

EFECTO DE DOS DESINFECTANTES DE USO COMÚN EN LA TASA REPRODUCTIVA DE *Drosophila melanogaster*

THE EFFECT OF TWO COMMONLY USED DISINFECTANTS IN THE REPRODUCTIVE RATE OF *Drosophila melanogaster*

Mónica Viviana Montero Ángel¹, Marleny Salazar Salazar²

¹. Estudiante Programa Licenciatura en Biología y Educación Ambiental. Universidad del Quindío.

E-mail: mvmoneroa@uqvirtual.edu.co

². PhD en Ciencias. Programa Licenciatura en Biología y Educación Ambiental. Universidad del

Quindío. E-mail: masasa@uniquindio.edu.co

Recibido: Octubre 10 de 2015

Aceptado: Octubre 20 de 2015

*Correspondencia del autor: mvmoneroa@uqvirtual.edu.co

RESUMEN

Drosophila melanogaster o mosca de la fruta, es considerada un organismo de gran importancia en la genética y biología del desarrollo al presentar un ciclo vital corto que facilita el adelanto de diversas pruebas y ensayos.

Objetivo: Evaluar el efecto de los desinfectantes en la tasa reproductiva de *D. melanogaster*.

Metodología: Se realizaron medios de cultivo en condiciones normales y de experimentación con diluciones: 1:2 (tratamiento 1), 1:10 (tratamiento 2) y aspersiones 75 microlitros (tratamiento 3), con tres repeticiones que se evaluaron hasta la cuarta generación, se realizaron montajes de glándulas salivales para identificación de cromosomas politénicos y se analizaron los datos obtenidos mediante un análisis de varianza con ANOVA multifactorial.

Resultados: Se encontró reducción en el índice de supervivencia (IS), cambios en la duración del ciclo, en el fenotipo, en el comportamiento de los individuos en cada estadio y fragmentación en los cromosomas politénicos. Los cambios más significativos se observaron en el tratamiento 1 que mostró un nivel de confianza del 95% ($P < 0,05$).

Conclusión: Las alteraciones encontradas en *D. melanogaster* fueron ocasionadas por acción conjunta de los componentes de cada uno de los desinfectantes.

Palabras claves: Tratamiento, generación filial, índice de supervivencia, fenotipo, cromosomas politénicos, estadios, alteraciones.

ABSTRACT

Drosophila melanogaster o fruit fly is considered an organisms of great importance in genetics and developmental biology to present a short life cycle that facilitates the advancement of various tests and trials.

Objective: Evaluate the effect of disinfectants in reproductive rate in *D. melanogaster*.

Methodology: culture media were performed in normal and experimental dilutions: 1:2 (treatment 1), 1:10 (treatment 2) and 75 microliters spraying (treatment 3), with three repetitions were evaluated until the fourth generation, salivary gland assemblies for identification of polytene chromosomes were made and the data obtained by analysis of variance with multifactorial ANOVA were analyzed.

Results: reduction was found in the survival rate (IS), changes in the cycle, in phenotype, in the behavior of individuals in each stage and fragmentation in the polytene chromosomes. The most significant changes were observed in treatment 1 showed a confidence level of 95% ($P < 0.05$).

Conclusion: The alterations found in *D. melanogaster* were caused by joint action of the components of each disinfectant.

Keywords: Treatment, filial generation survival rate, phenotype, polytene chromosomes, Stages, alterations.

INTRODUCCIÓN

Drosophila melanogaster como organismo modelo de estudio

Drosophila melanogaster, también conocida como la mosca de la fruta, es un pequeño insecto que no representa riesgos para el hombre, al contrario, es considerada un organismo de gran importancia en las investigaciones biomédicas, particularmente en los campos de la genética y la biología del desarrollo al presentar un ciclo vital corto que facilita la ejecución de diversas pruebas y ensayos (1). Es un insecto holometábolo, es decir, presenta estadio larval, pupal y adulto, con un ciclo de vida que dura aproximadamente de 9 a 10 días con requerimientos de temperatura de 25°C (2). La fecundación se presenta en el útero de la hembra y tres días después ella deposita los huevos en el medio de cultivo, luego de transcurridas unas 24 horas a partir de la postura de los huevos, el embrión eclosiona dando lugar a una larva de vida libre (3).

La larva emerge luego de terminado el desarrollo embrionario dentro del huevo, es un pequeño gusano blanco, con el cuerpo segmentado y de gran movilidad para desplazarse en el medio de cultivo donde pasa por tres estadios antes de llegar a ser adulto, cuando esta termina su tercer estadio, se inmoviliza y acorta su longitud, su cutícula se fortalece y se torna oscura formando una estructura denominada puparium, para iniciar el desarrollo de los futuros tejidos adultos; luego de transcurridos cuatro o cinco días el puparium se rasga y surge el adulto, que es sexualmente maduro seis horas después de la emergencia (2).

Desinfectantes

Los desinfectantes son productos de limpieza ampliamente utilizados en hogares, oficinas y hospitales para combatir los agentes infecciosos que habitan sobre una superficie determinada (4.) Su función principal es prevenir la proliferación de microorganismos suspendidos en el ambiente o presentes en diferentes espacios, sin embargo, el mecanismo de acción no es instantáneo, su efecto dura en el ambiente por unos cuantos minutos u horas dependiendo de la presentación del producto (5).

Desinfectante D1

Este desinfectante según se reporta en su empaque, presenta los siguientes componentes: cloruros de amonio cuaternario, etoxilado de nonilfenol colorante, perfume y agua.

Los etoxilados de nonilfenol son sustancias químicas de amplio uso en procesos industriales (6), los cuales al ser emitidos al ambiente son persistentes, bioacumulables y tóxicos para los organismos, debido a que actúa como un disruptor hormonal y que presenta amenazas concretas para la fertilidad humana y animal (7). Los cloruros de amonio cuaternario son un grupo de compuestos químicos que constituyen una línea de defensa para evitar la diseminación de patógenos resistentes y son frecuentemente utilizados en los centros hospitalarios, estos tienen la propiedad de lesionar la integridad de la membrana celular (8).

Desinfectante D2

Desinfectante de uso común en la limpieza del hogar,

este producto, según se reporta en su empaque, presenta como componentes químicos principales alcohol etílico, cloruro de benzalconio, un tensoactivo no iónico, perfume, colorante y agua. Los tensoactivos son compuestos químicos que adicionados en pequeñas cantidades a un disolvente, modifican las propiedades superficiales de este, lo que permite que el disolvente presente características humectantes, detergentes, emulsificantes o lubricantes (9). Los compuestos de amonio cuaternario son de fácil neutralización en jabones y agua, y se usan principalmente como desinfectante en diversos productos para el aseo del hogar (10). El alcohol es un líquido claro e incoloro con olor fuerte, de mayor uso doméstico y como base importante en la fabricación de sustancias desinfectantes y psicoactivas (11), es un producto de uso común en la desinfección y se considera un tóxico de alto riesgo para la salud humana (12).

METODOLOGÍA

Condiciones de experimentación

Este proyecto se llevó a cabo entre los meses de febrero y junio de 2015 en los Laboratorios del Grupo de Investigación del Programa de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental (BIOEDUQ) y en el Museo de Artrópodos de la Universidad del Quindío (MAUQ). La cría de las moscas se realizó en el Bioterio del BIOEDUQ, este lugar cuenta con los requerimientos de espacio, luz 12x12 horas, temperatura y humedad (20-22°C 55%) necesarias para la supervivencia de los individuos y el cumplimiento de su ciclo de vida tanto en condiciones normales como en condiciones de experimentación.

Poblaciones de *D. melanogaster*

Se cultivaron individuos de *D. melanogaster* de tipo salvaje traídas de la Universidad del Valle y donadas por la docente Claudia Granobles del programa de Biología de la Universidad del Quindío; estos fueron criados en medio de cultivo preparado en frascos de vidrio debidamente esterilizados en autoclave y sin tratamiento, de la siguiente manera: un banano licuado en 50ml de agua destilada y 10 gotas de Nistatina para prevenir la proliferación de hongos en el medio (13), al ser un antifúngico de uso frecuente para tratar infecciones (14), igualmente Guerrero (2013) plantea que es necesario el uso de algunas sustancias conservantes que evitan que otros organismos como hongos, bacterias, mohos y ácaros se alimenten del medio altamente energético acabando con los huevos y larvas en poco tiempo (15).

Inicialmente se formaron dos grupos stock en medio de cultivo normal compuestos, cada uno, por un ma-

cho y una hembra de *D. melanogaster*, estos fueron observados diariamente a las 8:00 am y a las 6:00 pm; la formación de estos grupos stock permitió el desarrollo del ciclo de vida de la mosca en condiciones normales, lo que llevó a evaluar los días de duración de su ciclo, el tiempo que pasa en cada uno de los cuatro estadios, las características físicas de machos y hembras y el Índice de Supervivencia (IS) al final del ciclo, el cual fue medido realizando un conteo por pareja de los huevos, larvas, pupas y adultos.

Fase de Experimentación

El protocolo para el proceso de experimentación se llevó a cabo mediante diferentes tratamientos con los desinfectantes, desinfectante D1 y desinfectante D2 e inició luego de identificar diariamente en los grupos stock la duración del ciclo de vida de la mosca, el tiempo en cada uno de sus estadios, las características físicas y el IS en condiciones sin tratamiento. En los medios de cultivo preparados con las diferentes concentraciones y aspersiones de los desinfectantes de uso común, se depositó una pareja de moscas, al día siguiente de la preparación del medio, luego de esperar la semisolidificación y consistencia de éste, para evitar muerte de los individuos por ahogamiento; luego de transcurrido el día, se procedió a dormir las moscas de los medios de cultivo normal con un tapón impregnado de éter etílico, y al momento que éstas empezaron a despertar se tomó un macho y una hembra y se depositaron en los respectivos frascos y se taparon con un tapón de gasa y algodón evitando su escape.

En el desarrollo de la fase experimental se prepararon medios de cultivo con diferentes diluciones de los desinfectantes, de la siguiente manera:

a. Dilución al medio (1/2): se tomaron 25ml de agua destilada y 25ml del respectivo desinfectante, lo que dio una solución de 50ml que posteriormente se licuó con un banano y las 10 gotas de nistatina para obtener el medio de cultivo y depositar una pareja de moscas en él.

b. Diluciones al décimo (1:10): para esta parte del procedimiento, por cada 10ml de solución se adicionó 1ml de la sustancia, es decir, al final se obtuvo una solución de 45ml de agua destilada y 5ml del respectivo desinfectante, los cuales fueron homogenizados en licuadora con un banano y 10 gotas de nistatina para proporcionar alimento y consistencia al medio y depositar la pareja de moscas.

c. Aspersiones: se aplicaron aspersiones con ato-

mizador de 200ml; se realizó una serie donde se aplicó la aspersión directamente sobre el medio de cultivo, y se tomó el valor de esta aspersión en micropipeta dando un valor de 75microlitros.

Las observaciones de los grupos experimentales se realizaron dos veces al día: 8:00 am y 6:00pm; una vez la hembra ponía los huevos sobre el medio de cultivo, se procedía a sacar los padres hacia otro medio, para facilitar el conteo y la supervisión del IS de los individuos, luego que los hijos emergieron de la pupa se separaban un macho y un hembra en otro medio con las mismas condiciones del inicial para evaluar la tasa reproductiva de la segunda generación filial. Los individuos hijos al llegar al estadio adulto fueron dormidos con éter etílico y observados al estereoscopio para identificar cambios fenotípicos significativos en comparación con las moscas normales.

Conteo de individuos

Para determinar el IS en el medio de cultivo sin tratamiento y en diferentes condiciones de experimentación se realizó el conteo de huevos, larvas, pupas y adultos en cada uno de los medios realizados y en cada una de las cuatro generaciones filiales.

- **Conteo de huevos:** el conteo se llevó a cabo mediante observación del medio de cultivo por estereoscopio.
- **Conteo de larvas:** El conteo de las larvas se realizó de manera similar al mencionado anteriormente, primero se contaban las larvas de tercer estadio presentes en las paredes del frasco y luego el medio se disponía en una caja de Petri, se dividía el espacio en cuatro cuadrantes para contar las larvas en primer y segundo estadios.

- **Conteo de pupas:** El conteo de pupas se realizó por observación directa del frasco, al estar ubicadas en paredes en el medio normal, y en los medios con tratamiento se ubicaban en paredes, borde del alimento y tapón.
- **Conteo de adultos:** El conteo de los adultos se realizó mediante observación directa, durmiendo los individuos con un tapón impregnado de éter etílico.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza con ANOVA Multifactorial en el programa estadístico Statgraphics Centurion XVII

Cromosomas politénicos

Se realizaron montajes de cromosomas politénicos de las larvas en tercer estadio en medio sin tratamiento y de las expuestas a las diferentes concentraciones y aspersiones de los desinfectantes mediante el protocolo Departamento de Genética (2011-2012) (16), y posteriormente modificado de acuerdo a las condiciones del medio.

Disposición final del material

Las moscas resultantes de los diferentes tratamientos con desinfectantes y del medio sin tratamiento fueron donadas a la colección del MAUQ preservadas en alcohol al 90%, en frascos de vidrio tapa-rosca y debidamente etiquetadas según los requerimientos para dicha colección. Las placas de cromosomas fueron donadas al programa de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental para que sean un soporte y fuente de consulta para los espacios académicos de Biología General y Genética.

Componente pedagógico del proyecto

Se realizó un blog (<http://vivy1320.wix.com/drosophila>) donde se dió a conocer los resultados obtenidos

Tabla 1. Duración del ciclo de vida de *D. melanogaster* en medio de cultivo normal y con los diferentes tratamientos con desinfectantes.

Desinfectante	Tratamiento	Duración ciclo	T° Prom	No. Huevos	Supervivencia
D1	T1	11 Días	19,6	49	75,2
	T2	10,5 Días	19,6	47	77,6
	T3	11 Días	19,5	52	84,2
D2	T1	10,5 Días	19,6	36	76,5
	T2	11,5 Días	19,6	45	79,6
	T3	10Días	19,6	48	85,4
Medio Normal	N	8,5 días	19	78	100

Los desinfectantes D1 y D2. Se observa en los diferentes tratamientos cambios en la duración del ciclo de vida e índice de supervivencia.

en el proyecto como fuente de consulta e información para la realización de proyectos posteriores, y se ofreció una charla informativa al personal encargado del aseo en la Universidad del Quindío donde se dio a conocer los efectos ocasionados en los seres vivos por diversas sustancias de uso común y que tomen precaución al momento de utilizar estos productos de aseo.

RESULTADOS

Duración del ciclo de vida

En la tabla 1 se identifica la duración del ciclo de vida de *D. melanogaster* cultivada en Medio sin tratamiento y con cada uno de los diferentes tratamientos con los desinfectantes.

Índice de supervivencia

En la tabla 1 se observa que las moscas en condiciones normales ponían un promedio de 78 huevos y este índice se reduce sustancialmente al exponerlas directamente a medios de cultivo con desinfectantes, llegando a obtenerse un mínimo de 36 y un máximo de 52 huevos, de los cuales, el 100% llega a estadio adulto en condicio-

nes sin tratamiento, mientras que con exposición a los desinfectantes se obtiene que este porcentaje de supervivencia se redujo al 75,2% de individuos, y un máximo de 85,4%, es decir, existió una reducción hasta del 25% de individuos que lograban completar el ciclo de vida con éxito. Y se observó que con el tratamiento uno, que tenía la mayor concentración de los desinfectantes se presentó el menor número de huevos ovopositados mientras que con el tratamiento tres que contenía la menor concentración, la ovoposición fue más alta (Tabla 1).

Análisis estadístico

Estadísticamente, se encontró que el comportamiento de los medios de cultivo sometidos a diferentes concentraciones con desinfectantes, fue diferente al observado en el medio normal, donde se reconoce que los efectos más marcados se presentaron con el desinfectante número uno (Gráfico 1), el cual mostró efectos más altos que el segundo desinfectante, y estos a su vez presentaron diferencias entre ellos, confirmándose esto al obtener un nivel de confianza del 95% con valores- $P < 0,05$.

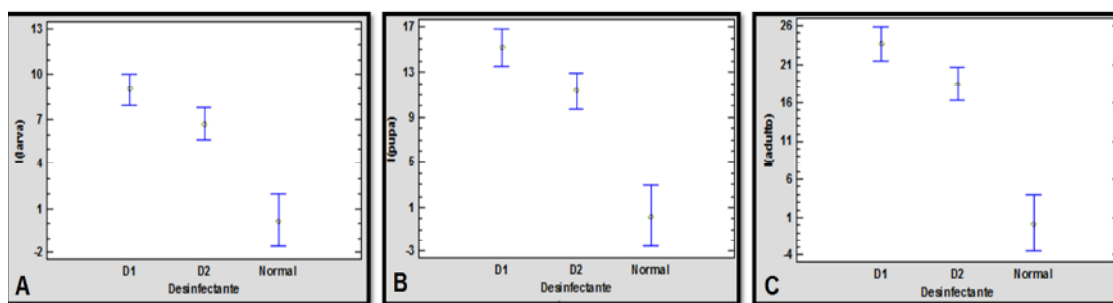


Gráfico 1. Comportamiento de los estadios de *Drosophila melanogaster* por desinfectante.

Los resultados obtenidos para cada uno de los tres tratamientos se manifestaron completamente diferentes en comparación con el medio normal e incluso presentaron diferencias entre ellos, obteniendo un nivel de confianza del 95% con valores- $P < 0,05$. Se identificó que el tratamiento uno, con la mayor concentración de las sustancias, fue el que presentó los mayores

efectos en larvas, pupas y adultos, mientras que el tratamiento dos en larvas fue el más bajo y en pupas y adultos fue el más bajo en comparación con el primer tratamiento. Finalmente, el tratamiento tres, con menor concentración de las sustancias, presentó los efectos más bajos en los estadios de pupa y adulto (Gráfico 2).

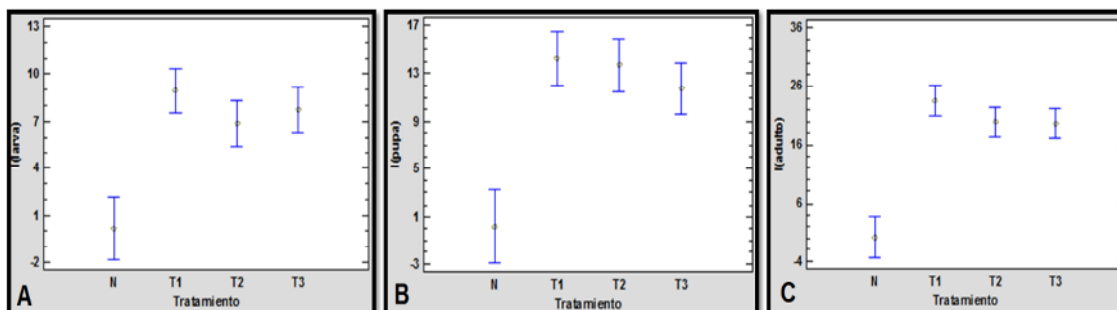


Gráfico 2. Comportamiento de los estadios de *Drosophila melanogaster* por tratamiento.

Cambios en conducta y patrones comportamentales de larvas, pupas y adultos

Se observó que el comportamiento en larvas, pupas, adultos y puesta de huevos cambia significativamente en los medios expuestos a los desinfectantes en comparación con el comportamiento presentado en cada uno de los estadios en un medio de cultivo en medio sin tratamiento. La puesta de los huevos no ocurrió sobre el medio de cultivo como es habitual en moscas cultivadas en condiciones normales si no que ocurrió en el borde del alimento, de los cuales en muchas ocasiones no emergían las larvas. Las larvas que lograron emerger, en algunos casos se quedaban en las paredes del frasco y morían, y otras lograban introducirse en el medio, en el cual algunas se adaptaban y lograban llegar a tercer estadio para pupar. Estas larvas en tercer estadio presentaban un comportamiento marcado, que se caracterizaba por buscar los sustratos secos más alejados del medio de cultivo para iniciar la pupación, por esto las pupas se ubicaban en la boca del frasco o pegadas directamente del tapón (Figura 1). Los adultos emergidos

se caracterizaban por presentar un comportamiento pasivo y en estos se observaron cambios en la duración de los procesos de cópula, fecundación y ovoposición.

Cambios fenotípicos en los adultos

Fenotípicamente se encontraron cambios significativos en los adultos de *D. melanogaster*. Los cambios más marcados se encontraron en las moscas sometidas al tratamiento uno de ambos desinfectantes, en donde se presentaron cambios en la coloración, la textura del cuerpo se tornó áspera y rugosa y no se distinguieron los segmentos abdominales como en las moscas normales (Figura 1). Para el tratamiento dos se encontraron cambios físicos similares a los anteriores, la coloración corporal se tornó entre amarillo-café, la textura áspera, rugosa y más seca. Finalmente, con el tratamiento tres no se presentaron los cambios tan marcados, en este grupo de moscas se encontraron cambios en coloración donde se tornó el cuerpo de color amarillo con distinción de los segmentos abdominales y la resequead está presente pero no de manera tan marcada como en los tratamientos anteriores.

Figura 1. Cambios comportamentales y en fenotipo de *D. melanogaster* sometidas a tratamientos con desinfectantes. A. Comportamiento en pupas. B. Huevos y larvas en paredes del frasco. C-D. Cambios físicos en *D. melanogaster*.

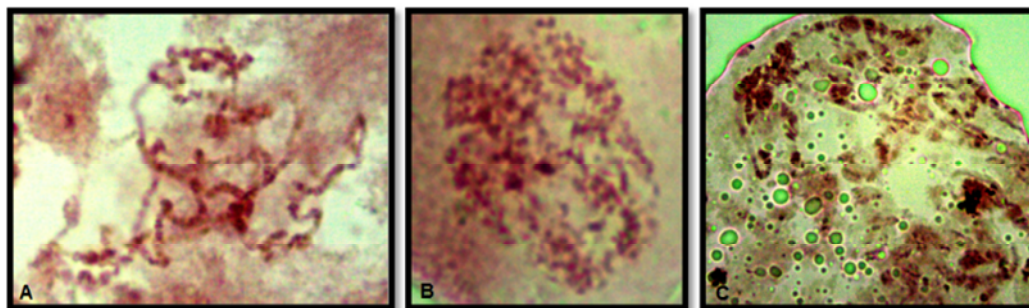
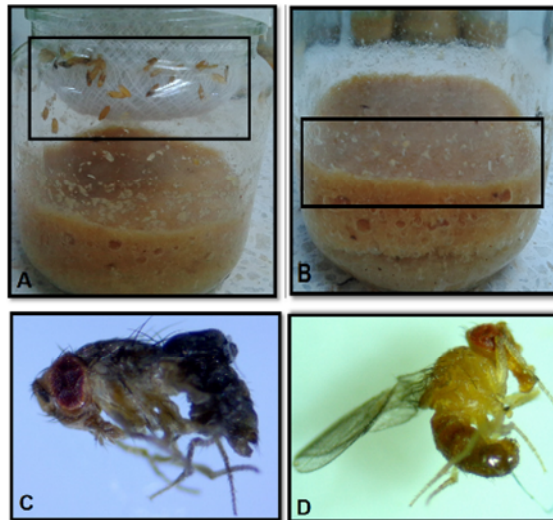


Figura 2. Cromosomas politénicos de *D. melanogaster*. A. Cromosomas de moscas normales. B. Cromosomas de moscas sometidas a D1. C. Cromosomas de moscas sometidas a D2.

Cromosomas politénicos

En la figura 2 se observan los cromosomas politénicos de *D. melanogaster* en condiciones normales y en condiciones de experimentación, los primeros se caracterizan por estar completamente desenrollados y los de las moscas sometidas a tratamientos con los desinfectantes reportan alteraciones, su desenrollamiento no es completo debido a un proceso de fragmentación.

DISCUSIÓN

El ciclo de vida de la mosca depende de factores externos como la temperatura, Zappia (2012) plantea que a una temperatura de 25°C el ciclo desde huevo a adulto es de unos diez días, mientras que a 20°C son necesario 15 días para ello (17). Sin embargo, se observó que en los medios de cultivo sin tratamiento el ciclo de vida de la mosca presentó una duración de ocho y nueve días con temperaturas promedio de 19°C, estos resultados difieren del autor, debido a la disminución de la temperatura durante el desarrollo del proyecto. El número de huevos que pone una hembra por día es entre 50 y 75 aproximadamente (18) de los cuales el 100% llegan a culminar con éxito el estadio adulto; la ovoposición inicia al segundo día de emergencia de la hembra, llegando a producir de 400 a 500 huevos en diez días, es decir, un promedio de 50 huevos diarios (19), en este caso el promedio de huevos puesto por las hembras de *D. melanogaster* es de 78 (Tabla 1) de los cuales, al finalizar el ciclo de vida se obtiene igual promedio de individuos adultos.

Al exponer los medios a diferentes concentraciones no solo se alteraban los procesos de cópula y fecundación sino que también la ovoposición disminuía en comparación con el número de huevos presentes en medios de cultivos sin desinfectantes y con el tratamiento tres (baja concentración de sustancias), entonces la composición y concentración de los desinfectantes en el alimento influye directamente sobre el tiempo de duración y efectividad de los procesos de cópula y fecundación, y sobre el número de huevos ovopositado; estos resultados están en concordancia por lo reportado por Setzer (2005) quién afirma que la ovoposición disminuye al perturbar el medio en el que se encuentran las moscas (20).

El desarrollo embrionario de *D. melanogaster* también se ve afectado por la presencia de los desinfectantes en el medio, debido a que en algunos de los huevos el desarrollo se detiene y estos no presentan éxito y no llegan a emerger las larvas; el huevo se forma aproximadamente en tres días y luego de la fecundación es ovopositado en

el medio de cultivo y en ese momento inicia el proceso de embriogénesis (Figura 8) para determinar la polaridad, desarrollo y ubicación de todas las estructuras del embrión, y luego de aproximadamente 24 horas la larva emerge de la cubierta del huevo (3), de esta manera se pudo evidenciar que el desarrollo embrionario en muchos casos se vio alterado, porque los huevos fueron ovopositados sobre el alimento rico en desinfectantes y en muchos de ellos no se dio un desarrollo embrionario completo llevando a la inviabilidad del producto.

Cromosomas politénicos

Los cromosomas politénicos se ubican en regiones que necesitan gran expresión de genes por lo que son transcripcionalmente activos, característica que se reconoce al presentarse las zonas puff (21), éstas son las zonas más desenrolladas de los cromosomas y de mayor actividad génica (22), constituidas por eucromatina ampliada cientos de veces (21) por esto, se pudo inferir que al presentarse alteraciones en el desenrollamiento y composición de las regiones puff de estos cromosomas como se observan en la figura 2, el proceso de transcripción se vio alterado en muchos de los casos, lo que afectó el desarrollo normal del cromosoma, lo que posiblemente condujo a la muerte de las larvas y así a la alteración de la viabilidad larva-pupa durante el desarrollo del ciclo de vida de la mosca.

Los cambios conductuales, fenotípicos y cromosómicos encontrados en las moscas sometidas a tratamientos con desinfectantes de uso común están relacionados con los componentes de las sustancias a las que fueron sometidas, de las que se reporta un efecto negativo en la salud de animales como pollos de engorde, los cuales, después de un tiempo de sometidos a estas sustancias presentaron anemia y lesiones en hígado y riñón (23).

Los desinfectantes presentan componentes altamente tóxicos, como el nonilfenol, que tiene la capacidad de acumularse en tejidos de peces e invertebrados, presenta efecto sobre el sistema inmunológico y la actividad estrogénica, ocasionando alteraciones en el desarrollo sexual de peces y mamíferos incluyendo menos producción de esperma y anomalías en este (7), es decir, este componente tiene la capacidad de generar acumulación en tejidos lo que lleva a fuertes alteraciones para los organismos expuestos a él, como ocurrió con *D. melanogaster*.

Otro de los principales componentes de estos desinfectantes es el alcohol, el cual, presenta efectos agudos y crónicos para los seres vivos, en los que se destacan

consecuencias adversas nutricionales, neurológicas, hepáticas y teratogénicas, alteraciones en el sistema nervioso central, sistema gastrointestinal y endocrino, igualmente el alcohol es absorbido a través de la piel, las mucosas y por procesos de inhalación que ocasionan gastritis y vómitos severos, y la ingestión e inhalación de altas concentraciones puede dar lugar a una depresión del sistema nervioso ocasionando coma e incluso la muerte (12), el cual, al estar presente como uno de los mayores componentes de estas sustancias de aseo, ocasionó alteraciones en el desarrollo normal de los cromosomas, de la división y en el fenotipo de las moscas. Cuevas y Nader (2012) reportan que los compuestos de amonio cuaternario se usan en el comercio de frutas como agente de protección post-cosecha y durante el transporte de estas; estos compuestos tienen propiedades fungicidas y bactericidas y se utilizan comúnmente en desinfectantes industriales y domésticos, para el cuidado personal, para superficies como pisos y mesas y en la producción industrial de alimentos (24); éste compuesto al tener la capacidad de eliminar hongos y bacterias ayudó a que en los medios de cultivo no surgieran estos microorganismos, sin embargo, este al actuar junto con los demás componentes ocasionó cambios significativos en conducta, actividad reproductiva y fenotipo.

CONCLUSIONES

Los desinfectantes D1 y D2 presentaron efectos significativos en *D. melanogaster*, ocasionando en muchos ca-

sos la muerte de las moscas, reducción de la ovoposición y la inviabilidad de los individuos, estos efectos están relacionados con la cantidad de sustancia a las que fueron expuestas las moscas y con los componentes de los desinfectantes, los cuales de manera individual presentan reportes de causar efectos negativos en otros seres vivos. *D. melanogaster* al ser un modelo amplio de estudio en genética permitió conocer algunos de los efectos ocasionados en los seres vivos por acción de estas sustancias utilizadas ampliamente en los hogares, los cuales, se manifestaron de manera significativa en esta especie por presentar tamaño pequeño y bajas tasas de reparación, pero en los humanos estos efectos no son tan marcados debido a tasas de reparación altas, sin embargo, luego de periodos largos de exposición los efectos pueden manifestarse de manera más fuerte.

RECOMENDACIONES

Después de la realización del proyecto se recomienda el desarrollo de investigaciones con estas sustancias de uso común, para conocer de manera más clara sus efectos sobre la salud humana y la manera de prevenir estos. También se recomienda informar acerca de lo encontrado a amas de casa y entidades donde se cuente con amplio personal de aseo, quienes son las personas que se reportan como los mayores usuarios de estos desinfectantes, para que puedan prevenir efectos posteriores mediante el uso adecuado de los productos, por medio de bajas dosis, uso de tapaboca y no presentar contacto directo con la piel, ojos, cavidad oral y fosas nasales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rincón, D., Fernández, P. y Reséndez, D. (2009). De la genética de la mosca a la salud humana. *Ciencia UANL*. 12(1), 83-89.
2. Pérez, G. (2006). Prácticas de genética y mejora vegetal. *Drosophila melanogaster*. Ciclo vital. Morfología. Identificación de mutantes. Departamento Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra.
3. Amoros, A. (2001). Estudio de mutantes del cromosoma III de *Drosophila melanogaster*: el gen ash-2 como regulador de diferenciación celular. Tesis Doctoral. Departamento de Genética. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.
4. Guerra, D. (2005). Uso de antisépticos y desinfectantes. *Rev. Hosp. Mat. Inf. Ramón Sardá*. 24(4), 201-203.
5. Echeverri, L., Cifuentes, G., Granados, J. Arias, J. y Fernández, C. (2007). Cinética de desinfección para cinco desinfectantes utilizados en industria farmacéutica. *Rev Cubana Farm*. 41(2).

6. Itria, R., Lozada, M., De Tullio, L. y Erijman, L. (2002). Efectos de surfactantes nonilfenol etoxilados sobre la estructura de la comunidad microbiana en plantas de tratamiento de efluentes. Cuarta Jornada de Desarrollo e Innovación.
7. Scheuer, S. (2010). La permisividad de la Unión Europea ante la contaminación química. El caso del nonilfenol, síntomas del fracaso en la aplicación de las leyes europeas. Tomado de: www.greenpeace.es
8. Ramos, Y. y Alonso, G. (2011). Evaluación de la resistencia a agentes desinfectantes de bacterias aisladas de ambientes naturales. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 31(2), 130-137.
9. Rusina. (s.f.). Análisis químico de detergentes y sus efectos en el *Phaseolus vulgaris*. Recuperado de http://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria20/feria301_01_analisis_quimico_de_detergentes_y_sus_efectos_en_e.pdf
10. Gutiérrez, S., Dussán, D., Leal, S. y Sánchez, A. (2008). Evaluación microbiológica de la desinfección en unidades odontológicas (Estudio piloto). *Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm.* 37(2), 133-149
11. Anónimo. (s.f). Desinfectantes. Recuperado de <http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch19.pdf>
12. Téllez, J. y Cote, M. (2006). Alcohol Etilico: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado. *Rev. Fac. Med. Univ. Nac. Colomb.* 54(1), 32-47.
13. Díaz-González, F., Pizarro-Loaiza, M., Ramírez-Castrillón, M., Molina-Henao, Y., Solarte-García, D., Bravo-Guerrero, D., Hurtado-Giraldo, A. y Cárdenas-Henao, H. (2008). Evaluación de dos medios de cultivo y heredabilidad de productividad y tiempo de desarrollo para tres mutantes de *Drosophila melanogaster* (Drosophilidae). *Acta Biol. Colomb.* 13(1), 161-174.
14. Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. Pediamécum. (2012). Nistatina. Consultado: Octubre 05, 2014. Recuperado de: <http://www.pediamecum.es>
15. Guerrero, M. (2013). Las moscas de la fruta: Obtención, mantenimiento y cría de este popular alimento para pequeñas mascotas. *Revista de la SECA (1)*, 17-23. 28934 Madrid-España.
16. Departament de Genètica. (2011-2012). Prácticas de Laboratorio de Genética. Grado en Biotecnología. Facultad de Ciències Biològiques. Tomado de: http://mobiroderic.uv.es/bitstream/handle/10550/20374/JuanFerre_ca.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Zappia, M. (2012). Genética General. Guía de trabajos prácticos. Universidad Nacional de San Martín. Instituto de Investigaciones Biotecnológicas
18. Domínguez, J., Melero, D., Gálvez, F. y Briantes, D. (s.f.). Efectos de la luz y el aislamiento en el comportamiento y cortejo de machos de *Drosophila melanogaster*. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Sevilla-España.
19. Brito, G., Soto, M. y Pat, V. (2011). Manual de prácticas de introducción a la genética. Universidad Autónoma Chapingo. Preparatoria Agrícola. Área de Agronomía. Academia de genética.
20. Setzer, T., Muñoz, B. y Paniagua, A. (2005). Efectos del movimiento en la puesta de huevos y el tiempo de desarrollo embrionario en *Drosophila melanogaster* (Mosca de la fruta). Métodos de Investigación. Colegio Marymount. 12CD.
21. Andrade, E., Bueno, M., Burbano, C., Chaparro, A., García, L., Matta, N., Nates, G. y Usaquén, W. (2006). Manual de guías de laboratorio. Genética Mendeliana, Poblaciones, Citogenética y Genética Molecular. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.

- Departamento de Biología. Unidad de Genética y Biología Molecular. Bogotá-Colombia.
22. Giráldez, R. (s.f.). Los cromosomas de *Drosophila melanogaster*. Recuperado de: <http://www.unioviado.es/esr/pp/tch2.pdf>
 23. Rodríguez, A., Carabaño, J., Zerpa, H., Machado, I., Vivas, I., Marcano, R., Leal S. y Liendo, G. (2012). Uso de desinfectantes vía oral en pollos de engorde: efectos sobre el estado de salud y desempeño reproductivo. *Rev. Fac. Cs. Vets. UCV*. 53(1), 29-37.
 24. Cuevas y Nader (2012). Información relativa a la presencia de cationes de amonio cuaternario en alimentos. Eurofins Global control GmbH × GrossmoorBogen 25 D 21079 Hamburgo.