



## Propagación *in vitro* de tres especies del género *Tillandsia* en vías de extinción y de potencial uso sustentable

### **Autores:**

Carlos Orozco Castillo<sup>1</sup>

Héctor Sagastume<sup>2</sup>

Uwe Feldhoff<sup>3</sup>

Aura Suchini<sup>4</sup>

Mak Milan Cruz<sup>5</sup>

Recibido el 12-11-2012 / Aprobado el 17-09-2013

<sup>1</sup> Profesor-Investigador de la FAUSAC. Coordinador de la Unidad de Biotecnología de la Facultad de Agronomía, USAC.

<sup>2</sup> Investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

<sup>3</sup> Investigador de la Empresa Tillandsia del Aire, Guatemala.

<sup>4</sup> Investigador del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

<sup>5</sup> Profesor de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

## Resumen

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”, que pertenecen a la familia *Bromeliaceae*, con cerca de 2,000 especies. Esta familia está integrada por tres subfamilias: *Bromeloidae*, *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 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).

El objetivo general del proyecto fue contribuir al desarrollo de metodologías que permitan la propagación de tres especies de *tillandsias* en vías de extinción, determinar el efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación de tres especies de *tillandsias*, a nivel de laboratorio, en cultivo *in vitro*.

La metodología, de manera sintética, consistió en evaluar la propagación *in vitro*, utilizando cinco dosis de bencilaminopurina, en tres especies de *tillandsias*.

Al finalizar la investigación se obtuvieron los siguientes resultados: Una metodología desarrollada para la propagación *in vitro* de tres especies de *tillandsias* a nivel de laboratorio de biotecnología.

El presente proyecto contribuirá al uso y manejo sostenible de este recurso natural nativo a la biodiversidad del país. Además ayudará a la lucha por evitar la extinción de especies en peligro. Así como también contribuirá a generar y mantener fuentes alternas de trabajo, a diversificar la producción agrícola, a generar ingresos de divisas, y consecuentemente, al mejoramiento de la calidad de vida del pequeño y mediano productor de *tillandsias*.

**Palabras claves:** *Tillandsias*, *in vitro*, propagación, especies, extinción, bencilaminopurina.



## Summary

Guatemala exports annually million specimens of wild flora abroad for ornamental purposes. Between 1994 and 2002, Guatemala exported, in the field of flowers, plants, seeds and roots, 367.2927 million U.S. dollars to various countries (Banco de Guatemala, 2005). Among the species most in demand are the “cock” (*Tillandsia* spp.) Or “Air Plants”, which belong to the family Bromeliaceae, with almost 2,000 species. This family consists of three subfamilies: Bromeloideae, Pitcarnioideae and Tillandsioideae. Of these, the subfamily Tillandsioideae 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 is as an ornamental plant tillandsia, however, there are reports that in Ecuador aerial parts are used as an antispasmodic and as medicine for eye infections (Rivers and Khan, 1998). Within its medicinal uses are reported to be used in washed leaves for rheumatism (Bye, 1985) and as a remedy for coughs and bronchitis, without reporting that part of the plant is used (Gonzalez, 1984).

The overall objective of the project was to contribute to the development of methodologies for the spread of three species of endangered tillandsias determine the effect of benzylaminopurine (BAP) on the spread of three species of tillandsia, in the laboratory, in culture in vitro.

The methodology, briefly, was to evaluate the propagation in vitro, using three doses of benzylaminopurine, in five species of tillandsia.

At the end of the investigation the following results were obtained: A methodology developed for in vitro propagation of three species of laboratory scale tillandsias Biotechnology.

This project will help to contribute to the sustainable use and management of this natural resource native biodiversity of the country, help the efforts to prevent the extinction of endangered species, help generate and maintain alternative sources of employment, diversify agricultural production, generate foreign exchange earnings, and consequently improving the quality of life of small and medium producers of tillandsias.

**Key words:** *Tillandsias*, in vitro, propagation, species, extinction, benzylaminopurine.

## Introducción

Las *tillandsias* 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 mensualmente 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).

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.

## **Objetivos e hipótesis**

### **Objetivos general**

Contribuir al desarrollo de metodologías que permitan la propagación de tres especies de tillandsias en vías de extinción.

### **Objetivos específicos**

Determinar el efecto de la bencilaminopurina (BAP) sobre la propagación de tres especies de tillandsias, a nivel de laboratorio en cultivo *in vitro*.

### **Hipótesis**

- A.** La bencilaminopurina (BAP) tiene efecto sobre la propagación de tres especies de tillandsias, a nivel de laboratorio en cultivo *in vitro*.
- B.** No existe efecto de la bencilaminopurina en la propagación de tres especies de Tillandsia, a nivel de laboratorio en cultivo *in vitro*.

## **Material y métodos**

### **Localización del experimento**

Una parte del trabajo de investigación *in vitro* se realizó en el laboratorio de Biotecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), ubicado en el kilómetro 21.5 carretera al Pacífico, Bárcena, Villa Nueva, Guatemala. La otra parte del trabajo de investigación *in vitro* se realizó en el laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.



## Experimentos *in vitro*

Los principales procedimientos en la fase *in vitro* fueron los siguientes:

- A. Los explantes iniciales para la fase *in vitro* fueron semilla botánica, provenientes del invernadero de la empresa “Clavela del Aire”, ubicada en San Juan Sacatepéquez.
- B. Previo a la siembra de las semillas se procedió a su desinfección, mediante el uso de hipoclorito de calcio al uno por ciento, durante 15 minutos, luego, se lavaron las semillas, tres veces, en agua destilada estéril. Posteriormente, se sumergieron las semillas en alcohol etílico al 70% durante un minuto, y por último, se lavaron tres veces con agua destilada estéril. Finalmente, se procedió a su siembra en el medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962), a un cuarto de su concentración original (George, E.F. 1995).
- C. Una vez germinadas las semillas (alrededor de un mes) se procedió a la evaluación de los tratamientos para la propagación de las plántulas. Para cada una de las especies se evaluaron cinco tratamientos en la fase *in vitro*, los cuales se describen en el cuadro 2 (Feldhoff, 2005).

**Cuadro 1.** Dosis de BAP evaluadas *in vitro*, según tratamiento. (BAP dose tested *in vitro*, according to treatment.)

Tratamiento	Dosis de BAP (mg/L.)
1	0 (testigo)
2	0.5
3	1.0
4	1.5
5	2.0

Fuente: FODECYT 04-2006.

- A. Por cada tratamiento se sembraron entre 4 y 25 explantes germinados, dependiendo de la disponibilidad de semillas.
- B. Las variables de respuesta se midieron cada mes y fueron las siguientes:
  - Número de brotes.
  - Altura de brotes.

### **Diseño experimental**

El diseño experimental *in vitro*, el diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial de los tratamientos. Para cada especie se hizo un experimento por separado. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + a_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = efecto de la media general de la población.

$B_i$  = efecto de la  $i$ -ésima dosis de BAP.

$a_{ij}$  = error asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### **Análisis de la información**

Para los datos que se obtuvieron de cada una de las variables de respuesta se hizo una prueba de normalidad por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. Para las variables de respuesta que tuvieron una distribución de frecuencia normal se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) por medio del programa estadístico SAS. Las variables que resultaron con diferen-

cias estadísticas significativas al 5%, se les hizo una prueba de separación de medias, por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan. Finalmente, los resultados se resumieron en cuadros.

## **Resultados y discusión**

### **Propagación *in vitro* de *Tillandsia caput-medusae***

#### **Número de brotes**

El ANDEVA (cuadro 2) detectó diferencias entre tratamientos por lo que se procedió a hacer una separación de medias por medio de la prueba de rango múltiple de Duncan (cuadro 3). La prueba de Duncan nos indica que los dos mejores tratamientos fueron cuando se aplicó 1.0 y 1.5 mg/L. de BAP, con lo cual se obtienen 22.2 y 18.5 brotes por planta en 60 días. Si no se aplica BAP (tratamiento testigo) se obtienen 2.0 brotes por planta en 60 días.

De acuerdo con la gráfica 1, se observa que, aparentemente, la respuesta de esta especie a la aplicación de BAP sigue una curva de tendencia cuadrática, cuyo máximo es 1.0 mg/L. de BAP, dosis que produce el mayor número de brotes, no existiendo una tendencia que indique lo contrario.

**Cuadro 2.** ANDEVA para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable number of outbreaks of the species *Tillandsia caput-medusae* propagated *in vitro*.)

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Pr &gt; Fc</b>
Tratamientos	4	989.30	25.54**	0.0001
Error	15	145.25		
Total	19	1134.55		

Pr > Fc = probabilidad de encontrar un valor mayor que la F calculada

\*\* = altamente significativo (< 1%)      Coeficiente de variación = 21.7%.

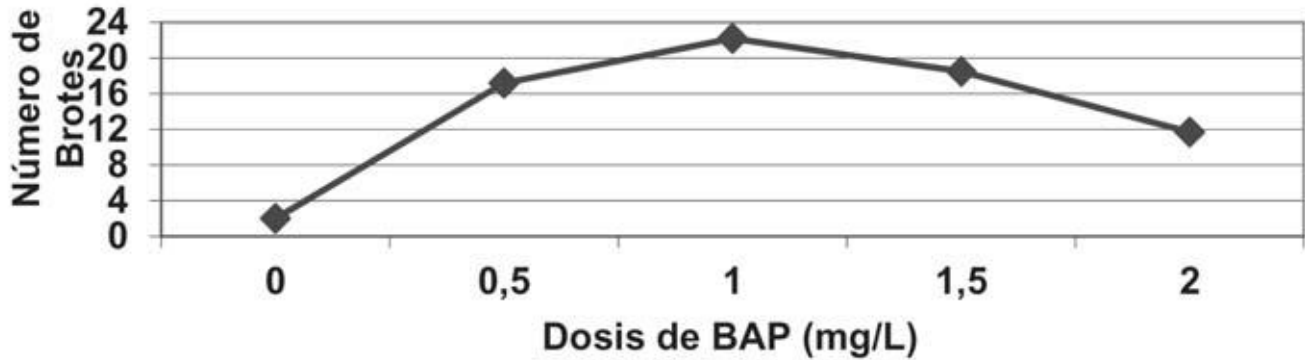
Fuente: FODECYT 04-2006.

**Cuadro 3.** Prueba de Duncan para la variable número de brotes de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. (Duncan test for the variable number of outbreaks of the species *Tillandsia caput-medusae* propagated *in vitro*.)

<b>Tratamiento (mg/L. de BAP)</b>	<b>Número de Brotes</b>	<b>Prueba de Duncan(al 5%)</b>
1.0	22.2	a
1.5	18.5	a b
0.5	17.2	b
2.0	11.7	c
0.0	2.0	d

Fuente: FODECYT 04-2006.

**Gráfica 1.** Número de brotes, según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. (Number of outbreaks, as BAP dose, species *Tillandsia caput-medusae* *in vitro* propagated).



Fuente: FODECYT 04-2006.

### B. Altura de brotes

El ANDEVA (cuadro 4) no detectó diferencias entre tratamientos a un nivel de significancia del 5%. Las alturas de brotes, cuyas diferencias a nivel de cultivo *in vitro* se consideran irrelevantes, variaron entre 2.2 y 2.5 cm (gráfica 2).

**Cuadro 4.** ANDEVA para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable height of outbreaks of the species *Tillandsia caput-medusae* propagated *in vitro*).

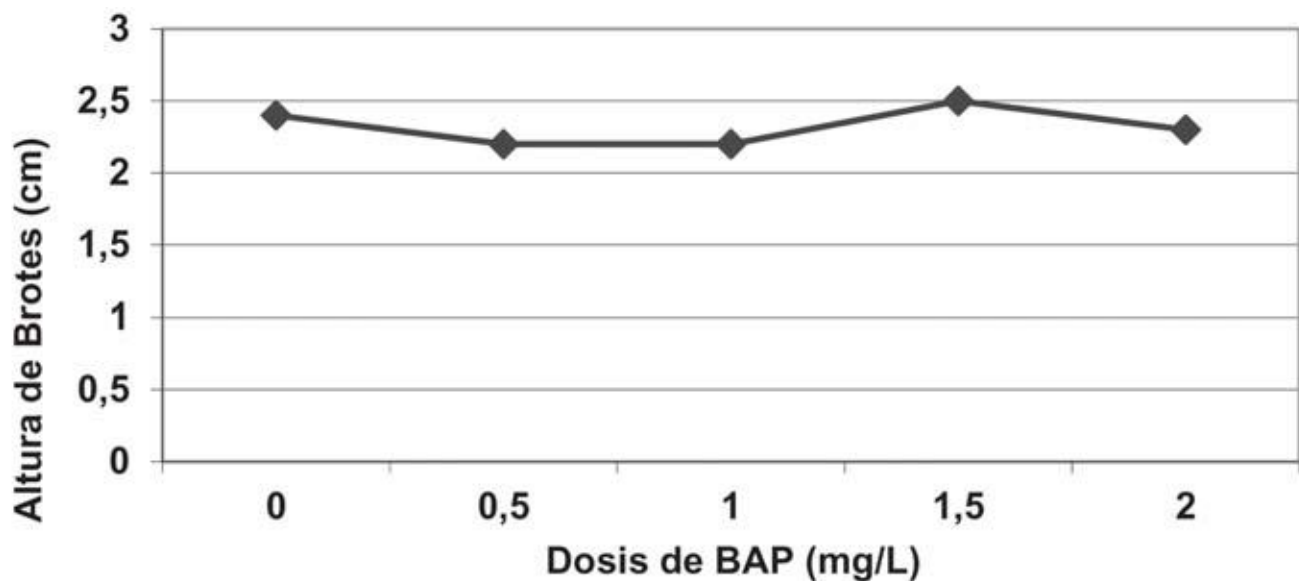
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	F Calculada	Pr > Fc
Tratamientos	4	0.277	2.56 NS	0.0812
Error	15	0.405		
Total	19	0.682		

Pr > Fc = probabilidad de encontrar un valor mayor que la F calculada

NS = no significativo al 5% de nivel de significancia Coeficiente de variación = 7.0%.

Fuente: FODECYT 04-2006.

**Gráfica 2.** Altura de brotes, según dosis de BAP, de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. (Height of shoots, as BAP dose, species *Tillandsia caput-medusae* propagated *in vitro*.)



Fuente: FODECYT 04-2006.

La figura 1 muestra Plántulas recién germinadas de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*. La figura 2 constata la respuesta de esta especie a la propagación *in vitro*, particularmente con el tratamiento 3 (1.0 mg/L. de BAP).

**Figura 1.** Plántulas recién germinadas de la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*.

Fuente: FODECYT  
04-2006.



**Figura 2.** Tratamiento 3 (1.0 mg/L. de BAP) en la especie *Tillandsia caput-medusae* propagada *in vitro*.

Fuente: FODECYT  
04-2006.



## ***1.2 Propagación in vitro de Tillandsia magnusiana***

### **A. Número de brotes**

El ANDEVA (cuadro 5) detectó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos utilizados. Previo al ANDEVA se realizó una transformación de los datos utilizando raíz cuadrada [ $Y' = \sqrt{Y+1}$ ].

**Cuadro 5.** ANDEVA para la variable número de brotes en la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable number of outbreaks in magnusiana *Tillandsia* species propagated *in vitro*.)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > Fc
Tratamientos	4	18.3073	4.5768	46.60	0.0001
Error	120	11.7851	0.0982		
Total	124	30.0925			

Coefficiente de variación = 19%

La probabilidad de encontrar un valor mayor que la F calculada fue de 0.0001, lo cual es altamente significativo, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, la bencilaminopurina (BAP) tiene efecto sobre la propagación de la especie *Tillandsia magnusiana* en cultivo *in vitro*. Para determinación del mejor tratamiento que induce una mayor producción de brotes, fue necesario realizar una prueba de separación de medias para lo cual se utilizó la prueba de Duncan a un 5% de nivel de significancia. El cuadro 6 nos indica que los mejores tratamientos que induce a la proliferación de brotes son utilizando 1.5 y 2.0 mg/L. de BAP, pero con fines de reducir costos el mejor se considera el tratamiento con 1.5 mg/L. de BAP, con una media de 2.0 brotes producidos.



**Cuadro 6.** Prueba de Duncan para la variable número de brotes, en la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vitro*. (Duncan test for the variable number of outbreaks in magnusiana *Tillandsia* species propagated *in vitro*.)

Tratamiento (mg/L. de BAP)	Número de Brotes	Agrupación Duncanal 5%
1.5	2.0	a
2.0	2.0	a
1.0	1.7	b
0.5	1.5	b
0.0	1.0	b

Fuente: FODECYT 04-2006.

### B. Altura de brotes

El ANDEVA (cuadro 7) detectó que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos utilizados. La probabilidad de encontrar un valor mayor que la F calculada fue de 0.0001, lo cual es altamente significativo, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna, la bencilaminopurina (BAP) tiene efecto sobre la propagación de la especie *Tillandsia magnusiana* en cultivo *in vitro*. Para determinación del mejor tratamiento que induce una mayor altura de brotes, fue necesario realizar una prueba de separación de medias para lo cual se utilizó la prueba de Duncan a un 5% de nivel de significancia. En el cuadro 34 se indica que el tratamiento que induce al mayor crecimiento de las plántulas es sin aplicar BAP (0.0 mg/L. de BAP), con una media de 1.1 cm. de altura de brote. Se observa una tendencia de que a mayor concentración de BAP aplicado se reduce

la altura de brote, como es el caso de los tratamientos con 2.0 y 1.5 mg/L de BAP.

**Cuadro 7.** ANDEVA para la variable altura de brotes de la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable height of sprouts magnusiana *Tillandsia* species propagated *in vitro*.)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > Fc
Tratamientos	4	12.1133	3.0283	59.88	0.0001
Error	120	6.0688	0.0506		
Total	124	18.1821			

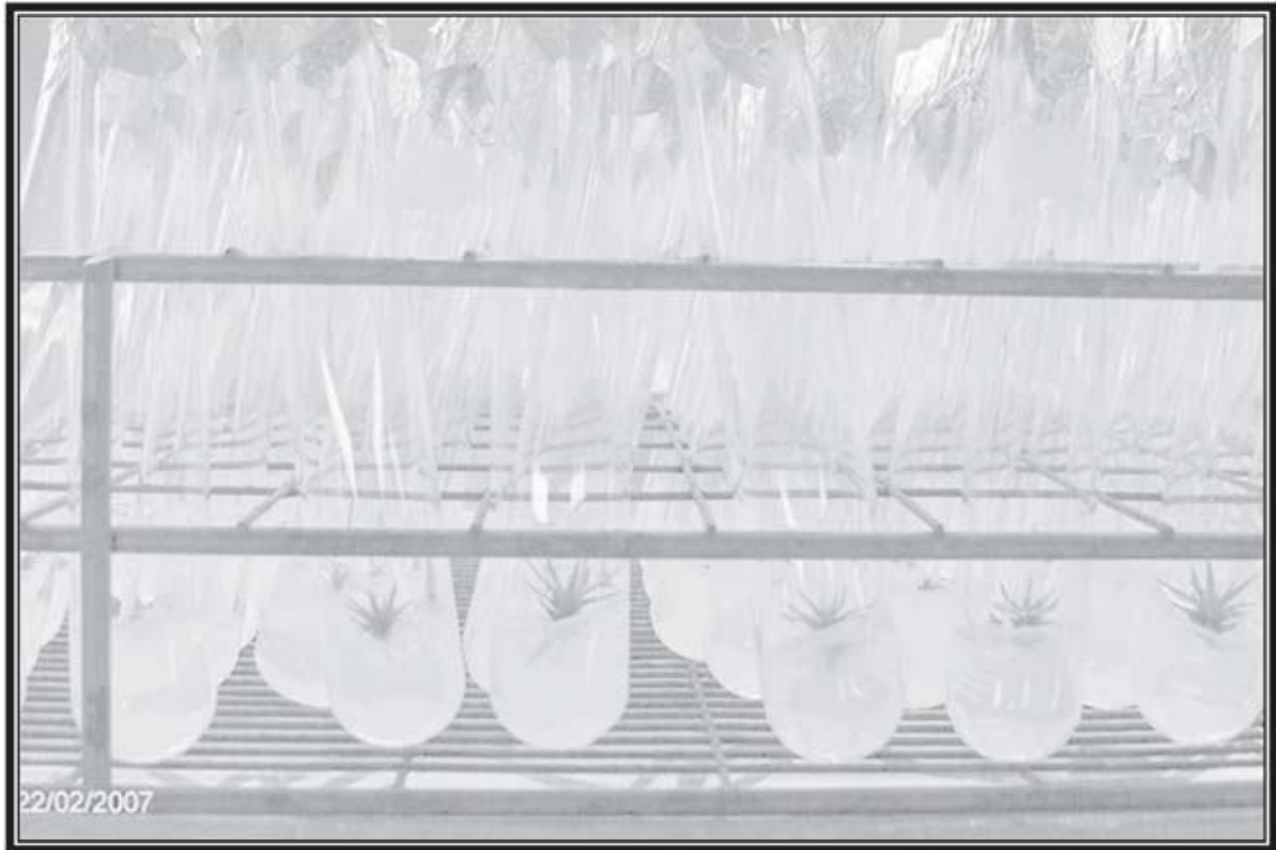
Coefficiente de variación = 35%

**Cuadro 8.** Prueba de Duncan para la variable altura de brotes en la especie *Tillandsia magnusiana* propagada *in vitro*. (Duncan test for the variable height of the species outbreaks *in vitro* propagated *Tillandsia magnusiana*).

Tratamiento (mg/L. de BAP)	Altura de Brote (cm.)	Agrupación Duncan (al 5%)
0.0	1.1	a
0.5	0.8	b
1.0	0.4	b
2.0	0.3	c
1.5	0.2	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

La figura 3 demuestra de manera fehaciente la propagación *in vitro* de Plántulas de *Tillandsia magnusiana*.



**Figura 3.** Plántulas de *Tillandsia magnusiana* en propagación *in vitro*.

Fuente: FODECYT 04-2006.

### ***4.3 Propagación in vitro de Tillandsia plagiotropica***

#### **A. Número de brotes**

El ANDEVA (cuadro 9) detectó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos utilizados. Previo al análisis de los datos se realizó una transformación de los datos utilizando raíz cuadrada [ $Y' = \sqrt{Y+1}$ ]. La

probabilidad de encontrar un valor mayor que la F calculada fue altamente significativa (0.0001), por lo tanto se acepta la hipótesis alterna de que el BAP tiene efecto sobre la propagación *in vitro* de la especie *Tillandsia plagiotropica*. Para determinar las diferencias entre tratamientos se hizo una prueba de separación de medias por medio de la prueba de Duncan, con un nivel de significancia del 5% (cuadro 10). En el cuadro 10 se observa que todos los tratamientos superaron al testigo y que los dos mejores tratamientos fueron al utilizar 2.0 y 1.5 mg/L. de BAP, produciendo 1.7 y 1.6 brotes, respectivamente.

**Cuadro 9. ANDEVA para la variable número de brotes en la especie *Tillandsia plagiotropica* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable number of outbreaks in plagiotropic *Tillandsia* species propagated *in vitro*.)**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > Fc
Tratamientos	4	13.0550	3.2637	17.29	0.0001
Error	120	22.6505	0.1888		
Total	124	35.7055			

Coefficiente de variación = 33%

Fuente: FODECYT 04-2006.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para la variable número de brotes en la especie *Tillandsia plagiotropica* propagada *in vitro*. (Duncan test for**

*the variable number of outbreaks in plagiotropic Tillandsia species propagated in vitro.)*

Tratamiento (mg/L. de BAP)	Número de Brotos	Agrupación Duncan (al 5%)
2.0	1.7	a
1.5	1.6	a b
0.5	1.3	b
1.0	1.3	b
0.0	0.8	c

Fuente: FODECYT 04-2006.

## B. Altura de brotes

El ANDEVA (cuadro 11) detectó diferencias entre los tratamientos evaluados, debido a que la probabilidad (0.0001) fue altamente significativa, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna de que el BAP tiene efecto sobre la altura de brotes de la *Tillandsia plagiotropica* en cultivo *in vitro*. Para hacer una separación de las medias se utilizó la prueba de Duncan, a un 5% de nivel de significancia. El cuadro 12, indica que los tratamientos que produjeron una mayor altura de brotes fueron los que contenían 0.0, 0.5 y 1.0 mg/L. de BAP, mientras que los tratamientos que produjeron una menor altura de brotes fueron los tratamientos 4 y 5 (1.5 y 2.0 mg/L. de BAP.) Al igual que con las otras especies se observó una tendencia de que a mayor concentración de BAP aplicado se reduce la altura de los brotes.

**Cuadro 11.** ANDEVA para la variable altura de brote en la especie *Tillandsia plagiotropica* propagada *in vitro*. (ANOVA for the variable height of outbreak plagiotropic *Tillandsia* species propagated *in vitro*).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	Pr > Fc
Tratamientos	4	4.5339	1.1335	36.11	0.0001
Error	120	3.7672	0.0314		
Total	124	8.3011			

Coefficiente de variación = 34%

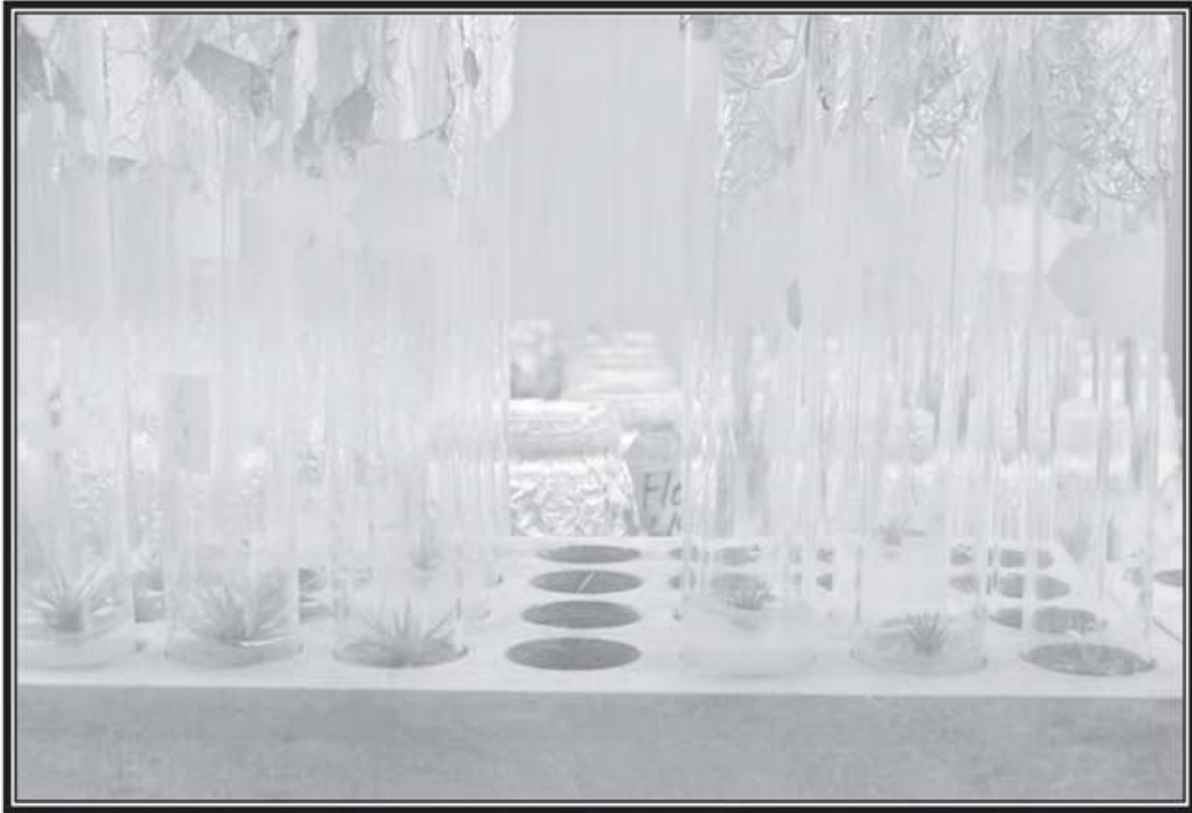
Fuente: FODECYT 04-2006.

**Cuadro 12.** Prueba de Duncan para la variable altura de brote de la especie *Tillandsia plagiotropica* propagada *in vitro*. (Duncan test for variable height outbreak plagiotropic *Tillandsia* species propagated *in vitro*).

Tratamiento (mg/L. de BAP)	Altura de Brote (cm.)	Agrupación Duncan (al 5%)
0.0	0.7	a
0.5	0.6	a
1.0	0.6	a
1.5	0.3	b
2.0	0.3	b

Fuente: FODECYT 04-2006.

En la figura 4 se observa la factibilidad de la propagación *in vitro* de la especie *Tillandsia plagiotropica*.



**Figura 4.** Plántulas de *Tillandsia plagiotropica* en crecimiento *in vitro*.

Fuente: FODECYT 04-2006.

## Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se llevaron a cabo los experimentos, y después del análisis de los resultados, el trabajo de investigación contribuye al desarrollo de las metodologías que permiten la propagación *in vitro* del género *Tillandsia*, por lo anterior se concluye lo siguiente:

- A.** La mejor dosis para la propagación *in vitro* de *Tillandsia caput-medusae*, es la de un miligramo de bencilaminopurina por litro de medio de cultivo, obteniéndose 22 brotes por planta en dos meses. No se encontró efecto de la aplicación de bencilaminopurina sobre la altura de los brotes en esta especie.
- B.** Para la especie *Tillandsia magnusiana* las mejores dosis para la propagación *in vitro* fueron 1.5 y 2.0 miligramos de bencilaminopurina por litro de medio de cultivo, obteniéndose 2.0 brotes por planta en seis meses, en ambas dosis.
- C.** Para la especie *Tillandsia plagiotropica* las mejores dosis para la propagación *in vitro* fueron 1.5 y 2.0 miligramos de bencilaminopurina por litro de medio de cultivo, obteniéndose 1.6 y 1.7 brotes por planta en seis meses, respectivamente.
- D.** En base al análisis estadístico para las especies de *Tillandsia caput-medusae*, *Tillandsia magnusiana* y *Tillandsia plagiotrópica* se acepta la hipótesis de que la bencilaminopurina tiene efecto en la inducción de brotes y altura de las plántulas.



## Literatura citada

1. **BANCO DE GUATEMALA.** 2005. Estadísticas de Exportación por Rubro: 1994-2002. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/estaeco/>.
2. **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.
3. **GONZÁLEZ, E.M.** 1984. Las plantas medicinales de Durango. Inventario Básico. Cuadernos de Investigación Tecnológica.1(2): CIDIIR-IPN. 115 p.
4. **MURASHIGE, T.; SKOOG, F.**1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15:473-497.
5. **GEORGE, E.F.** 1995. "Plant Propagation by Tissue Culture Part – 2 – In Practice. Exegetics Ltd., Edington.
6. **FELDHOFF, U.M.H.** 2005 (comunicación personal).