



**UADY**  
FACULTAD DE  
QUÍMICA

**EFECTO DEL ALUMINIO SOBRE LOS NIVELES DE  
POLIAMINAS EN CÉLULAS EN SUSPENSIÓN DE  
*Coffea arabica* L. Y SU RELACIÓN CON LA  
TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES VIA  
FOSFOLIPASA C**

**TESIS**

**PRESENTADA POR**

***ARMANDO JOSÉ TORRES AVILEZ***

**EN OPCIÓN AL TÍTULO DE**

**QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO**

**2007**

**BIBLIOTECA CICY**

## Índice

	Página
Resumen	I
Introducción	1
Capítulo I	3
Antecedentes	3
I.1.- Aluminio	3
I.1.1.- Efectos fisiológicos del aluminio	3
I.1.2.- Efectos bioquímicos del aluminio	4
I.1.3.- Efectos del aluminio en la nutrición mineral	6
I.2.- Poliaminas	6
I.2.1.- Generalidades	6
I.2.2.- Biosíntesis de las poliaminas	7
I.2.3.- Funciones de las poliaminas	9
I.2.4.- Interacciones de las poliaminas con enzimas	9
I.2.5.- Interacciones de las poliaminas con ácidos nucleicos	9
I.2.6.- Las poliaminas y el ciclo celular	10
I.2.7.- Las poliaminas y el amortiguamiento del pH	11
I.2.8.- Las poliaminas como factores de crecimiento	11
I.2.9.- Mecanismo de acción de las poliaminas	12
I.3.- La transducción de señales	13
I.3.1.- Los fosfoinosítidos	13
I.3.2.- El catabolismo de los fosfolípidos	14
I.3.3.- La Fosfolipasa C (PLC) en células animales	15
I.3.4.- La PLC en plantas	15
I.3.5.- Función de la PLC	16
I.4.- El café	18
I.5.- Efecto del Aluminio en el metabolismo de los fosfoinosítidos	19
I.6.- Efecto del Aluminio sobre los niveles de poliaminas	20
I.7.- Las Poliaminas y su efecto sobre la actividad de la PLC	20

	Página
I.8.- El cafeto como modelo de estudio	21
Capítulo II	23
Objetivos	23
II.1.- Objetivos generales	23
II.2.- Objetivos particulares	23
II.3.- Hipótesis	24
Capítulo III	25
Materiales y métodos	25
III.1.-Diseño experimental	25
III.2.- Materiales y reactivos	26
III.2.1.- Material biológico	26
III.2.2.- Reactivos	27
III.3.- Metodología	27
III.3.1.- Curva de crecimiento	27
III.3.2.- Tratamientos con $AlCl_3$	27
III.3.3.- Extracción y cuantificación de las Pas	28
III.3.4.- Extracción de proteínas	29
III.3.5.- Cuantificación de proteínas	30
III.3.6.- Ensayo de la actividad de la fosfolipasa C (PLC)	32
Capítulo IV	33
Resultados	33
IV.1. Caracterización del ciclo de cultivo	33
IV.2.- Efecto del aluminio sobre los niveles de poliaminas libres	34
IV.2.1.- Efecto del aluminio sobre los niveles de putrescina libre	34
IV.2.2.- Efecto del aluminio sobre los niveles de espermidina libre	35
IV.2.3.- Efecto del aluminio sobre los niveles de espermina libre	36
IV.3.- Efecto del aluminio sobre los niveles de poliaminas conjugadas	38
IV.3.1.- Efecto del aluminio sobre los niveles de putrescina conjugada	38
IV.3.2.- Efecto del aluminio sobre los niveles de espermidina conjugada	39

	Página
IV.3.3.- Efecto del aluminio sobre los niveles de espermina conjugada	40
IV.4.- Efecto del aluminio sobre la actividad específica de la PLC	41
Capítulo V	44
Discusión	44
Capítulo VI	54
Conclusiones	54
Perspectivas	56
Apéndice I	57
Apéndice II	59
Referencias bibliográficas	60

## Resumen

Estudios recientes sugieren que las poliaminas pueden servir como indicadores de tolerancia por Al en ciertas variedades de plantas y que los efectos de las poliaminas son posteriores a la señalización por aluminio; además, pueden actuar como moléculas señalizadoras, amplificando la respuesta al aluminio usando un mecanismo de transducción de señales que involucra a los fosfoinosítidos y a la fosfolipasa C.

Para obtener un mejor panorama de la relación entre las poliaminas y la transducción de señales como respuesta a la toxicidad generada por el aluminio, se cultivaron suspensiones celulares de *Coffea arabica* L. del 7° y 14° día de un ciclo de cultivo, en presencia de diferentes concentraciones de  $\text{AlCl}_3$  (0, 25 y 100  $\mu\text{M}$ ) durante períodos de tiempo cortos (15 minutos) y largos (60 minutos)..

Entre los resultados más relevantes se observó que en las suspensiones celulares correspondientes al 7° día del ciclo de cultivo, el incremento en las concentraciones de espermidina y espermina libre estimulan la actividad de la fosfolipasa C cuando las células son tratadas con 25  $\mu\text{M}$  de  $\text{AlCl}_3$  durante tiempos cortos; así mismo, al aumentar el tiempo de tratamiento a 60 minutos, la actividad de esta enzima se ve disminuida posiblemente por el incremento en las concentraciones de la putrescina libre y la disminución de los niveles de espermina libre, siendo esta inhibición proporcional a la concentración de  $\text{AlCl}_3$  empleada.

Por otro lado en las suspensiones celulares del 14° día del ciclo de cultivo, la disminución en las concentraciones de espermina y putrescina libre así como la conservación de los niveles de espermidina, estimulan la actividad de la fosfolipasa C cuando las células son tratadas con 25  $\mu\text{M}$  de  $\text{AlCl}_3$  a tiempos cortos. A tiempos largos, el incremento en las concentraciones de espermidina y espermina libre así como las variaciones en los niveles de putrescina libre inhiben la actividad de la fosfolipasa C.

Estos resultados sugieren una fuerte relación entre la vía de transducción de señales vía fosfolipasa C, la toxicidad generada por aluminio y los niveles de poliaminas intracelulares.

**SEP**



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica



Dirección General de Educación Superior Tecnológica



**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**CARACTERIZACIÓN DEL MATORRAL  
DE DUNA COSTERA A LO LARGO DEL LITORAL  
YUCATECO**

**TESIS**

Que presenta:

**WENDY MARISOL TORRES AVILEZ**

Como requisito parcial para obtener el título de:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

Conkal, Yucatán, México  
2007

## CONTENIDO

	Páginas
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRAC</b> .....	xii
 <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
 <b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 La vegetación de duna costera.....	3
2.1.1 Zona de pioneras.....	5
2.1.2 Zona de matorral.....	6
2.1.3 Factores que determinan la composición y estructura de la vegetación de dunas costeras.....	7
2.1.4 Distribución geográfica de la vegetación de dunas costeras...	9
2.2. Descripción de las comunidades vegetales.....	10
2.3 Estudios previos de la vegetación de dunas costeras.....	13
2.4 Métodos multivariados para el análisis de la vegetación.....	14
2.4.1 Métodos de clasificación.....	15
2.4.2 Métodos de ordenación.....	16
 <b>III. OBJETIVOS</b> .....	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
 <b>IV. HIPÓTESIS</b> .....	19
 <b>V. METODOLOGÍA</b> .....	20
5.1 Descripción del área de estudio.....	20
5.1.1 Clima.....	21
5.1.2 Geología.....	21
5.1.3 Suelo.....	22