

# Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de flores de *Mangifera indica* L. evaluadas mediante el método de captura del radical DPPH• y detección de alteraciones nucleolares en células meristemáticas de *Allium cepa* L.

Gómez Casco, L<sup>1\*</sup>; Dávalos, L<sup>1</sup>; Leiva, C<sup>1</sup>; Rotela, Y<sup>1</sup>; Ucedo, A<sup>1</sup>; Valdovinos, M<sup>1</sup>; Vera, G<sup>1</sup>; Ocampos, R<sup>1</sup>, De Oliveira, R<sup>2</sup>; Ferreira, F<sup>3</sup>; Martínez, M<sup>4</sup>; Gayozo, E<sup>1</sup>; Torres, E<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Laboratorio de Mutagénesis, Carcinogénesis y Teratogénesis Ambiental, San Lorenzo, Paraguay.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Odontología, Carrera de Odontología, Asunción, Paraguay.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Química, Laboratorio de Instrumental, San Lorenzo, Paraguay.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales-Área de Química Orgánica de los Productos Naturales, San Lorenzo, Paraguay.

\*E-mail del autor: marialeticiagomezcasco@gmail.com

---

**Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de *Mangifera indica* L. evaluadas mediante el método de captura del radical DPPH• y detección de alteraciones nucleolares en células meristemáticas de *Allium cepa* L.** *Mangifera indica* es una planta muy utilizada con fines medicinales, pero existe escasa información sobre la toxicología de sus flores, por ello se propuso como objetivo, evaluar las actividades antioxidante y genotóxica del extracto etanólico de sus flores, empleando el método de captura de radicales DPPH• y analizando alteraciones nucleolares en células meristemáticas de *Allium cepa*. El ensayo DPPH• se realizó exponiendo cantidades de 40, 80, 200, 400, 560 µg del extracto a 3,9 mg% del radical y se midió la absorbancia a  $\lambda=570$  nm. Para el *Allium test*, las células meristemáticas fueron expuestas a 1, 20, 40, 60 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> del extracto por 24, 48 y 72 horas, igual que los controles, se contabilizaron 1000 células y fueron analizados con el test T. La IC<sub>50</sub> del extracto fue de 338,2±0,5 µg, 15 veces menor al ácido ascórbico. Mientras que en el ensayo de genotoxicidad se evidenció un aumento significativo en la frecuencia de células con 4, 5 y 7 nucléolos en la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup> a las 24 horas de exposición y en células con 4 y 5 nucléolos en 80 mg.mL<sup>-1</sup> a 72 horas, además se encontraron partículas nucleolares en el citoplasma en 1 y 60 mg.mL<sup>-1</sup> a las 48 horas y a las 72 horas en 40 y 60 mg.mL<sup>-1</sup>, y en el nucleoplasma en concentraciones 40 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> a 24 horas y 72 horas en 20 mg.mL<sup>-1</sup>. Sugiriendo que el extracto presenta actividad antioxidante in vitro, y efectos genotóxicos sobre los nucléolos.

**Palabras clave:** *Mangifera indica*; NOR, radical libre, 2,2-difenil-1-picrilhidracilo.

**Genotoxic and antioxidant activities of the ethanolic extract of *Mangifera indica* L. evaluated using the DPPH• radical capture method and detection of nucleolar alterations in meristematic cells of *Allium cepa* L.** *Mangifera indica* is widely used for medicinal purposes, but there is little information about the toxicology of this flowers, thus objective of this study was to evaluate the genotoxic and antioxidant activities of the ethanolic extract of *M. indica* flowers analyzing nucleolar alterations in meristematic cells of *Allium cepa* and the radical capture method DPPH• respectively. The DPPH• assay was performed by exposing amounts of 40, 80, 200, 400, 560 µg of extract to 3.9 mg% of the radical and the absorbance was measured at  $\lambda=570$  nm. For the *Allium test*. meristematic cells were exposed to 1, 20, 40, 60 and 80 mg.mL<sup>-1</sup> of the extract for

*Steviana*, Vol. 11 (2), 2019 pp. 56 – 72

Original recibido el 30 de mayo de 2019

Aceptado el 04 de febrero de 2020

24, 48 and 72 hours, as were the controls, and 1000 cells were counted and analyzed with the T test. The IC50 of the extract was  $338.2 \pm 0.5 \mu\text{g}$ , 15 times lower than ascorbic acid. While in the genotoxicity assay, a significant increase in the frequency of cells with 4, 5 and 7 nucleoli was found in the concentration of  $20 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  at 24 hours of exposure and cells with 4 and 5 nucleoli at  $80 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  with 72 hours, in addition nucleolar particles were found in the cytoplasm at 1 and  $60 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  with 48 hours and with 72 hours at 40 and  $60 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ ; in the nucleoplasm at 40 and  $80 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  with 24 hours and with 72 hours at  $20 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ . Suggesting that the extract has antioxidant activity in vitro, and genotoxic effects on the nucleoli of exposed cells.

**Keywords:** *Mangifera indica*; NOR, free radical, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

## INTRODUCCIÓN

La planta de *M. indica* es muy utilizada con fines medicinales, estudios fitoquímicos con extractos de hojas y frutos han revelado la presencia de alto contenido de compuestos bioactivos que previenen numerosas patologías como las cardiopatías, la arteriosclerosis y enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson (Palafox Carlos *et al.*, 2012; Padurariu *et al.*, 2013). También se le atribuyen actividades antiinflamatoria, antialérgica, antihelmíntica, antiamebica, antimicrobial y anticancerígena (García *et al.*, 2011; Garrido *et al.*, 2004; García *et al.*, 2001; Tona *et al.*, 1998; Abdullah *et al.*, 2015). Otros estudios, como el de Hanhineva *et al.* (2010) menciona que el extracto de semillas de *M. indica* provoca un aumento en la inhibición de enzimas como la  $\alpha$ -amilasa y la  $\alpha$ -glucosidasa, lo cual retarda la digestión de carbohidratos y la subsecuente absorción de glucosa, que conlleva a una disminución en los niveles de glucosa postprandial en sangre. Bazalar *et al.* (2018) refirió el papel protector de la pulpa del mango al evaluar su actividad antioxidante y antihepatotóxica. Ashok (2014) evaluó el efecto antibacteriano de extractos de *M. indica* concluyendo que este puede ser utilizado como agente antibacteriano en nuevos fármacos, este efecto podría estar asociado a la presencia de altas concentraciones de com-

puestos como taninos que afectan la actividad de numerosas enzimas estructurales de bacterias y levaduras, y por consiguiente el desarrollo de dichos microorganismos.

El producto de la decocción de flores de mango, es utilizado para el tratamiento de úlceras agudas además de mostrar efectos gastroprotectores sin presentar aparentes signos de toxicidad o efectos secundarios, se tiene también en cuenta sus posibles efectos antioxidantes y antígenotóxicos por la presencia de ácido gálico y galato de etilo, entre otros compuestos fenólicos, que fueron determinados en una investigación donde se resalta la necesidad de encontrar nuevos métodos para purificación de compuestos presentes en las flores y los frutos. Se tienen datos de la presencia de ácidos fenólicos, ácido ascórbico, carotenoides, ácidos cinámicos, oligómeros (flavonoides, xantonas, benzofenona), estilbenos, lignanos, galotaninos, taninos condensados y polifenoles no taninos encontrados en la pulpa de la fruta, la corteza, las hojas y el tallo, estos compuestos fenólicos exhiben varias actividades farmacológicas, tales como antidiabéticos, anticarcinogénico, lipoperoxidación, antimicrobial, analgésico, antiinflamatorio, con efectos inmunomoduladores y capacidad de quimiopreención del cáncer (Shaheen *et al.*, 2017)

Si bien se conoce la composición química, lo relacionado a sus efectos antio-

xidantes, genotóxicos o antigenotóxicos es poco conocido. Entre algunos de los estudios realizados sobre el tema se encuentra el llevado a cabo por Morffi *et al.* (2013), quienes concluyeron mediante el ensayo cometa que el extracto de corteza de *M. indica* induce a daños primarios al ADN de linfocitos humanos no así en hepatocitos de rata bajo condiciones similares en los que no se observaron efectos genotóxicos. Se encuentra también el trabajo de Montoya *et al.* (2003), realizado con el método DPPH● para evaluar la actividad antioxidante de varios extractos vegetales sobre cultivo de linfocitos de sangre periférica humana, en el que se observó que el extracto de hojas de *M. indica* poseía una de las mayores actividades antioxidantes, pero a ciertas dosis se retrasa el ciclo celular, lo que se asocia con la reparación del ADN en fase G2.

Álvarez *et al.* (2019) evaluó la capacidad antioxidante del extracto liofilizado de hojas de *M. indica* mediante los métodos DPPH●, FRAP, TBARS y ABTS y su efecto sobre el íleon de *Rattus norvegicus* Holtzman. En estos ensayos se registró que el extracto posee capacidad antioxidante similar o mejor al del Trolox 0,5 mM cuando se utiliza en determinadas concentraciones, además reduce el estrés oxidativo inducido por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en íleon de *R. norvegicus* Holtzman, efecto que se atribuye posiblemente a su poder antioxidante.

En la investigación de Wang *et al.* (2010), realizada específicamente con flores de mango para comparar dos tipos de extracción de aceites esenciales, una vez obtenido el aceite esencial, se llevó a cabo un análisis de GC-MS al mismo, lo que indicó que el aceite esencial de las flores posee gran cantidad de hidrocarburos monoterpenos, seguido por otros compuestos

como el terpinoleno, δ-3-careno, limoneno, α terpineno y el p-cymen-8-ol, sabiendo que algunos de estos compuestos presentan actividad antioxidante, antiinflamatoria, antifúngica así como efectos sedantes.

En el presente estudio se espera poder demostrar que el extracto etanólico de flores de *M. indica* presenta algún potencial genotóxico o un potencial antioxidante mediante los ensayos llevados a cabo, y poder aportar de esta manera a los conocimientos científicos de las propiedades toxicológicas de la especie.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Colecta de material vegetal e identificación taxonómica**

La colecta de las flores de *M. indica* se realizó dentro del campus de la Universidad Nacional de Asunción en la ciudad de San Lorenzo-Paraguay, ubicada en las coordenadas -25.3352166,-57.5255309,-17.

Los criterios de inclusión para la colecta fueron que las flores se encontraban en estado de crecimiento, amarillas y en buen estado ubicadas en los extremos de las ramas. La identificación de los árboles se llevó a cabo tomando en cuenta el trabajo de Pérez, (2016). Para la recolección de las flores de los diferentes árboles en la zona de muestreo se observaron características como el tamaño del árbol y que presente hojas simples, alternas y estrechamente elípticas; las flores colectadas se identificaron de acuerdo a la Farmacopea herbolaria del Paraguay (Basualdo & Soria, 1996) en cuanto al color eran blancas y amarillas, con racimos terminales.

### **Elaboración del extracto etanólico de flores de *M. indica***

El extracto etanólico de flores de *M. indica* se elaboró a partir de 1970g de flores, que fueron sumergidas completamente en etanol a 96° y luego de su agitación se dejó en reposo durante 15 días, pasado ese tiempo se evaporó el etanol en un rotavapor a 80 °C obteniendo así el extracto crudo. Luego se pesó 0,1g del extracto crudo utilizando como solvente 2mL DMSO al 2%, una vez disuelto el extracto, se enrasó con PBS a pH: 7,4 hasta un volumen de 1000 mL, obteniendo así la solución madre que se utilizó para realizar las concentraciones de 1, 20, 40, 60 y 80 mg.mL<sup>-1</sup>.

### **Ensayo de toxicidad nucleolar en células meristemáticas de *A. cepa***

El crecimiento del tejido meristemático radicular de *A. cepa* se realizó en una germinadora a 20° ± 2° C en agua de red declarada, burbujeada por 48 horas con un caudal de 8 L.min<sup>-1</sup>. Una vez crecidas las raíces se cortaron al alcanzar una longitud de 2 cm., luego fueron tratadas en tubos de ensayos con 8 mL del extracto etanólico de *M. indica* (1, 20, 40, 60 y 80 mg.mL<sup>-1</sup>) por 24, 48 y 72 horas, como control negativo se empleó agua destilada y como control positivo, 8-hidroxiquinoleína 0,73 mg.mL<sup>-1</sup> en iguales tiempos de exposición.

Una vez concluidos los tratamientos, las raíces de *A. cepa* fueron fijadas en una solución de 1:1 de formol 10%:hidroquinona 1%, durante 1 hora a temperatura ambiente (25° ± 2° C); posteriormente se lavaron tres veces las raíces con agua destilada durante 10 minutos. A continuación se introdujeron las raíces en una solución de 2% de nitrato de plata a una temperatura de 70° C durante 15 horas en total oscuridad,

transcurrido el tiempo se lavaron las raíces con agua destilada y se volvieron a fijar en una nueva mezcla de formol:hidroquinona 1:1 durante 1 hora, finalmente se realizó el squash las raíces con gotas de ácido acético 50% sobre una lámina (Hizume y Tanaka, 1980). Posteriormente se llevaron los preparados de acuerdo a su respectiva concentración y tiempo de exposición a un microscopio óptico (Boeco Germany) contabilizando 1000 células por tratamiento.

### **Método de captura del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH●)**

En 100 mL de Etanol seco 100° se disolvió 1 gramo del extracto crudo de flores de *M. indica* obteniendo una solución stock de 10000 µg.mL<sup>-1</sup>, a partir de la cual se obtuvieron cantidades de 40, 80, 200, 400, 560 µg, a 2mL de cada uno, separados en tubos de ensayo se les añadió 5 mL de solución del radical libre DPPH● 3,9 mg% en cada tubo. A continuación, se llevaron a vórtex durante 1 minuto, se dejó en reposo y en ausencia de luz a temperatura ambiente de 25°±2° C durante 15 minutos. Transcurrido este tiempo se realizó la lectura de absorbancia a 517 nm de longitud de onda en espectrofotómetro QUIMIS®. Teniendo en cuenta que la disminución de la absorbancia a esta longitud de onda es proporcional a la capacidad antioxidante (Kuskoski *et al.*, 2005).

Se utilizó como compuesto de referencia el ácido ascórbico, por su capacidad antioxidante conocida. Cada ensayo se realizó por triplicado y se llevó a cabo la curva de calibración representada por los valores medios obtenidos.

### **Análisis estadístico de datos**

Para determinar diferencias entre los tratamientos, los datos obtenidos mediante

el *Allium* test fueron analizados con ayuda del paquete estadístico Past versión 3.0, empleando la Prueba T o test T, con un 95% de confianza habiéndose comprobado previamente los supuestos (Hammer *et al.*, 2001). Los gráficos estadísticos se realizaron empleando el programa GraphPad Prism 6.00, La Jolla California USA.

Mediante los datos obtenidos con el método del radical libre, se pudo calcular el porcentaje de inhibición (I%) utilizando la siguiente fórmula:

$$I\% = \frac{(AC - AM - AB)}{AC} \times 100$$

Donde:

- AM es la absorbancia de la muestra + DPPH●
- AB es la absorbancia del blanco (muestra + Etanol)
- AC es la absorbancia del blanco del reactivo (DPPH● + Etanol)

Mientras que la concentración inhibitoria 50 (IC50) se calculó mediante la función de la recta de la regresión lineal.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis de las alteraciones nucleolares en células meristemáticas tratadas.**

Las observaciones evidenciaron que en el tratamiento llevado a cabo por 24 horas, la frecuencia de células con 1 a 3 nucléolos fueron de 91,47% en el tratamiento de las células con la concentración de 1 mg.mL<sup>-1</sup>, 92,85% en el tratamiento con la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup>, 90,98% en el tratamiento con la concentración de 40 mg.mL<sup>-1</sup>, 92,48% en el tratamiento con la concentración de 60 mg.mL<sup>-1</sup> y 94,48% en el tratamiento realizado con la concentra-

ción de 80mg.mL<sup>-1</sup>, evidenciando un incremento significativo (P<0,05) sólo aquellas muestras expuestas a las concentraciones de 60 y 80mg.mL<sup>-1</sup> al ser comparadas con el control negativo el cual presentó una frecuencia de 98,91%, y el control positivo que registró una frecuencia de 72,61% (Tabla 1, Figura 1, Figura 2).

Mientras que en la cuantificación de células con 4 nucléolos, éstas sufrieron un aumento significativo (P<0,05) en los tratamientos con las concentraciones de 1, 20, 40 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> con resultados de 5,43%, 5,62%, 8,61% y 4,81% respectivamente, en comparación con el control negativo en un 0,81% y el control positivo 19,20%. En cuanto al resultado correspondientes a células con 5 nucléolos evidenció un ligero aumento significativo (P<0,05) en el tratamiento realizado con la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup> con un porcentaje de 0,38% en comparación con el control negativo que no evidenció células con dicha cantidad de nucléolos, y en el control positivo se observó una frecuencia de 0,40%. Así también en el caso de células con 7 nucléolos se registró un ligero aumento significativo (P<0,05) en la exposición con la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup> con una frecuencia de 0,38%, el control negativo no registró frecuencia alguna y el control positivo una frecuencia de células de 0,06%. En la cuantificación de células con la presencia de partículas nucleolares en el nucléoplasma, resultaron con un ligero incremento significativo (P<0,05) los tratamientos con las concentraciones de 1, 40 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> los cuales presentaron frecuencias de 2,71%, 0,40% y 0,54% (Tabla 1, Figura 1, Figura 2).

Por otro lado, en los tratamientos con una exposición de 48 horas, se obtuvo una frecuencia de 88,75% de células con 1 a 3

nucléolos en el tratamiento llevado a cabo con la concentración de 1 mg.mL<sup>-1</sup>, 85,54% en el tratamiento con la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup>, 88,52% en el tratamiento con la concentración de 40 mg.mL<sup>-1</sup>, 91,19% en el tratamiento con la concentración de 60 mg.mL<sup>-1</sup> y 78,94% en el tratamiento con la concentración de 80mg.mL<sup>-1</sup>, todas estas fueron significativamente diferentes (P<0,05) en relación a los controles, hallándose en el control negativo una frecuencia de 96,95%, y en el control positivo se registró una frecuencia de 90,62% (Tabla 1, Figura 1, Figura 2).

En cuanto a células con 4 nucléolos, en el tratamiento con las concentraciones de 1, 20, 40, 60 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> se obtuvieron frecuencias de 6,00%, 7,52%, 10,67%, 6,04% y 19,05% respectivamente, todas estas fueron significativamente mayores (P<0,05) en comparación a la encontrada en el control negativo. En los porcentajes de células con partículas nucleolares en el citoplasma, se obtuvieron resultados significativos (P<0,05) en el tratamiento con las concentraciones de 1 y 60 mg.mL<sup>-1</sup> con frecuencias de 5,06% y 1,51%, mientras que en los porcentajes de células con partículas nucleolares, se encontró un aumento significativo (P<0,05) a la concentración de 20 mg.mL<sup>-1</sup> con una frecuencia de 6,12% (Tabla 1, Figura 1, Figura 2).

En cuanto a los resultados luego de 72 horas de exposición, se obtuvieron frecuencias significativas (P<0,05) de células con 4 nucléolos en los tratamientos con las concentraciones de 1, 40 y 80 mg.mL<sup>-1</sup>, con frecuencias de 8,02%, 14,41% y 8,92% respectivamente, también se encontraron frecuencias significativas de células con 5 nucléolos (P<0,05) en los tratamientos con concentraciones de 20 y 80 mg.mL<sup>-1</sup> los cuales presentaron frecuencias de 0,90% y

0,54%. Por último, se obtuvieron frecuencias significativas (P<0,05) de células con partículas nucleolares en el citoplasma en los tratamientos con concentraciones de 40 y 60 mg.mL<sup>-1</sup> con frecuencias de 1,61% y 0,63% (Tabla 1, Figura 1, Figura 2).

Según los resultados podríamos decir que el motivo por el cual el número de nucléolos en las células meristemáticas varía es la exposición al extracto, ya que éste produce la activación por estrés del metabolismo celular, el cual se relaciona directamente con la transcripción del ADN ribosómico y la síntesis total de ARN en células de rápido crecimiento y metabolismo activo, esto implica que los nucléolos son fundamentales en la regulación del crecimiento celular (Lempiäinen & Shore, 2009). Las cifras significativas obtenidas son relevantes siendo que esto indicaría una influencia del extracto sobre la estructura de las Regiones de Organización Nucleolar (NOR) ya que en condiciones normales las células meristemáticas de *A. cepa* presentan 1 a 3 nucléolos. (Mazzeo & Marin-Morales, 2015).

La tinción argéntica demostró la presencia de regiones nucleolares que variaron en cuanto a tamaño y número, algunos nucléolos se presentaron pequeños y numerosos, siendo variables en número y forma dependiendo de la concentración a la que fueron expuestos -Figura 2. Teniendo en cuenta estos resultados se hace énfasis en que una característica de las células normales es tener pocos nucléolos, de tamaño reducido y a veces casi imperceptibles, siendo indicativos de cambio anómalo como el aumento del número de nucléolos, como también el tamaño y las irregularidades en su forma (Rodríguez, 1997). Ciertas características como el tamaño, la forma y el número de nucléolos

se utilizan como marcadores de estrés celular, siendo uno de los factores que puede afectar el funcionamiento de la mitosis y la transformación de células, ya que se evidenció en investigaciones anteriores, donde el número de nucléolos dependería de la euploidia (Latorre *et al.*, 2017).

Todas las unidades estructurales-funcionales del nucléolo se encuentran en las Regiones de Organizadores Nucleolares Argirófilas (AgNORs), siendo estas necesarias para la síntesis de ARN ribosomal, dentro de la cual son sumamente importantes dos proteínas argófilas que son, la nucleolina y la nucleofosmina que están asociadas con AgNORs de interfase, dichas proteínas se tiñen en presencia de plata haciéndolas visibles al microscopio, estos orgánulos tienen implicancia en varias actividades celulares, además de la producción de unidades ribosómicas, convirtiéndose así en un dominio nuclear multifuncional. Durante la división celular, los nucléolos se fragmentan, para posteriormente reconstruirse en base a las porciones NOR, las cuales, durante la interfase estaban transcripcionalmente activas mientras que durante la mitosis se mantienen en cierto grado descondensadas para formar las constricciones secundarias de los cromosomas en metafase (Stępiński, 2014).

La demanda celular de síntesis de proteínas tiene que ver con la biosíntesis de ribosomas, lo que está relacionado con el estadio celular, siendo mayor la producción de ribosomas en células en crecimiento y proliferación, lo que podría correlacionarse con la proliferación acelerada de células atípicas en ciertos tejidos (Stępiński, 2014)

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en este estudio, el aumento signifi-

cativo de nucléolos podría estar vinculado a una aceleración del metabolismo celular luego de la exposición al extracto, considerando que según Lacadena (1996), en células vegetales el patrón de NORs activos por célula en todo el individuo se mantiene constante, a diferencia de las células animales; además en el trabajo de Lacadena se resalta que la técnica sólo tiñe aquellos NORs que estaban en un estado activo durante la interfase.

La actividad transcripcional del ARNr está estrechamente relacionada con el número de NORs de interfase, siendo esta a su vez un indicador de células neoplásicas malignas por la continuidad y rapidez con la que proliferan (Rodríguez *et al.*, 2010).

Aunque la función exacta de las proteínas NORs es incierta, se ha demostrado su relación con la proliferación celular y se ha sugerido que, en un núcleo en interfase, el número de AgNORs puede reflejar el estadio de activación y el grado de transformación maligna de ciertos tejidos; además, los AgNORs reflejan el grado de proliferación y diferenciación celular. Se ha considerado que el conteo de AgNORs puede contribuir al diagnóstico histológico, estableciendo el grado de transformación maligna de una lesión, por lo que este método puede ser un auxiliar como marcador cuantitativo en alteraciones celulares incipientes antes de que los cambios puedan ser detectados histológicamente (Leyva Huerta *et al.*, 2004).

### **Ensayo de captura de radicales DPPH●**

El análisis de actividad antioxidante por el método de captura del radical libre DPPH● mediante la ecuación de regresión

lineal (ERL) calculada para la curva patrón de ácido ascórbico (AA) fue  $I\% = 2,66[AA] - 8,83$  con un valor de coeficiente de correlación lineal ( $r$ ) igual a 0,999. El valor de la IC<sub>50</sub> calculada para el ácido ascórbico utilizado como patrón fue de  $22,1 \pm 0,03 \mu\text{g}$  y la IC<sub>50</sub> calculada para el extracto crudo de *M. indica* en estudio generó un valor de  $338,2 \pm 0,5 \mu\text{g}$  -Figura 3.

Para la curva del extracto crudo de *M. indica* se calculó la ecuación de regresión lineal  $I\% = 0,1369 [EC] + 3,6936 \mu\text{g}$  con un valor de  $r = 0,999$  -Figura 3.

Los valores de IC<sub>50</sub> obtenidos indican que el extracto crudo de las flores de *M. indica* presenta una actividad antioxidante 15 veces menor en relación al ácido ascórbico (AA) utilizado como patrón en este experimento, lo que sugiere que este extracto podría llegar a utilizarse para la extracción y purificación de sustancias antioxidantes, teniendo en cuenta que este es el resultado de la acción de varios compuestos ya que hablamos de un extracto crudo (Cardeño *et al.*, 2007).

No se encontraron trabajos realizados con flores de mango para saber su potencial antioxidante, pero en la investigación llevada a cabo por Gomes *et al.* (2014), se evidenció el efecto antioxidante de jugos de pulpa de mango, el cual aumentaba al adicionar la cáscara, además de poseer efectos antiinflamatorios probablemente por sus grandes cantidades de fenoles totales.

Según el trabajo de Toledo *et al.* (2015), el extracto de hojas de *M. indica* posee efectos antioxidantes, antiinflamatorias e inmunomoduladoras entre otras propiedades que son atribuidas especialmente a su principal compuesto bioactivo, el xantonoide denominado mangiferina, el cual

podría ser uno de los responsables de la actividad antioxidante de las flores demostrado en los resultados de este ensayo.

En una investigación realizada por Bazalar *et al.* (2018), se determinó la capacidad antioxidante de la pulpa de mango mediante el método de DPPH●, este método se basa en la utilización del DPPH● que es un compuesto de color púrpura que posee un electrón desapareado. Al estar en presencia de un anti-oxidante el radical libre se estabiliza y se produce la decoloración hasta alcanzar un tono amarillento pálido. Mediante este fundamento, se concluyó que el extracto etanólico de las flores de *M. indica* podrían poseer efectos antioxidantes debido a que en la pulpa se encontraban sustancias como el ácido ascórbico, terpenoides, carotenoides y compuestos fenólicos como la leucocianidina, catequina, epicatequina, ácido clorogénico, quercitrina y quercetina que pueden actuar como antioxidantes naturales. Posiblemente varios de estos compuestos se encuentren también en las flores provocando efectos antioxidantes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En cuanto a los resultados obtenidos en el *Allium* test, se encontró un aumento significativo en el número de células meristemáticas con más de 3 nucléolos luego de la exposición al extracto en los tiempos y concentraciones evaluados, además se observó la presencia de partículas nucleolares en nucleoplasma y en el citoplasma, por lo cual dichos eventos manifiestan que el extracto etanólico de las flores de *M. indica* posee efectos genotóxicos capaces de provocar una alteración en el metabolismo celular, debido al estrés generado



por la exposición al extracto crudo. En cuanto al análisis de la actividad antioxidante, se concluye que el extracto de las flores de *M. indica* posee una actividad antioxidante 15 veces menor a la del ácido ascórbico (antioxidante de referencia), siendo este un resultado importante ya que el extracto de las flores de *M. indica* puede ser un candidato para la extracción de antioxidantes naturales.

Como recomendaciones para trabajar con la especie *Mangifera indica* podemos sugerir la aplicación de ensayos utilizando otros organismos modelo, como *Danio rerio* o *Drosophila melanogaster*, para tener mayor información acerca de la acción del extracto, sería importante también analizar el DL50 del mismo. Además, recomendamos confirmar la especie con un herbario o un especialista botánico para tener una mayor exactitud en cuanto a la taxonomía utilizada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, A. S. H., Mohammed, A. S., Abdullah, R., & Mirghani, M. E. S. (2015). Identification and quantification of phenolic compounds in *Mangifera indica* waterlily kernel and their free radical scavenging activity. *Journal of Advanced Agricultural Technologies* Vol, 2(1). Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/281022170\\_Identification\\_and\\_Quantification\\_of\\_Phenolic\\_Compounds\\_in\\_Mangifera\\_Indica\\_Waterlily\\_Kernel\\_and\\_Their\\_Free\\_Radical\\_Scavenging\\_Activity](https://www.researchgate.net/publication/281022170_Identification_and_Quantification_of_Phenolic_Compounds_in_Mangifera_Indica_Waterlily_Kernel_and_Their_Free_Radical_Scavenging_Activity)
- Alvarez, H. D. (2019). Capacidad antioxidante de *Mangifera indica* L. cv. Kent y su efecto sobre íleon de *Rattus norvegicus* Holtzman. Tesis II, 1-25. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15333>
- Ashok, V. G., Priya, S. B., & Pranita, A. G. (2014). Evaluation of Antibacterial and Phytochemical Analysis of *Mangifera indica* Bark Extracts. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 3(5), 567-580. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <https://www.ijcmas.com/vol-3-5/V.Gomashe%20Ashok,%20et%20al.pdf>
- Basualdo, I., & Soria, N. (1996). Farmacopea herbolaria paraguaya: especies de la medicina folklórica utilizadas para combatir enfermedades del aparato respiratorio (Parte i). *Rojasiana*, 3(2), 197-238. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <https://qui.una.py/volumen-32-1996/>
- Bazalar Palacios, J. D. R. (2018). Capacidad antioxidante de la pulpa de mango (*Mangifera indica* L.). Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/329121106\\_Capacidad\\_antioxidante\\_de\\_la\\_pulpa\\_de\\_mango\\_Mangifera\\_indica\\_L](https://www.researchgate.net/publication/329121106_Capacidad_antioxidante_de_la_pulpa_de_mango_Mangifera_indica_L)
- Bazalar Palacios, J. D. R. (2018). Evaluación de la actividad antioxidante y antihepatotóxica de la pulpa de mango (*Mangifera indica* L.) en ratas con toxicidad hepática inducida por tetracloruro de carbono. 1-55. (82 páginas). Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8466>
- Cardenio, Á. (2007). Actividad antioxidante y contenido total de fenoles de los extractos etanólicos de *Salvia aratensis*, *Salvia Sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*. *Scientia et Technica*, 1(33). Recuperado en fecha

- 24 de Junio de 2020 de <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6109>
- García, J. L., & Montilla, R. (2001). *Coptera haywardi* Loíacono (Hymenoptera: Diapriidae) parasitoide de pupas de *Anastrepha spp.* (Diptera: Tephritidae) en Venezuela. Vol. 16(3): 191-195. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <http://www.bioline.org.br/abstract?id=em01029&lang=es>
- García-Rivera, D., Delgado, R., Bougarne, N., Haegeman, G., & Berghe, W. V. (2011). Gallic acid indanone and mangiferin xanthone are strong determinants of immunosuppressive anti-tumour effects of *Mangifera indica* L. bark in MDA-MB231 breast cancer cells. *Cancer letters*, 305(1), 21-31. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21420233/>
- Garrido, G.; Gonzalez, D.; Lemus, Y.; Garcia, D.; Lodeiro, L.; Quintero, G.; Delporte, C.; Nunez Selles, A.J.; Delgado, R. 2004. In vivo and in vitro anti-inflammatory activity of *Mangifera indica* L. extract (Vimang). *Pharmacol Res*; 50: 143-149. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15177302/>
- Hammer, R.; Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. 4(1): 1-9. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [https://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/past.pdf](https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf)
- Hanhineva, K., Törrönen, R., Bondia-Pons, I., Pekkinen, J., Kolehmainen, M., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de *International journal of molecular sciences*, 11(4), 1365-1402. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20480025/>
- Hizume, M.; Sato, S. y Tanaka, A. 1980 A highly reproducible method of nucleolus organizing regions staining in plants. *Stain Technol.* 55:87-90. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/17029550\\_A\\_highly\\_reproducible\\_method\\_of\\_nucleolus\\_organizing\\_regions\\_staining\\_in\\_plants](https://www.researchgate.net/publication/17029550_A_highly_reproducible_method_of_nucleolus_organizing_regions_staining_in_plants)
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology* 25(4): 726-732. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612005000400016&lang=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000400016&lang=pt)
- Lacadena, J.R. (1996). Citogenética. Editorial Complutense S.A., Madrid, 931 pp. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/159-2013-10-15-1996.pdf>
- Latorre, C. M. (2017). El nucléolo como sensor de estrés oxidativo. Implicaciones en patologías progeroides. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/86295/PICHER%20-%20El%20nucl%20c%20a%20o%20como%20sensor%20de%20estr%20c%20a%20s%20oxidativo.%20Implicaciones%20en%20patolog%20c%20adas%20progeroides..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**Gómez Casco, L et al. Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de flores de *Mangifera indica* L.**

- Lempiäinen, H., & Shore, D. (2009). Growth control and ribosome biogenesis. *Current opinion in cell biology*, 21(6), 855-863. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19796927/>
- Leyva Huerta, E., Vega, E., Ramírez, M., & Zárate, A. (2004). Marcador de regiones de organizadores nucleolares en lesiones epiteliales de cavidad bucal. *Rev Esp Patol*, 37, 287-293. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <http://www.patologia.es/volumen37/vol37-num3/pdf%20patologia%2037-3/37-03-07.pdf>
- Mazzeo, D.E.C. y Marin-Morales, M.A. 2015. Genotoxicity evaluation of environmental pollutants using analysis of nucleolar alterations. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(13): 9796-9806. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25639248/>
- Montoya, B. H., Lemeshko, V., López, J. B., Pareja, A., Urrego, R., & Torres, R. (2003). Actividad antioxidativa de algunos extractos vegetales. *Vitae*, 10(2), 72-79. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169817981008.pdf>
- Morffi, J., Gonzalez, J. E., Garrido, G., Delgado, R., Gomez-Lechon, M. J., & Rodeiro, I. (2013). DNA damage induced by an extract of *Mangifera indica* stem bark using in vitro Comet assay. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(3), 283-293. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/236627360\\_DNA\\_damage\\_induced\\_by\\_a\\_n\\_extract\\_of\\_Mangifera\\_indica\\_stem\\_bark\\_using\\_in\\_vitro\\_Comet\\_assay](https://www.researchgate.net/publication/236627360_DNA_damage_induced_by_a_n_extract_of_Mangifera_indica_stem_bark_using_in_vitro_Comet_assay)
- Padurariu, M., et al. (2013). "The oxidative stress hypothesis in Alzheimer's disease." *Psychiatria Danubina* 25.4: 0-409. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb\\_vol25\\_no4/dnb\\_vol25\\_no4\\_401.pdf](http://www.psychiatria-danubina.com/UserDocsImages/pdf/dnb_vol25_no4/dnb_vol25_no4_401.pdf)
- Palafox-Carlos, H., et al. (2012). "Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L., cv. Ataulfo) on physiological parameters and antioxidant activity." *Scientia Horticulturae* 135: 7-13. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [https://www.researchgate.net/publication/270219455\\_Effect\\_of\\_ripeness\\_stage\\_of\\_mango\\_fruit\\_Mangifera\\_indica\\_L\\_cv\\_Ataulfo\\_on\\_physiological\\_parameters\\_and\\_antioxidant\\_activity](https://www.researchgate.net/publication/270219455_Effect_of_ripeness_stage_of_mango_fruit_Mangifera_indica_L_cv_Ataulfo_on_physiological_parameters_and_antioxidant_activity)
- Pérez, L. (2016). Manual de Familias y Géneros de árboles del Paraguay. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado en fecha 09 de Julio de 2020 de [http://www.infona.gov.py/application/files/7615/2345/3547/Manual\\_de\\_familias\\_y\\_generos\\_de\\_arboles\\_del\\_Paraguay.pdf](http://www.infona.gov.py/application/files/7615/2345/3547/Manual_de_familias_y_generos_de_arboles_del_Paraguay.pdf)
- Rodríguez, I., Perales, C., Chavera, C., & Díaz, C. (2010). Caracterización de las regiones organizadoras nucleolares en las células del tumor venéreo transmisible en caninos: Estudio histoquímico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1), 48-53. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172010000100007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172010000100007)
- Rodríguez, J. 1997. Punción aspiración con aguja fina de órganos superficiales

- y profundos. Ediciones Díaz de Santos. 560 páginas. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://www.editdiazdesantos.com/libros/rodriguez-costa-julio-puncion-aspiracion-con-aguja-fina-de-organos-superficiales-y-profundos-L03002890102.html?articulo=03002890102>
- Shaheen, N., Lu, Y., Geng, P., Shao, Q., & Wei, Y. (2017). Isolation of four phenolic compounds from *Mangifera indica* L. flowers by using normal phase combined with elution extrusion two-step high speed countercurrent chromatography. *Journal of Chromatography B*, 1046, 211-217. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28199916/>
- Stępiński, D. (2014). Functional ultrastructure of the plant nucleolus. *Protoplasma*, 251(6), 1285-1306. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00709-014-0648-6>
- Toledo, R., 2020. Ação Da Mangiferina E Do Extrato Das Folhas De Manga Ubá (*Mangifera indica* L) No Estresse Oxidativo E Na Inflamação Em Animais Alimentados Com Dieta De Cafeteria. 1-35. [online] Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de: <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6477>>
- Tona, L., Kambu, K., Ngimbi, N., Cimaniga, K., & Vlietinck, A. J. (1998). Antiamoebic and phytochemical screening of some Congolese medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 61(1), 57-65. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9687082/>
- Gomes Natal, D. (2014). Efeito do néctar de manga Ubá na modulação do estresse oxidativo e da inflamação em ratos obesos. 62 págs. Recuperado en fecha 24 de Junio de 2020 de <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9197/texto%20completo.pdf?sequence=1>
- Wang, H. W., Liu, Y. Q., Wei, S. L., Yan, Z. J., & Lu, K. (2010). Comparison of microwave-assisted and conventional hydrodistillation in the extraction of essential oils from mango (*Mangifera indica* L.) flowers. *Molecules*, 15(11), 7715-7723. Recuperado en fecha 22 de Septiembre de 2020 de <https://europepmc.org/article/med/21042260>

*Gómez Casco, L et al. Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de flores de Mangifera indica L.*

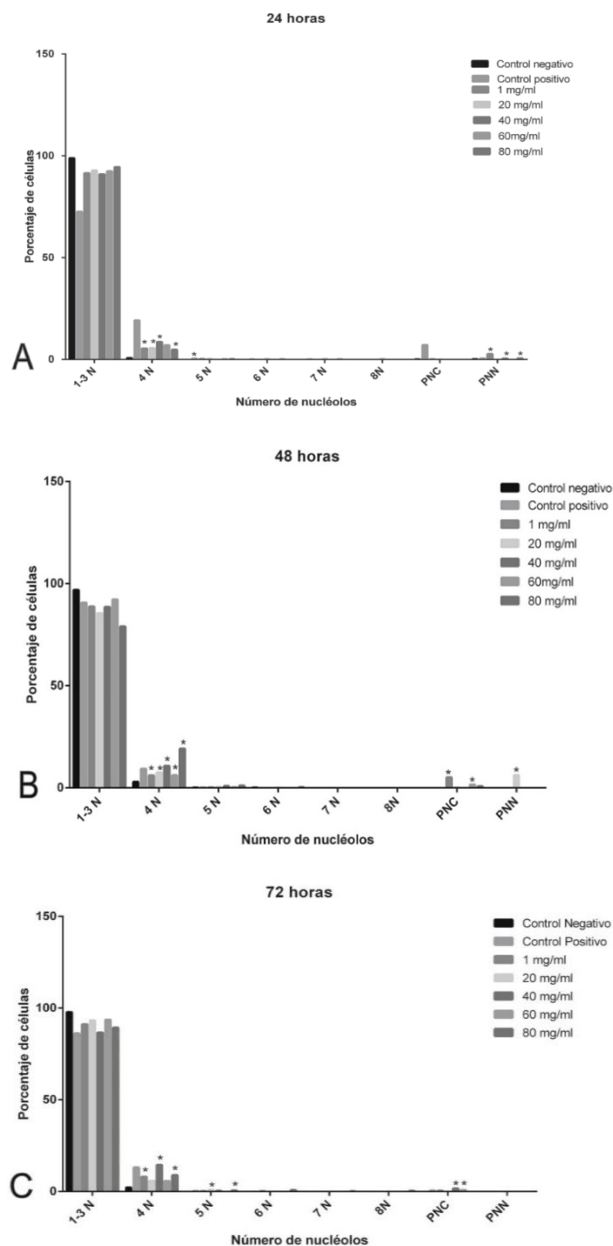
**RESULTADOS**

**Tabla 1.** Índice de variación nucleolar encontradas en células meristemáticas de *A. cepa* tratadas con diferentes concentraciones del extracto etanólico de flores de *M. indica*. N: nucléolos; PNC: partículas nucleolares en el citoplasma; PNN: partículas nucleolares en nucleoplasma. \*: P <0,05 (significación estadística); NS: significación no estadística

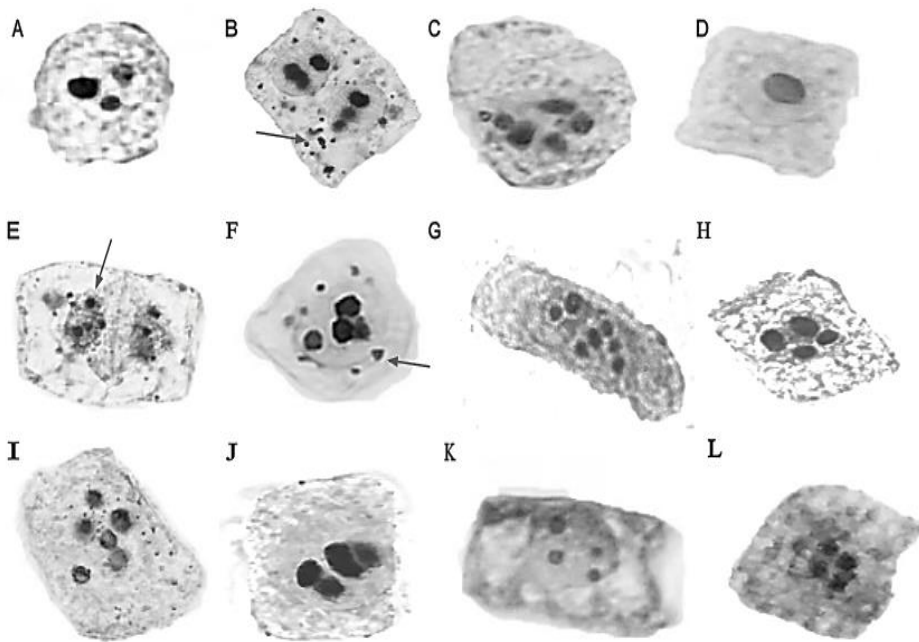
Tratamiento	1-3 N	4 N	5 N	6 N	7 N	8 N	PNC	PNN
<b>24 horas</b>								
Control Negativo	98,91	0,81	0	0	0	0	0,09	0,18
0,73 mg.mL <sup>-1</sup> 8-Hidroxiquinoleína	72,61 <sup>NS</sup>	19,20*	0,40*	0,06 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	0	7,16*	0,47 <sup>NS</sup>
1 mg.mL <sup>-1</sup>	91,47 <sup>NS</sup>	5,43*	0,27 <sup>NS</sup>	0	0	0	0,09 <sup>NS</sup>	2,71*
20 mg.mL <sup>-1</sup>	92,85 <sup>NS</sup>	5,62*	0,38*	0,28 <sup>NS</sup>	0,38*	0,38 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>	0
40 mg.mL <sup>-1</sup>	90,98 <sup>NS</sup>	8,61*	0	0	0	0	0	0,40*
60 mg.mL <sup>-1</sup>	92,48*	7,01 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0	0	0
80 mg.mL <sup>-1</sup>	94,48*	4,81*	0,15 <sup>NS</sup>	0	0	0	0	0,54*
<b>48 horas</b>								
Control Negativo	96,95	2,86	0,08	0,08	0	0	0	0
0,73 mg.mL <sup>-1</sup> 8-Hidroxiquinoleína	90,62*	9,28*	0,08 <sup>NS</sup>	0	0	0	0	0
1 mg.mL <sup>-1</sup>	88,75*	6,00*	0,17 <sup>NS</sup>	0	0	0	5,06*	0

<b>20 mg.mL<sup>-1</sup></b>	85,54*	7,52*	0,39 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>	0	0	0,26 <sup>NS</sup>	6,12*
<b>40 mg.mL<sup>-1</sup></b>	88,52*	10,67*	0,79 <sup>NS</sup>	0	0	0	0	0
<b>60 mg.mL<sup>-1</sup></b>	92,19 <sup>NS</sup>	6,04*	0,25 <sup>NS</sup>	0	0	0	1,51*	0
<b>80 mg.mL<sup>-1</sup></b>	78,94*	19,05*	1,08 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	0	0	0,63 <sup>NS</sup>	0
<b>72 horas</b>								
<b>Control Negativo</b>	97,81	2,18	0	0	0	0	0	0
<b>0,73 mg.mL<sup>-1</sup> 8-Hidroxiquinoleina</b>	86,13 <sup>NS</sup>	13,09*	0,28 <sup>NS</sup>	0	0	0	0,47 <sup>NS</sup>	0
<b>1 mg.mL<sup>-1</sup></b>	91,17 <sup>NS</sup>	8,02*	0,19 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>	0	0	0,39 <sup>NS</sup>	0
<b>20 mg.mL<sup>-1</sup></b>	93,24 <sup>NS</sup>	5,85 <sup>NS</sup>	0,90*	0	0	0	0	0
<b>40 mg.mL<sup>-1</sup></b>	86,65 <sup>NS</sup>	14,41*	0,32 <sup>NS</sup>	0	0	0	1,61*	0
<b>60 mg.mL<sup>-1</sup></b>	93,63 <sup>NS</sup>	5,63 <sup>NS</sup>	0	0	0	0	0,73*	0
<b>80 mg.mL<sup>-1</sup></b>	89,33 <sup>NS</sup>	8,92*	0,54*	0,76 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>	0,32 <sup>NS</sup>	0	0

**Gómez Casco, L et al. Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de flores de *Mangifera indica* L.**



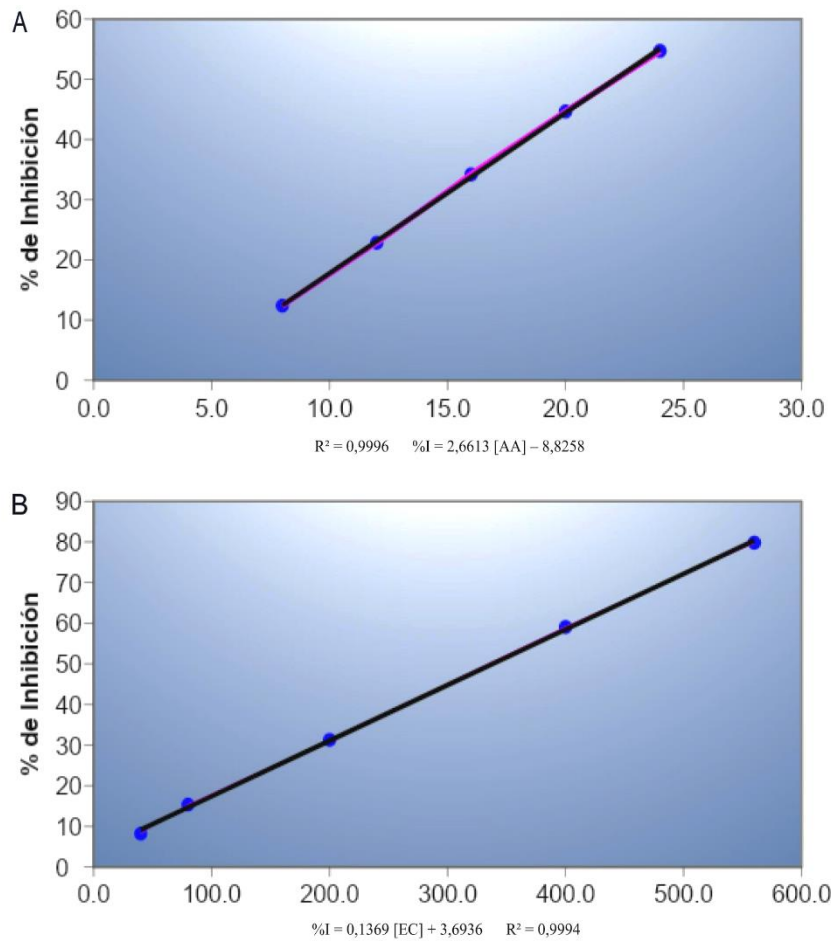
**Fig. 1:** Porcentajes de variaciones nucleolares correspondientes a **A-** La exposiciones de células meristemáticas de *A. cepa* al extracto etanólico de *Mangifera indica* L a distintas concentraciones por 24 horas. **B-** La exposiciones de células meristemáticas de *A. cepa* al extracto etanólico de *Mangifera indica* L a distintas concentraciones por 48 horas. **C-** La exposiciones de células meristemáticas de *A. cepa* al extracto etanólico de *Mangifera indica* L a distintas concentraciones por 72 horas.



**Fig. 2.** **A-** Se observa célula normal con 3 nucléolos presente en el control negativo de 24 horas. **B-** Dos células con tres nucléolos que presentan partículas en el citoplasma expuestas a la concentración de  $60 \text{ mg.mL}^{-1}$  durante 48 horas. **C-** Célula con 5 nucléolos en la concentración de  $20 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 24 horas. **D-** Célula con 1 nucléolo en el control negativo de 48 horas. **E-** Dos células en la concentración de  $80 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 24 horas de exposición, que presentan partículas nucleolares en el nucleoplasma. **F-** Célula con 4 nucléolos y partículas en el citoplasma correspondiente a la concentración de  $60 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 72 horas. **G-** Célula con 7 nucléolos en la concentración de  $20 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 24 horas. **H-** Célula con 4 nucléolos en el control positivo de 48 horas. **I-** Célula con 6 nucléolos en la concentración de  $80 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 72 horas. **J-** Célula con 4 nucléolos en la concentración de  $40 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 72 horas. **K-** Célula con 4 nucléolos en el control positivo de 72 horas. **L-** Célula con 4 nucléolos en la concentración de  $80 \text{ mg.mL}^{-1}$  a las 48 horas.



**Gómez Casco, L et al. Actividades genotóxica y antioxidante del extracto etanólico de flores de *Mangifera indica* L.**



**Fig. 3. A-** Porcentaje de inhibición (%I) vs concentraciones de ácido ascórbico en µg. **B-** Porcentaje de inhibición (%I) vs diferentes concentraciones del extracto de *Mangifera* en µg.