiarán mucho, pero en un mediano plazo cambiarán debido a las relaciones de poder que se empiezan a dar a partir del fracaso del modelo de desarrollo imperante actual que no beneficia a la mayoría. En un largo plazo es posible construir nuevas alternativas de bienestar integral, modelos económicos que consideren los recursos naturales como un patrimonio y parte de un todo como sistema y no como mercancía.

Algunos criterios y estrategias a considerar para el desarrollo sostenible

Plantear soluciones estructurales a los problemas como las reformas de todo tipo, así como exigir el pago de deuda ecológica de los países desarrollados, y no endeudar más al país.

Reflexiones

- a) El desarrollo sostenible está concebido como un proceso de largo aliento que busca no afectar a las generaciones futuras, sin embargo sus bases epistemológicas son muy débiles y poco argumentadas desde que plantean la fusión de un término economicista con otro de carácter naturalista. Es por ello que para fundamentar dicho paradigma es necesario tal y como lo plantea Anthony Guiddens verlo y ejercitarlo en el marco del sistema económico actual en un principio pero sin dejar de verlo como parte de un todo como sistema y que a su vez es complejo, tal y como lo plante Edgar Morín desde el punto de vista estructural en el marco de la complejidad de las cosas y redefiniendo el uso de los recursos naturales y el tipo de vida.

- b) Existen casos exitosos en el país en materia de desarrollo, los cuales parten de experiencias locales y quizá no pasen por los principios teórico epistemológicos del desarrollo sostenible pero son construcciones endógenas que han decidido partir de abajo hacia arriba rompiendo con todo paradigma del sistema económico imperante que pareciera ser que ante su fracaso progresivo ahora plantea el desarrollo sostenible como alternativa pero sin cambiar nada estructural. Es por ello que se debe analizar otras rutas de desarrollo como el buen vivir, el desarrollo local, desarrollo territorial, construido y liderado por los actores directos lo cual da gobernanza territorial. Asimismo el caso exitoso de Santa Catarina Pinula es un hito en el país, que en medio de un sistema capitalista demuestra que es posible el crecimiento económico y su distribución hacia los sectores más necesitados y ponerlos a otro nivel social, económico y político.

- c) Es necesario abordar el cambio climático desde la complejidad que el mismo fenómeno expresa y representa de la misma manera que el desarrollo lo es. Es por eso que es necesario considerar el modelo económico de un país, porque al fin de cuentas según el Banco Mundial, serán los países en vías de desarrollo quienes sufrirán los mayores efectos y quienes tendrán que pagar los costos de mitigación y adaptación que son altos, lo cual viene a afectar las inversiones en sectores provocadores de desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Mundial, ((2009). *Desarrollo con menos carbono: Respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático*. Síntesis. Washington, DC.
2. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Mundial, ((2010). *Informe sobre el desarrollo mundial, Panorama general: Desarrollo y cambio climático*. Washington, DC.
3. Bunge Mario. La ciencia, su método y su filosofía. En *Metascientific Queries*. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1959.
4. Bunge Mario. *La investigación científica*. México: Siglo XXI editores, 2002.
5. Bricmont J. Science of chaos or Chaos in Science. Physique Theorique, UCL. B-1348 Louvain-laNeuve, Belgium. 1996.
6. Corral Quintero Raúl. El universo como holograma multidimensional y su conexión con la mente. Ensayo.
7. Catalán, Luis Antonio (2009). "Guatemala: Sistema de Inversión Pública". Presentación elaborada para el "Encuentro de los Sistemas Nacionales de Inversión Pública de América Latina y el Caribe 2009", celebrado en octubre de 2009. Lima, Perú: Ministerio de Economía y finanzas/ ILPES-CEPAL. Ver: http://www.eclac.el/ilpes/noticias/noticias/1/37461/PRESENTACION_LUIS_ANTONIO_CATALAN_-_GUATEMALA.pdf
8. Gudynas, E. (2012). Economía verde y agricultura. Revista de agroecología. LEISA. Centro Latinoamericano de Ecología Social, CLAES. Uruguay.
9. González Roberto. Ilya Prigogine y la sutura de la brecha epistemológica entre las ciencias y las humanidades. Revista colombiana de Filosofía de la ciencia, año/vol. VIII, número 16-17. Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia. 2007. Pp. 37-47.
10. Habermas Jürgen. *Ciencia y técnica como ideología*. Trad. Manuel Jiménez Redondo. Madrid: Editorial Tecnos, S. A. 1986, 1986.
11. Max Weber. La ética protestante y el espíritu del capitalismo. (traducido del alemán por José Chávez Martínez). Premio editora, México. 1985, p. 58-118.

12. MINFIN (2010). Portal de gobiernos locales, Guatemala; Ministerio de Finanzas Públicas –MINFIN-. Ver: <http://portalgl.minfin.gob.gt/Paginas/PortalGobiernosLocales.aspx>
13. Ochoa W. (2012). Teorías y enfoques del desarrollo. Secretaría de planificación y programación de la presidencia, Guatemala.
14. Organización Internacional del Trabajo, OIT. (2012). Hacia el desarrollo sostenible: oportunidades de trabajo decente e inclusión social en una economía verde. Oficina internacional del trabajo, Ginebra.
15. PNUD. En línea. Consultado el 7 de Mayo del 2015. Podrá encontrarlo en: <http://www.gt.undp.org/>
16. Pérez Amalia/Moreira Arana Cesar E. El papel del desequilibrio en la naturaleza, Foresta Veracruzana, año/vol. 4, número 002. Universidad Veracruzana. Xalapa, México. Pp. 45-51. 2002.
17. Segeplan. En línea. Municipio de San Juan la Laguna. Consultado el 03 de mayo del 2015. Plan de desarrollo Santa Catarina Pinula, 2011-2025.
18. Segeplan. En línea. Municipio Santa Catarina Pinula. Consultado el 03 de Mayo del 2015. Ver en: http://www.segeplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=category&id=111:santa-catarina-pinula&Itemid=333
19. SIAF-MUNI (2010). Portal SIAF-Muni. Guatemala; Ministerio de Finanzas Públicas –MINFIN-. Ver: http://siafmuni.minfin.gob.gt/siafmuni/APORTES_MUNICIPALES_new.aspx?p_Resolution=1600
20. Tiebout, Charles M. (1956). "A Pure Theory of Local Expenditures". En: Journal of Political Economy. LXIV. Chicago: University of Chicago Press.



tikalía

RESÚMENES DE TESIS

Diseño de un plan HACCP en la línea de palitos de la planta de Tomas Schaub Herrstadt Copropiedad. Rodríguez Jacobo, Elías Santos. Ingeniero en Industrias Agrícolas y Forestales. 135 p.

RESUMEN

La empresa privada Tomas Schaub Herrstadt Copropiedad, fundada en 1976 en Guatemala, inicialmente dedicada a la producción de pan, posteriormente a galletas y luego con cereales, en mercados de Centroamérica, Panamá, República Dominicana y Estados Unidos. El objetivo fue diseñar un plan HACCP en la línea de palitos, de acuerdo al Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.33:06. Los prerrequisitos establecidos son: Plan de higiene de personal, Norma de ingreso para visitantes, Control de plagas, Procedimientos del área de empaque, Calidad de agua, Operación de bodega de materia prima, Elaboración, Manejo de desechos sólidos y líquidos, Operación de bodega de material de empaque, Operación de bodega de producto terminado, Limpieza y desinfección de producción. Se conformó un equipo HACCP. Del análisis realizado, se identificaron peligros significativos en los procesos de recepción de materia prima, almacenamiento de agua en depósito, filtrado de agua, recepción de materia prima, pesaje de materia prima por lote, amasado, prueba de estiramiento, cilindrado, laminado, tendido, formado, crecimiento, horneado, traslado a cajas plásticas y llenado de bolsas. Se establecieron procedimientos de comprobación para los dos puntos críticos de control. Se elaboró una propuesta de optimización del recurso agua mediante la mejora de la limpieza e implementación de tecnología, que permitirá un ahorro estimado de 18,30 metros cúbicos de agua al año que equivale a Q 27,58. Se realizó una capacitación

en buenas prácticas de manufactura, inducción a personal nuevo y se elaboró un programa de capacitación para el cumplimiento del sistema HACCP.

HACCP, Pan, Planes

ABSTRACT

Private enterprise Thomas Schaub Herrnstadt Co-founded in 1976 in Guatemala initially dedicated to the production of bread, cookies and then subsequently grain in markets of Central America, Panama, Dominican Republic and the United States. The goal was to design a HACCP plan in line with sticks, according to Central American Technical Regulation RTCA 67.01.33: 06. The prerequisites established are: personal hygiene plan, norms entry for visitors, pest control, the packing procedures, water quality, operation raw material warehouse, development, management of solid and liquid waste, warehouse operation packaging material, warehouse operation finished product, cleaning and disinfection of production. A HACCP team was formed. The analysis, significant hazards identified in the process of reception of raw material, water storage tank, water filter, receiving raw materials, weighing of raw material per batch, kneading, stretch test, turning, rolling, lying shaped growth, bake, transfer to plastic bags and boxes filled. Verification procedures were established for the two critical control points. An optimization of water resources through improved cleaning and implementation of technology that will allow an estimated 18.30 cubic meters of water per year which is equivalent to Q.27.58 savings prepared. Training was conducted in good manufacturing practices, new staff induction and training program for compliance with the HACCP system was developed.

HACCP, Bread, Plans.

Efecto de un fertilizante de liberación lenta sobre el desarrollo vegetativo en palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) en su fase de vivero, diagnóstico y servicios realizados en la finca Trece Aguas, en el municipio de San Luis, departamento de Petén, Guatemala, C. A. Marroquín Izaguirre, Oscar Leonel. Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. 87 p.

RESUMEN

En la finca Trece Aguas, municipio de San Luis, departamento de Petén, Guatemala, se realizó un diagnóstico del vivero de palma africana (*Elaeis guineensis*), obteniéndose que existe personal experimentado como administración, encargado de vivero, tres caporales (riego, fertilización y pesticidas); caporales de cuadrillas, bodeguero y un guardián, de las 65 personas laborando 30 son mujeres; se identificaron las funciones de cada uno, desde la preparación del suelo hasta la siembra definitiva en campo y manejo del cultivo. El vivero cuenta con 275,614 palmas, 93,741 variedad Nigeria y 181,873 variedad Ghana. Se cuenta con planes de fertilización y control fitosanitario; el riego es por pivote central. Se realizó un análisis FODA. En la aldea El Escobo se determinó que método el de fertilización controlada (Osmocote) o convencional es más eficiente para el desarrollo vegetativo de la palma africana en etapa de vivero, en un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos (11 de Osmocote de 3-4, 8-9 y 12-14 meses de liberación, mas el testigo), con tres aplicaciones (a los 1.5, 6 y 8 meses después del trasplante) y tres repeticiones, la unidad experimental fue de nueve palmas. Los tratamientos, no mostraron diferencia estadística significativa. El análisis costos reportó que el mejor tratamiento fue el testigo (tratamiento T12), a pesar de utilizar más

materia prima, y mayor mano de obra. Se realizaron dos servicios, el primero fue un censo y bitácora del vivero y el segundo fue el establecimiento y manejo de un previvero de palma africana.

Palma africana, *Elaeis guineensis*, Viveros, Manejo del cultivo, Abonos de acción retardada, Costos

ABSTRACT

Thirteen Aguas farm in the municipality of San Luis, Petén, Guatemala, diagnosis nursery african oil palm (*Elaeis guineensis*) was performed, to give existing experienced staff as administration, nursery manager, three foremen (irrigation, fertilization and pesticides); foremen of crews, winemaker and a guardian, of the 65 people working 30 are women; the functions of each are identified from soil preparation to final field planting and crop management. The nursery has palms 275.614, variety Nigeria 181.873 and Ghana variety 93.741. There are plans fertilization and phytosanitary control; irrigation is central pivot. A SWOT analysis. In the village of El Escobo determined to approach the controlled fertilizer (Osmocote) or conventional is more efficient for the vegetative development of african oil palm nursery stage, in a design of randomized blocks with 12 treatments (11 Osmocote 3-4, 8-9 and 12-14 months of release, and the control) with three applications (1.5, 6 and 8 months after transplantation) and three replications, the experimental unit was nine palms. The treatments showed no statistically significant difference. Cost analysis reported that the best treatment was the control (T12), despite using more raw materials and more labor. two services were performed, the first was a census and log the nursery and the second was the establishment and management of a prenursery african oil palm.

African oil palm, *Elaeis guineensis*, Plant nurseries, Crop management, Controlled release fertilizers, Costs.

Análisis de dos sistemas georeferenciados el Drone UX5 y el Lidar Leica RCD30 para monitoreo y recopilación geográfica de datos en las fases del proyecto de construcción en El Mirador, Petén, Guatemala, C. A. Martínez Berganza, Mariano Alberto. Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables. 118 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03320.pdf>

RESUMEN

La empresa Tecnología de Negocios, S.A., incursiona con ventajas competitivas en los temas referentes al cambio climático e ingeniería civil. El diagnóstico se realizó con el fin de conocer a esta empresa, especialmente el Departamento de Ingeniería y Estructura y así conocer los enfoques de trabajo en el corto, mediano y largo plazo. Como investigación, se realizó la comparación de el rendimiento de imagen del Trimble UX5 Aerial Imaging Rover y los flujos de trabajo optimizados de Trimble Business Center Photogrammetry y permitir una creación de precisión y calidad sin precedentes en el monitoreo, en un área densa de bosque, El Mirador. Esto en comparación a la adquisición de datos LIDAR. Se determinó que el Lidar Leica RDC30, su costo es tres veces mayor al del Drone UX5 por kilómetro cuadrado, aunque para este tipo de densidad de vegetación, el Drone no es tan apropiado debido a la que no tiene la capacidad DTM de Lidar. El rendimiento de Drone es de 1 km² diario. El servicio realizado, consistió en supervisar y apoyar un plan especial de aprovechamiento no comercial por

mantenimiento de la ruta vial (sendero) para ejecutar un mejoramiento de las condiciones de transitabilidad turística, sin afectar la biodiversidad ni la naturalidad paisajística del sendero. Incluyendo actividades de salvamento y saneamiento y extracción forestal a lo largo de un sendero ubicado entre la Comunidad de Carmelita y el campamento del Sitio Arqueológico El Tintal, San Andrés.

Fotografía aérea, Dron, LIDAR, Evaluación de tecnologías.

ABSTRACT

Business Technology Company, Inc., ventures with competitive advantages on issues related to climate change and civil engineering. The diagnosis was made in order to meet the company, especially the Department of Engineering and Structure and well known approaches work in the short, medium and long term. As research comparing the performance of image UX5 Trimble Aerial Imaging Rover and streamlined workflows of Trimble Business Center Photogrammetry was held and allow creation of unprecedented precision and quality in monitoring, in a dense forest area the looker. This compared to the LIDAR data acquisition. It was determined that the Lidar Leica RDC30, its cost is three times higher than the Drone UX5 per square kilometer, although this type of vegetation density, the Drone is not so appropriate because you do not have the capacity Lidar DTM. Drone yield is 1 km² daily. The service performed, was to oversee and support a special plan for non-commercial use for maintenance of the road route (path) to run an improved conditions transitabilidad tour without affecting biodiversity and natural landscape of the trail. Including rescue and sanitation activities and logging along a path located between the Community of Carmelita and Archeological Site camp Tintal, San Andrés.

Aerial photography, UAV, LIDAR, Technology assessment.

Propuesta para la actualización del plan de manejo del Biotopo Universitario del Quetzal BUCQ “Mario Dary Rivera”. Reiche García, Herberth Enrique. Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. 79 p.

RESUMEN

El Biotopo Universitario “Mario Dary Rivera” para la Conservación del Quetzal (BUCQ), por resolución 04-09-2013 del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, ubicado en los municipios de Purullhá y Salamá, Alta Verapaz, Guatemala; es administrado por el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); según SIGAP-073 tiene categoría de manejo Tipo II, Biotopo protegido. El objetivo fue contribuir al manejo sostenible de los sistemas nubosos de la región de las Verapaces y la Zona de Amortiguamiento del BUCQ, mediante la propuesta para la actualización del Plan de Manejo. La metodología consistió en una Revisión Bibliográfica, Investigación de fuentes comparativas, Reuniones de trabajo, Fase preliminar de campo, Recopilación y análisis de información Biofísica, Fase de campo y Recursos disponibles. Consideraciones de manejo integral para el plan maestro BUCQ, incluye los programas de: Conservación de suelos, Conservación y uso forestal, Manejo de recursos naturales, Participación y asistencia comunitaria, Uso público, Ordenamiento territorial y conflictividad agraria, Desarrollo económico y el de Coordinación interinstitucional. También se proponen alternativas de proyectos potenciales a implementar recomendados para ZAM: Pago por servicios ambientales, Beneficios de la venta de bienes y servicios, Costo del manejo de agua, Ingresos por

manejo de desechos sólidos, Extensión agrícola, Cambio de uso de la tierra, Saneamiento forestal, Salvamento forestal, Actividades económicas asociadas a la ZAM, Mecanismos novedosos y Turismo científico & aviturismo.

Guatemala, Parques de vida silvestre, Planes, Manejo

ABSTRACT

University Biotopo "Mario Dary Rivera" for Quetzal conservation (BUCQ) by resolution 4.9.2013 the National Council for Protected Areas, located in the municipalities of Purulhá and Salama, Alta Verapaz, Guatemala; It is administered by the Center for Conservation Studies (CECON), Faculty of Chemistry and Pharmacy, University of San Carlos of Guatemala (USAC); according SIGAP-073 has Type II management category, protected biotope. The aim was to contribute to sustainable management of cloud systems in the region of Verapaz and Buffer Zone BUCQ by proposing to update the Management Plan. The methodology consisted of a literature review, research comparative sources, workshops, field preliminary phase, collection and analysis of biophysical information, field phase and available resources. Integrated management considerations teacher BUCQ, plan includes programs: soil conservation, conservation and forestry, natural resource management, participation and community care, public use, land use and land conflicts, economic development and interagency coordination. Potential project alternatives are proposed to implement recommended ZAM: payment for environmental services, benefits from the sale of goods and services, cost of water management, income management of solid waste, agricultural extension, change land use, forest sanitation, forestry rescue, economic activities associated with ZAM, novel mechanisms and scientific & birdwatching tourism.

Guatemala, National parks, Plans, Management.

Evaluación de extractos de algas marinas y fertilización química sobre el crecimiento y desarrollo de semilla vegetativa del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) Finca Santa Elisa, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, Guatemala, C. A. Fong Celada, Cesia Domenica. Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola. 81 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03319.pdf>

RESUMEN

En la finca Agua Blanca, municipio de La Gomera, Escuintla, Guatemala, se realizó el diagnóstico de las características físicas, institucionales y un análisis de problemas agronómicos, acá se cultivan 1,044.25 ha de caña de azúcar, 58.08 ha de hule, 25.92 ha de limón, su principal actividad es la elaboración de Alga Mar Plus, desde el 2011. En la finca Santa Elisa, Ingenio Magdalena, La Democracia, Escuintla, se evaluaron Alga Mar Plus sobre el crecimiento y desarrollo de semilla vegetativa de caña de azúcar (*Saccharum* spp.), variedad CP71- 6161, bajo un diseño de parcelas divididas, con 7 tratamientos (3 combinaciones de algas marinas mas fertilización química (136 kg/ha de 18-46-0 y 272 kg/ha de Urea), un testigo absoluto y otro relativo), en tres aplicaciones (0, 60 y 90 días después de siembra) y cuatro repeticiones; se muestreó cada 30 días hasta los 7 meses, la unidad experimental fue de 5 surcos de 10 metros de largo. Los resultados muestran diferencias estadísticamente no signi-

ficativas, aunque los materiales cosechados con la aplicación de algas, tienen mayor altura y grosor. Se sugiere una dosis de 4 ó 5 lt/ha de algas para caña de azúcar. Se realizaron cuatro servicios donde se evaluaron: diferentes dosis de algas en caña de azúcar en Finca San Francisco; en café (*Coffea arabica*) en vivero en Finca La Pastoría, Santa Rosa; el efecto potencializador en hule (*Hevea brasiliensis*) en finca Popoyán, Santa Lucía Cotzumalguapa y por último apoyo en toma de lecturas en vivero de hule, finca Agua Blanca.

Caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, Biofertilizantes, Algae, Dosificación.

ABSTRACT

On the farm Agua Blanca, municipality of La Gomera, Escuintla, Guatemala, the diagnosis of the physical, institutional and analysis of agronomic problems took place, here they are grown 1044.25 ha of sugarcane, 58.08 ha of rubber, 25.92 ha of lemon, its main activity is the development of Alga Mar Plus, since 2011. In the Santa Elisa farm, Plant Magdalena, La Democracia, Escuintla, Alga Mar Plus were evaluated on the growth and development of vegetative seed sugarcane (*Saccharum* spp.), CP71-6161, under a split plot design, a variety with 7 treatments (3 combinations of chemical seaweed more fertilization (136 kg / ha of 18-46-0 and 272 kg / ha of urea), a witness absolute and one relative) in three applications (0, 60 and 90 days after planting) and four replicates; was sampled every 30 days to 7 months, the experimental unit was 5 rows 10 meters long. The results show statistically no significant differences, although the harvested material with the application of algae, have greater height and thickness. A dose of 4 or 5 lt / ha of sugarcane algae is suggested. Four services which were evalua-

ted were made: different doses of algae in sugarcane in San Francisco farm; coffee (*Coffea arabica*) in nursery La Pastoria farm, Santa Rosa; the potentiating effect on rubber (*Hevea brasiliensis*) Popoyán farm, Santa Lucia Cotzumalguapa and finally support in taking readings rubber nursery, farm Agua Blanca.

Sugar cane, *Saccharum officinarum*, Biofertilizers, Algae, Dosage.

Sistematización de las experiencias de una investigación registral y catastral de la finca Panorama, San Ramón Vía del Tránsito, municipio de Santa Cruz Barillas, departamento de Huehuetenango. Colucho Carrillo, Lyz Mellina.
Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables. 71 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03318.pdf>

RESUMEN

La Finca Panorama, ubicada en la aldea San Ramón Vía del Tránsito, del municipio de Santa Cruz Barillas, Huehuetenango, Guatemala, se sistematizó las experiencias en la aplicación de la metodología empleada en la realización de una investigación registral y catastral practicada en esta finca. La metodología consistió en fase de gabinete I, investigación en fuentes secundarias de información, investigación histórica en el archivo de Centro América, sección de tierras, investigación registral y catastral, elaboración de mosaico catastral de referencia, fase de campo final, medida en campo y fase de gabinete II. Los resultados muestran que el señor Juan Cristóbal denuncia y solicita adjudicación de terreno baldío denominado "Chiblac", en 1897, posteriormente él y sus socios venden este terreno mas otro a los señores Pedro Castillo y Cándido Recinos por \$808.36 (pesos), por las 22 caballerías 29 manzanas 1224 varas cuadradas. En el 2013 Janis Renardo Cano Molina es propietario de esta finca. Históricamente la finca sufrió de varias inscripciones, desmembraciones, fracciones y agregaciones. Se determinó que existe un traslape registral en el lindero Norte por doble titulación. No coinciden las formas de los terrenos (fincas catastrales) que al unificarse formaron la Finca Panorama, diferencias: área histórica = 1,273,806.50 m² – área medida =

972,300.000 m² diferencia = 301,506.50 m², constituyendo un exceso del 31.1%. Dado que la legislación actual no permite regularizar el exceso encontrado por superar en más de tres veces lo establecido en ley, la decisión final de los interesados fue no desarrollar ningún proyecto en esta propiedad.

Huehuetenango, Catastro, Regularización de tierras.

ABSTRACT

The Panorama farm, located in the village of San Ramón Vía del Tránsito, the municipality of Santa Cruz Barillas, Huehuetenango, Guatemala, systematized experiences in applying the methodology used in conducting an investigation conducted register and titles on this farm. The methodology consisted of phase I of staff, research on secondary sources of information, historical research in the Archives of Central America, section land registry and cadastral research, development of cadastral mosaic reference phase final field, far field phase II cabinet. The results show that Mr. Juan Cristobal complaint and requested award of wasteland called "Chiblac" in 1897, then he and his partners sold the land plus another Messrs Pedro Castillo and Candido Recinos for \$ 808.36 (pesos), by 22 cavalries 29 apples 1224 square yards. In 2013 Janis Renardo Cano Molina owns this farm. Historically the farm suffered from various inscriptions, dismemberment, fractions and aggregations. It was determined that there is a registration overlap in the northern boundary by double registration. Do not match the shapes of the land (cadastral farms) that formed the unified Panorama farm, differences: historic area = 1,273,806.50 m² - area measured = 972,300.000 m², difference = 301,506.50 m², forming an excess of 31.1%. Since the current legislation does not allow regularize the excess found to exceed more than three times the provisions of law, the final decision of those concerned was not develop any project in this property

Huehuetenango, Cadastre, Regularization of ownership.

Comportamiento de las importaciones de fertilizantes, plaguicidas formulados e ingredientes activos grado técnico del 2005 al 2013 en Guatemala C. A. y su relación con los principales cultivos y servicios realizados en el Departamento de Registro de Insumos Agrícolas –DRIA– de la Dirección de Sanidad Vegetal, del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones –VISAR– del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– Guatemala, C. A. Ajsuejay Ajsivinac, Silvia Esther. Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola. 244 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03314.pdf>

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía, EPSA, desarrollado en el Departamento de Registro de Insumos Agrícolas -DRIA- de la Dirección de Sanidad Vegetal del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR- del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA, de febrero a noviembre de 2014, primero se desarrolló un diagnóstico del DRIA. Segundo, se evaluó el comportamiento de las importaciones de fertilizantes, plaguicidas formulados e ingredientes activos grado técnico, del 2005 al 2013, en Guatemala, y su relación con los principales cultivos. Se recopiló la información de la base de datos en el DRIA. Los

resultados reportan que para el período de 2005 a 2013, las cantidades de fertilizantes foliares fueron, líquidos 9 m³, sólidos 4.6 t; herbicidas foliares líquidos 34.2 m³, sólidos 6.8 t; fungicidas líquidos 15.2 m³, sólidos 16.2 t; nematocidas líquidos 0.3 m³, sólidos 3.1 t; insecticidas líquidos 6.9 m³, sólidos 4.3 t; ingredientes activos: Herbicidas líquidos 45.7 m³, sólidos 32.4 t; fungicidas líquidos 12.4 m³, sólidos 10.9 t; insecticidas líquidos 3.7 m³, sólidos 4.2 t. Para este período, el número de empresas registradas fue 50 (2005) y 83 (2013). Empresas formuladoras registradas 5 en 2005 y 7 para 2013. Los cultivos cuantificados en área de producción e insumos consumidos fueron: café, banano, palma de aceite, caña de azúcar, y hortalizas de exportación –arveja china y dulce, ejote francés y brócoli. El crecimiento en número de empresas y área cultivada no fue significativo, pero sí la importación de insumos agrícolas. Ofrece paquetes tecnológicos para cada cultivo. En tercer lugar se desarrollaron servicios en el DRIA: registro de fertilizantes, enmiendas o sustancias afines a fertilizantes o a enmiendas; registro de productos agroquímicos; certificados de registro y libre venta de agroquímicos y fertilizantes y análisis de documentación para registro de experimentales.

Guatemala, Insumos agrícolas, Importaciones, Estadísticas comerciales.

ABSTRACT

EPSA Supervised Agronomy Professional Practice, developed in the Department of Agricultural Input Register -DRIA- of the Plant Health Directorate of the Vice Ministry of Animal Health and Regulations -VISAR- the Ministry of Agriculture, Livestock and Food, MAGA, February to November 2014, a diagnosis of DRIA first developed. Second, the behavior of imports of fertilizers, pesticides and active ingredients formulated technical grade, from 2005 to 2013, in Guatemala, and its relationship with main

crops were evaluated. Information database in the DRIA was collected. The results report that for the period 2005 to 2013, the amounts were foliar fertilizers, liquid 9 m³, solids 4.6 t; foliar herbicides liquids 34.2 m³, solids 6.8 t; fungicides liquids 15.2 m³, solids 16.2 t; nematicides liquids 0.3 m³, solids 3.1 t; liquid insecticides 6.9 m³, solids 4.3 t. Active ingredients: liquid herbicide 45.7 m³, solid 32.4 t; fungicides liquids 12.4 m³, solids 10.9 t; liquid insecticides 3.7 m³, solids 4.2 t. For this period, the number of registered companies was 50 (2005) and 83 (2013), 5 formulators companies registered in 2005 and 7 in 2013. The crop production area quantified and inputs were consumed coffee, bananas, palm oil, sugar cane and vegetable export and sweet -arveja chinese, french green beans and broccoli. The growth in number of companies and cultivated area was not significant, but if the import of agricultural inputs. It provides technology packages for each crop. Thirdly services were developed in the DRIA: registration of fertilizers, amendments and related substances fertilizers or amendments; registration of agrochemicals; certificates of registration and free sale of agricultural chemicals and fertilizers and analysis of experimental documentation for registration.

Guatemala, Farm inputs, Imports, Commercial statistics.

Plan de negocios para la creación de una empresa de productores de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.) de exportación en el municipio de Palencia, Guatemala, C. A. Chávez Cruz, Mario René. Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. 224 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03321.pdf>

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), de la Facultad de Agronomía FAUSAC, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, se desarrolló de febrero a noviembre de 2012, en el municipio de Palencia, Guatemala. Primero se elaboró un diagnóstico sobre la situación nacional e internacional de la producción de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L.). Se realizó un FODA con la información obtenida, Guatemala ocupa el 2do. Lugar en exportaciones a nivel mundial (14% del total), el 23% en Estados Unidos de América; existen 30,000 productores en 200 comunidades y 21 empresas exportadoras. En la segunda etapa se propone un plan de negocios para la creación de una empresa de productores de ejote francés (*P. vulgaris* L.) de exportación en el municipio de Palencia, para lo cual se desarrollaron planes de mercado, producción, organizativo legal y financiero. En el plan de producción se estableció la localización del proceso productivo (mapa uso potencial de tierra, en el municipio de Palencia existen 2,052 ha aptas para la producción de ejote francés); se estableció el tamaño de producción está en función del número de socios de la Sociedad, el área mínima de producción debe ser de 15 ha, equivalente a 368,181.81 kg ejote francés por año. Se estableció que la figura más conveniente es la de Sociedad Anónima. En la tercera etapa se desarrollaron actividades de inspección y precertificación (por APHIS con certificado de

exportación PPQ203) de mango a través del tratamiento con agua caliente en plantas exportadoras de Guatemala.

Guatemala, Ejote francés, *Phaseolus vulgaris*, Mango, *Manguijera indica*, Exportaciones, Planes de desarrollo.

ABSTRACT

Supervised Professional Practice of Agronomy (EPSA), Faculty of Agronomy FAUSAC, University of San Carlos of Guatemala, USAC, was held from February to November 2012, in the municipality of Palencia, Guatemala. First a diagnosis on the national and international situation of the production of french green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) was developed. A SWOT analysis was performed with the information obtained, Guatemala occupies the 2nd. place in exports worldwide (14% of total), 23% in the United States of America; there are 30,000 farmers in 200 communities and 21 exporting companies. In the second stage a business plan for the creation of a company producing french green beans (*P. vulgaris* L.) export in the municipality of Palencia, for which market plans were developed, production, legal organizational aims and financial. In the production plan the location of the production process (map ground potential use in the city of Palencia 2,052 there has suitable for the production of french green beans) was established; production size depends on the number of members of the company, the minimum area of production should be 15 ha, equivalent to 368,181.81 kg french green beans per year was established. It was established that the most suitable figure is that of Anonymous Corporation. In the third stage inspection and precertification developed (APHIS with export license PPQ203) handle through hot water treatment plants in Guatemala exporters.

Guatemala, French green beans, *Phaseolus vulgaris*, Mangoes, *Manguijera indica*, Exports, Development plans.

Documentación de buenas prácticas pecuarias en granja La Unión, Asunción Mita, Jutiapa. Escobar Quintana, José Mauricio. Ingeniero en Industrias Agropecuarias y Forestales. 234 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03315.pdf>

RESUMEN

Granja La Unión, inició operaciones en 1999, en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa, Guatemala, es una empresa dedicada a cría, ceba y comercialización de porcinos (líneas genéticas Dalland y Newsham) en pié. En el primer capítulo se presenta la información general de la granja y estructura organizacional. En el segundo capítulo se presentan antecedentes de la producción porcina a nivel nacional e internacional y los métodos de diagnóstico empleados. Asimismo, los diagramas de flujo de procesos tanto actuales como propuestos para cada área productiva: gestación, maternidad, destete, engorde e inseminación artificial. Los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento, POES (piso de cemento, piso plástico, jaulas, comederos plásticos, comederos de cemento, canales de desechos orgánicos, mangueras de dosificación de agua, tanques de agua, techo de naves, mezcladora, molino, paredes de corrales y piso en vestidores y baño); el plan de bioseguridad y los costos de la implementación del proyecto enfocado a buenas prácticas pecuarias. El tercer capítulo contiene la propuesta de implementar un biodigestor de forma tubular como método para el tratamiento de desechos orgánicos (métodos de diagnóstico, descripción general y específica, costos, beneficios legales y ambientales). En el cuarto capítulo se muestra un plan de capacitación según las necesidades específicas de la granja, así como los métodos de capacitación y evaluación.

Cerdo, Sus scrofa, POES, Planes de desarrollo, Digestores.

ABSTRACT

Farm La Union, began operations in 1999 in the town of Asuncion Mita, department of Jutiapa, Guatemala, is a company dedicated to breeding, fattening and marketing of pigs (genetic lines Dalland and Newsham) standing. In the first chapter general information about the farm and organizational structure it is presented. In the second chapter history of swine production at national and international levels and diagnostic methods used are presented. Also, flowcharts current and proposed processes for each production area: pregnancy, maternity, weaning, fattening and artificial insemination. The Standard Operating Procedures Sanitation, SOPS, (cement floor, plastic floor, crates, plastic feeders, feeders cement channels organic waste, hoses, water metering, water tanks, roof ships, mixer, mill, walls pens and floor dressing rooms and bathroom); the biosecurity plan and the costs of implementing the project focused on good husbandry practices. The third chapter contains the proposal to implement a tubular digester as a method for treating organic waste (diagnostic methods, general and specific description, costs, legal and environmental benefits). In the fourth chapter a training plan is shown according to the specific needs of the farm as well as training methods and evaluation.

Hogs, *Sus scrofa*, Development plans, Digesters.

Evaluación de medios de cultivo para la propagación *in vitro* de anturio (*Anthurium andreanum*); diagnóstico y servicios realizados en el Departamento de Biotecnología del Ingenio Magdalena, S. A., La Democracia, Escuintla, Guatemala, C. A. Puluc Córdova, Rayza de María. Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola. 134 p. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-03322.pdf>

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), de la FAUSAC, USAC, se desarrolló en el Laboratorio de Meristemos, del Departamento de Biotecnología (BIOMAG), Área de Investigación y Desarrollo Agrícola del Ingenio Magdalena, en finca San Patricio, municipio La Democracia, Escuintla, Guatemala, de febrero a noviembre del 2012. En el diagnóstico se conoció la situación actual del Laboratorio de Meristemos del BIOMAG. Los cultivos manejados son caña de azúcar (*Saccharum* spp.) (80%), orquídeas (15%), gusnay (*Spathiphyllum* sp.) (3%) y vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) 82%); el análisis FODA identificó los principales problemas técnicos. La segunda investigación evaluó un medio (MS) para regenerar *in vitro* plantas de anturio (*Anthurium andreanum*) variedad White Beauty, y cuatro concentraciones de reguladores (IBA y BAP: 0+1, 0.05+0.6, 0.5+1, y 0.5+3 mg/l) en inducción de callo, el mejor trata-

miento fue: MS + 0.1 IBA y 0.5 BAP; el mayor desarrollo de callos fue con MS + 0.1 IBA y 1 BAP; y la inducción de cayos en brotes fue MS suplementado con 0.05 IBA más 3 BAP. Se realizaron dos servicios, el primero evaluó dos diferentes medios de cultivo (MS, MR y agua) y seis concentraciones de calcio (0, 20, 40, 60, 80 y 100 ppm) para la inducción de raíces en caña de azúcar (*Saccharum spp.*); la mayor emisión de raíces fue con MR, MR con 60 ppm de calcio y todos lo medios con calcio mejoraron la formación de brotes y raíces adventicias. Segundo se evaluaron tres métodos de desinfección en yemas (Tween20, cloro (33, 20 y 10%), alcohol 75%, hipoclorito de sodio 5%) en diferentes tiempos (35, 20, 15 y 10 min); el mayor porcentaje de meristemos libres de contaminación se obtuvo con el método 2 (17.35% de meristemos libres).

Caña de azúcar, *Saccharum officinarum*, Anturio, *Anthurium andraeanum*, Callo, Sustancias de crecimiento vegetal, Desinfectantes, Medio de cultivo, Alcoholes, Cloro, Hipocloritos.

ABSTRACT

Professional Practice Supervised Agronomy (EPSA), the FAUSAC, USAC, was developed in the Laboratory of Meristems, the Department of Biotechnology (BIOMAG), Area Agricultural Research and Development, Ingenio Magdalena, farm San Patricio, municipality of La Democracia, Escuintla, Guatemala, from February to November 2012. The current situation diagnosis Laboratory Meristems of BIOMAG met. Managed crops are sugarcane (*Saccharum spp.*) (80%), orchids (15%), gusnay (*Spathiphyllum sp.*) (3%) and vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) 82%); SWOT analysis identified the main technical problems. The second study evaluated a medium (MS) to regenerate *in vitro* plants anthurium (*Anthurium andraeanum*) variety White Beauty, and four concentrations of regulators

(IBA and BAP: 0 + 1, 0.05 + 0.6, 0.5 + 1 and 0.5 + 3 mg / l) in callus induction, the best treatment was: MS + IBA 0.1 and 0.5 BAP; the further development of callus was MS + IBA 0.1 to 1 BAP; and induction of keys in outbreaks was MS supplemented with IBA 0.05 plus 3 BAP. Two services were performed, the first evaluated two different culture media (MS, MR and water) and six concentrations of calcium (0, 20, 40, 60, 80 and 100 ppm) for root induction in sugarcane (*Saccharum* spp.); the largest issue was root with MR, MR with 60 ppm of calcium, and calcium all means shoot formation improved and adventitious roots. Second, three methods of disinfection yolks (Tween20, chlorine (33, 20 and 10%), 75% alcohol, 5% sodium hypochlorite) were assessed at different times (35, 20, 15 and 10 min); the highest percentage of free meristems contamination was obtained with Method 2 (17.35% free meristems).

Sugar cane, *Saccharum officinarum*, Anthurium, *Anthurium andraeanum*, Callus, Plant growth substances, Desinfectants, Culture media, Alcohols, Chlorine, Hypochlorites.



REVISTA TIKALIA



INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

La **Revista Tikalia** es editada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC). Se publica semestralmente.

En la revista se publican trabajos originales de contribución técnico-científica (artículos) en el campo de las ciencias sociales, biológicas, agrícolas y forestales; en las áreas de: desarrollo rural, conservación de la biodiversidad y medio ambiente, manejo y mejoramiento de plantas, protección de plantas, ingeniería agrícola, manejo de suelo y agua, administración y comercialización agrícola, silvicultura, tecnología y utilización de productos forestales. Asimismo se publican trabajos de revisión bibliográfica, únicamente a invitación del Consejo Editorial.

Exclusivamente se presentan trabajos escritos en idioma Español para su publicación, los mismos serán evaluados en su contenido científico-tecnológico por el Consejo Editorial de la Facultad de Agronomía, quien podrá invitar "referees" anónimos, dependiendo de la naturaleza del artículo presentado. Los trabajos pueden aprobarse sin correcciones, sujetos a correcciones, o no ser aceptados para su publicación.

POLÍTICA EDITORIAL

Mantener conducta ética en relación a la publicación y a sus colaboradores, rigor con la calidad de los artículos científicos y revisiones bibliográficas, integrar el Consejo Editorial con profesionales de calidad científica y ética con carácter imparcial en el proceso de análisis de los trabajos.

PÚBLICO OBJETIVO

Comunidad nacional e internacional vinculada con las ciencias agrícolas y forestales o campos afines. Estudiantes de licenciatura, postgrado y Profesores de las ciencias agrícolas y forestales.

FORMA Y PREPARACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos deben presentar las siguientes características: espacio 1,5; papel tamaño carta (21.59 x 27.94mm), con márgenes superior, inferior, izquierda y derecha de 2,5cm; fuente Arial 12; y contener un máximo de 10 páginas, incluyendo cuadros y figuras.

En la primera página deberá contener el título del trabajo, el resumen y las palabras clave. En los trabajos en Español, los títulos de cuadros y figuras deberán ser escritos también en inglés; y para los artículos en Inglés en Español. Los cuadros y figuras deberán ser numerados con números arábigos consecutivos y aparecer referidos en el texto.

Los títulos deben identificarse con números arábigos y escribirse con letras mayúsculas (en negrita); los subtítulos, si necesarios, deben identificarse con dos números arábigos (ejemplo: 1.1) y escribirse con letra inicial mayúscula (en negrita).

Los títulos de las figuras deberán aparecer en la parte inferior anteceditos de la palabra "Figura" seguida de su número de

orden (en negrita). Los títulos de los cuadros deberán aparecer en la parte superior y ser anteceditos de la palabra "Cuadro" seguida de su número de orden (en negrita).

En la figura, la fuente (si es pertinente) debe de escribirse por arriba del título, sin punto final; en el Cuadro, en la parte inferior y con punto final. Las figuras deberán estar exclusivamente en escala de grises elaboradas en Microsoft Excel. A las fotografías se aplican los mismos criterios que para las figuras, deben estar en formato JPG.

Los trabajos deben presentarse de acuerdo con el siguiente esquema: TÍTULO en Español, RESUMEN (seguido de palabras clave), TÍTULO DEL ARTÍCULO en Inglés, ABSTRACT (seguido de key words); 1. INTRODUCCIÓN (incluyendo revisión de literatura); 2. MATERIAL Y MÉTODOS; 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN; 4. CONCLUSIONES; 5. AGRADECIMIENTOS (si pertinente); y 6. LITERATURA CITADA, alineadas a la izquierda.

ENVÍO DE TRABAJOS (ARTÍCULOS Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

Para enviar un trabajo para publicación el o los autores pueden hacerlos llegar al Consejo Editorial, por vía electrónica a: ceditorialfausac@gmail.com El Consejo Editorial le notificará sobre la recepción de su trabajo.

Recomendaciones de edición:

Presentación

Los trabajos deben iniciarse con el título, luego abajo colocar los apellidos y nombres del o los autor(es). En esa misma hoja, como pie de página, los títulos y el cargo y lugar de trabajo del o los autor(es).

Título: Conciso e indicar el contenido del trabajo.

Resumen: Presenta una frase introductoria que justifica el trabajo, describe lo que fue estudiado, presenta los principales resultados y conclusiones. Es seguido de las palabras clave.

Abstract: Consiste en la traducción del resumen al idioma Inglés. Es seguido de key words.

Introducción: Breve, esclareciendo la problemática estudiada, plantea hipótesis con base en revisión bibliográfica y finaliza con la indicación del objetivo del trabajo.

Material y métodos: reúne la información necesaria para la reproducción del trabajo por otros investigadores, los diferentes métodos deben referenciarse con base en la bibliografía.

Resultados: Presentación concisa de resultados, incluye cuadros, figuras y fotos.

Discusión: Análisis y discusión de los resultados obtenidos con base en la información bibliográfica.

Conclusión: Con base en la información discutida.

Agradecimiento(s): Sucinto(s), no deben aparecer en el texto. Opcional(es).

Literatura citada: incluye solo las referencias citadas en el texto. Ejemplos:

Periódicos científicos: Nombre de todos los autores, Título del artículo. Título abreviado del periódico, volumen: páginas inicial y final, año de publicación. Ejemplo:

KERN, J.S. & JOHNSON, M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmosphere carbon levels. Soil Sci. Soc. Am. J., 57: 200-210, 1993.

Libro: Autores. Título de la publicación. Número de edición. Local, Editora, año de publicación. Número de páginas. Ejemplo:

FISHER, R.F. & BINKLEY, D. 3.ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2000. 489p.

Participación en obra colectiva: Autores. Título de la parte referenciada seguida de In: Nombre del editor. Título de la publicación, número de edición. Ciudad de Publicación, Editorial, año. Páginas inicial y final. Ejemplo:

Capítulo de libro:

ECK, H.V. & STEWART, B.A. Manures. In: RECHCIGL, J.E., ed. Soil amendments and environmental quality. 2.ed. Florida, CRC press, 1995. p.169-198.

Publicación en Memorias:

VETTORI, L. Ferro "livre" por cálculo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.127-128.

CD-ROM

LIMA, P.C.; MOURA, W.M.; LIMA, W.A.; HIZUMI, S.; MATOS, E.S.; PENNA, B.A., PERTEL, J. Avaliação de leguminosas utilizadas na adubação verde de cafezais orgânicos na zona da Mata de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 4., 2005. Memórias. Londrina, PR., EMBRAPA, 2005. CD-ROM.

Internet:

Cambio climático y calentamiento global en:< <http://www.cambioclimaticoglobal.com>.> Consultada el 13 julio 2007.

La literatura citada en el texto se presenta como: Fisher & Binkley (2000) o (Fisher & Binkley, 2000). Cuando se trata de más de dos autores usar la forma reducida (Hedley et al., 1982). Cuando se trate de más de dos obras del mismo autor en el mismo año, identificar con letras minúsculas. Ejemplo: Martens, 2002a,b.

Revista **tienda** se terminó de imprimir en el mes de junio de 2016, en los talleres de Editora Arizandieta, con una tirada de 500 ejemplares en papel bond beige de 80 gramos.





Autores:

Carlos Orozco Castillo
Héctor Sagastume
Uwe Feldhoff

Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez

Wener Armando Ochoa

EDICIÓN:
Dennis Escobar Galicia

DISEÑO:
Hernán Guerra Sandoval



tikalía



Aportes Científico-Tecnológicos en Sistemas de Producción
Agrícola y Recursos Naturales Renovables

CONTENIDO

- 7 CLONACIÓN *IN VIVO* DE LAS ESPECIES
Tillandsia pruinosa, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia streptophylla* PARA USO COMERCIAL SUSTENTABLE
Carlos Orozco Castillo
Héctor Sagastume
Uwe Feldhoff
- 39 VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO NORESTE
DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
Isaac Rodolfo Herrera Ibáñez
- 57 EL LLAMADO "DESARROLLO SOSTENIBLE"
Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN GUATEMALA
Wener Armando Ochoa
- 71 RESÚMENES DE TESIS
- 95 Instrucciones para los autores

Publicación catalogada en:



www.latindex.unam.mx