

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO DE RÍO PIEDRAS
FACULTAD DE ESTUDIOS GENERALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Mitosis en la raíz de la cebolla (*Allium cepa*)

Cursos para los que se recomienda el ejercicio de laboratorio: CIBI 3005, 3006, 3015, 3016, 3025, 3026, 3027 y 3028

Temas para desarrollar: función celular, ciclo celular.

Competencias de investigación y de información que se desarrollarán:

observación, formulación de hipótesis, recopilación y análisis de datos, identificación de necesidad de información, uso de palabras claves, análisis de información y sus fuentes.

Duración: un periodo de laboratorio

I. Introducción:

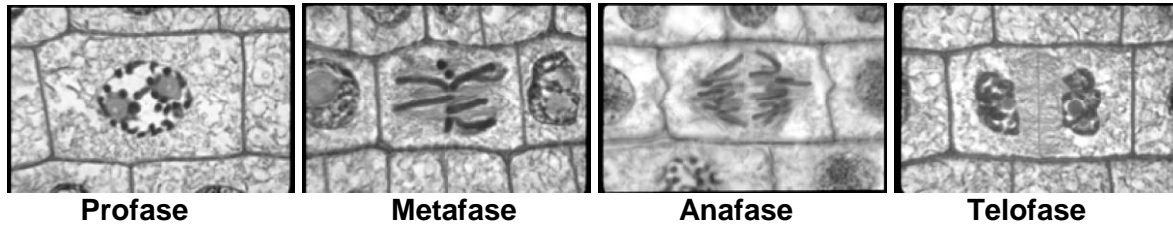
Uno de los postulados de la teoría celular nos dice que todas las células vienen de células preexistentes. Por lo que las células se originan de otras células por división celular. En el caso de las células procariotas el proceso de división celular que se lleva a cabo es la fisión binaria. En el caso de las células eucariotas se conocen dos procesos de división celular, la mitosis y la meiosis. La mitosis produce células hijas con el mismo complemento cromosómico que la célula original, siendo un proceso que en el caso de los organismos unicelulares es un mecanismo de reproducción. Para los organismos multicelulares la mitosis es una forma de producir células somáticas nuevas. La meiosis es un proceso de división celular que reduce a la mitad el complemento cromosómico y es utilizado por los organismos para la formación de gametos.

En las plantas superiores el proceso de formación de nuevas células ocurre en regiones de crecimiento conocidos como los meristemos. Estas se encuentran mayormente en la punta de los tallos o de las raíces, por lo que concentraremos nuestro estudio en la raíz de la cebolla. La cebolla (*Allium cepa*) es una buena planta para el estudio de la mitosis ya que germinan fácilmente y desarrollan raíces que crecen rápidamente.

El ciclo celular consiste de una secuencia de eventos en la vida de una célula y se compone de dos etapas principales: interfase y mitosis. La etapa de no-división de la célula se conoce como la **interfase** y se caracteriza porque el núcleo está intacto y es fácilmente visible. En el interior del núcleo pueden identificarse la cromatina y el nucleolo. Es durante la interfase que las células llevan a cabo procesos relacionados al mantenimiento de su homeostasis. La **mitosis**, etapa de división celular, se divide en cuatro fases fácilmente identificables: profase, metafase, anafase y telofase. En la célula que está en **profase temprana** observarás que la red de cromatina comienza a condensarse para formar los cromosomas. También observarás que la membrana nuclear no está completa porque ya había comenzado a desaparecer. En la **profase tardía** ya se ven formados los cromosomas y desaparece por completo el nucleolo y la

membrana nuclear. Se puede ver el huso mitótico formado. En la **metafase** observarás que los cromosomas están bien condensados y se encuentran todos alineados en el plano ecuatorial. En esta fase se pueden contar los cromosomas, las células de *Allium cepa* tienen 16 cromosomas. En la **anafase** verás que los cromosomas han migrado hacia los polos y ha desaparecido parte del huso mitótico. En la **telofase** ya se observan las dos células hijas. El citoplasma se divide cuando se forma la placa celular, ésta sólo se forma en la célula vegetal. Se ha reorganizado el núcleo de la célula y pueden verse la membrana nuclear y el nucleolo.

Figura 1. Célula vegetal en diferentes fases de mitosis



Para cuantificar la división celular se puede utilizar el índice mitótico que se establece sumando las células en mitosis y dividiendo entre el número total de células. Se utiliza la siguiente fórmula

$$\text{Índice mitótico } M = n/N$$

donde n = número total de células en las fases de mitosis (profase, metafase, anafase y telofase); N = número total de células. El índice mitótico ayuda a identificar la región de mayor actividad mitótica.

En este ejercicio identificarás las diferentes fases de la mitosis y determinarás la actividad mitótica en la raíz de la cebolla midiendo el índice mitótico y calculando el tiempo que pasa en cada una de las diferentes etapas de mitosis.

II. Objetivos específicos

Al finalizar el ejercicio el estudiante podrá:

1. Identificar las etapas de mitosis en laminillas de punta de raíz de *Allium cepa*.
2. Describir los eventos característicos del ciclo celular.
3. Calcular el índice mitótico de la raíz de cebolla.
4. Calcular el por ciento de células en las diferentes fases de mitosis.
5. Determinar el tiempo que pasan las células de cebolla en cada fase de mitosis.

III. Materiales y equipo:

1. microscopio compuesto
2. papel de lente
3. laminillas fijas de la raíz de la cebolla (*Allium cepa*)

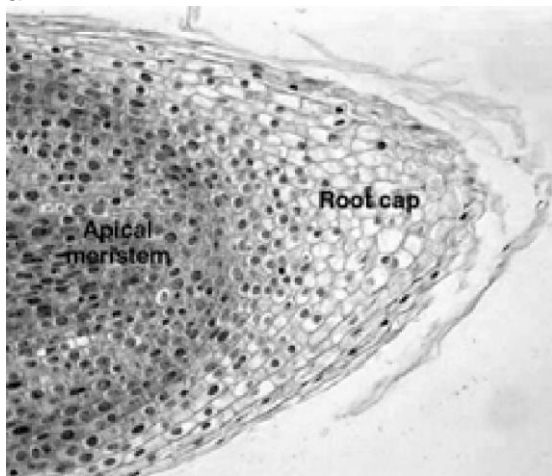
IV. Procedimiento:

A. Observación de las fases de mitosis

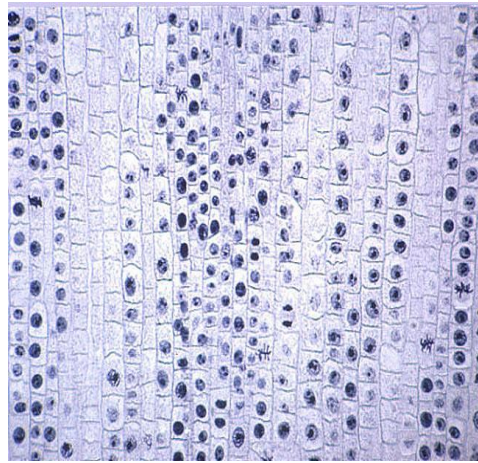
1. Al comenzar limpia la laminilla y los objetivos y los oculares del microscopio con papel de lente.
2. Coloca en posición la laminilla y enfoca el tejido utilizando el objetivo de 10X. Localiza el área de la raíz donde observes el mayor número de células en mitosis (meristemo apical) **Fig. 2a y 2b.**

Figura 2. Meristemo apical de raíz de cebolla en magnificación 4X (a) y 10X (b).

a.



b.



3. Cambia al objetivo de mayor aumento (40 X) y observa varias células. Identifica la fase en que se encuentran. Utiliza la figura y los criterios descritos en la introducción como guía para poder identificarlas.
4. Identifica una célula en cada una de las siguientes fases: interfase, profase, metafase, anafase y telofase.
5. Dibuja una célula en cada una de las fases observadas e indica una o dos características que distinguen cada fase.

a. Interfase

Mencione dos características que distinguen a la interfase.

- 1.
- 2.

b. Profase

Mencione dos características que distinguen a la profase.

- 1.
- 2.

c. Metafase

Mencione una característica de la metafase.

- 1.

d. Anafase

Mencione una característica de la anafase.

- 1.

e. Telofase

Mencione dos características que distinguen a la telofase.

- 1.
- 2.

B. Determinación del índice mitótico (los estudiantes pueden bajar a su celular una aplicación para contar como el “multy tally counter free” en play store de androide)

1. Selecciona un área del meristemo apical de la raíz. Para calcular el índice mitótico debes contar un total de 100 células. Del total de 100 células determina cuántas se encuentran en cualquiera de las fases de mitosis y cuántas están en interfase. Registra tus resultados en la Tabla 1.

2. Selecciona un área de la parte superior de la raíz de la cebolla y cuenta otras 100 células. Repite el procedimiento de contar células en mitosis y en interfase. Registra tus resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de células e índice mitótico en las dos áreas de la raíz de cebolla

Área de la raíz de cebolla	Número de células en mitosis	Número de células en interfase	Total de células	Índice mitótico
Meristemo de la raíz			100	
Parte superior de la raíz			100	

3. Calcula el índice mitótico para ambas áreas de la raíz de la cebolla y compara los resultados.

Utiliza la siguiente fórmula para hacer el cálculo:

$$\text{Índice mitótico} = \frac{\text{número de células en mitosis}}{\text{número total de células}}$$

¿Existe alguna diferencia en el índice mitótico de la raíz de la cebolla entre el área del meristemo de la raíz (extremo inferior) y la parte superior de la raíz? Explica tu respuesta.

C. Determinación del tiempo que toma cada fase de mitosis

1. Selecciona un área del meristemo apical y cuenta un total de 50 células que estén en mitosis. Determinar cuántas hay en cada una de las fases de mitosis. Registra tus resultados en la Tabla 2.
2. Calcula el por ciento de células en cada fase utilizando la fórmula y registra tus resultados en la Tabla 2.

$$\% \text{ de células en cada fase} = \frac{\text{células en la fase correspondiente}}{\# \text{ total de células}} \times 100$$

2. A la célula de cebolla le toma aproximadamente 80 minutos para completar la mitosis. Para determinar el tiempo que toma una célula en cada fase utiliza la fórmula. Registra tus resultados en la Tabla 2.

$$\text{duración de la fase (minutos)} = \frac{\text{por ciento en la fase}}{100} \times 80$$

Tabla 2. Tiempo de duración de las fases de mitosis en la raíz de la cebolla.

	Profase	Metafase	Anafase	Telofase	Total
# de células					50
% de células					100%
Tiempo en fase(min)					80

V. Preguntas de Autoevaluación

A. Analiza las situaciones a continuación. Selecciona la mejor contestación.

- Una célula diploide contiene ____ en su núcleo.
 - un número par de cromosomas
 - un número impar de cromosomas
 - dos cromátidas hermanas de cada cromosoma
 - un número par o impar de cromosomas
- Una célula que posee 12 pares de cromosomas, al pasar por mitosis producirá células hijas con
 - 6 pares de cromosomas
 - 12 cromosomas compuestos de 2 cromátidas hermanas cada uno
 - 12 pares de cromosomas
 - 12 cromosomas compuestos de una sola cromátida
 - 24 cromosomas compuestos de dos cromátidas cada uno
- Imagínate que estás observando una célula en mitosis bajo el microscopio. Esta posee dos grupos de cromosomas sencillos, uno en cada polo de la célula. Se puede percibir además una invaginación en la membrana celular. De acuerdo con estas observaciones la célula es de tipo _____ y se encuentra en _____.
 - animal, metafase
 - animal, profase
 - animal, telofase
 - vegetal, profase
 - vegetal, telofase
- Una cebolla fue puesta a germinar en una solución de cafeína. Esta solución inhibió la formación de la pared celular entre las células que se estaban dividiendo, lo que produjo una sola célula al final del proceso. A base de los resultados de este experimento podrías predecir que se:
 - inhibirá toda división celular.
 - formarán células binucleadas.
 - inhibirá la formación del huso mitótico.
 - desintegrarán todas las paredes celulares.

5. Con relación a los procesos de división celular, el experimento descrito anteriormente provee evidencia a favor de que:
- la división celular no ocurre correctamente en ausencia de cafeína.
 - algunas sustancias pueden interrumpir y detener la división celular.
 - la división del núcleo es independiente a la división del citoplasma.
 - la cafeína impide la separación apropiada de las cromátidas hermanas.
6. La colchicina es una droga que destruye el huso mitótico. En ausencia del huso mitótico los cromosomas no pueden migrar hacia los polos. Si añadimos colchicina a un grupo de células en cultivo ocurrirá lo siguiente:
- se acumularán células en interfase
 - se acumularán células en metafase
 - se acumularán células en anafase
 - se inhibirá por completo la mitosis
 - no habrá ningún efecto sobre el ciclo celular
7. Se ha encontrado que un exceso de adenina en el medio en el cual se tienen células en cultivo inhibe la síntesis de ADN. Si a un grupo de células en cultivo se le añade un exceso de adenina, ¿en cuál de las siguientes fases del ciclo celular se acumularían las células?
- a. G1 b. G2 e. S c. metafase d. anafase
8. Experimentalmente se puede lograr que células en cultivo se sincronicen, esto es, que se encuentren todas en la misma fase del ciclo celular. A un cultivo sincronizado de células humanas se le añadió la droga citocalasina-B por un período de una hora. Al final de esa hora se removió dicha sustancia, las células se prepararon para estudio microscópico y se encontraron células binucleadas. De acuerdo con los resultados obtenidos, ¿cuál fue el efecto de la sustancia mencionada?
- inhibición de la replicación de ADN
 - aceleración de la división celular
 - inhibición de la síntesis de ARN
 - inhibición de la formación del huso mitótico
 - inhibición de la división del citoplasma.

B. Dibuje el proceso de MITOSIS para una célula donde $2n=4$, comenzando desde la interfase.

VI. Actividades para desarrollar las competencias de información.

- Busca información en una fuente confiable sobre el cáncer y la relación con el ciclo celular.
- Las neuronas generalmente se diferencian y no vuelven a dividirse. Establece las palabras claves para hacer una búsqueda bibliográfica eficiente que sustenten ese supuesto.

REVISADO POR COMITÉ DE CURRÍCULO OCTUBRE 2019