UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARUAGUA.

UNAN-LEÓN.

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA.

TESIS

OBTENCIÓN DE MUTANTES EN LA MOSCA DE LA FRUTA (*Drosophila melanogaster)* POR RADIACIÓN IONIZANTE (Rayos X), EN LA UNAN- LEÓN.

AUTOR:

Br. DOWNING DEL C. MONCADA LÓPEZ.

REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO DE LINCECIADA EN BIOLOGÍA.

TUTOR:

Msc. IVAN GUEVARA.

LEÓN, OCTIBRE - 2008.

DEDICATORIA.

Dedico mi trabajo monográfico en Primer lugar a **Dios**:

Ser Supremo que ha permitido el logro de mis metas, especialmente culminar mi tesis.

En segundo lugar a mi Mamita:

La Sra. **María Adilia Membreño Ríos**, pues con su incondicional esfuerzo contribuyó con la finalización de mis estudios, para alcanzar mi profesionalización y así prepararme para la vida.

Ella ha sido un ejemplo verdadero para poder seguir adelante, en su calidad de madre y padre a la vez. Ella, de forma incondicional me proporcionó todo el apoyo material y humano, lo cual permitió la cristalización de mi proyecto de vida.

En tercer lugar deseo enaltecer la colaboración decidida de mi Mamá **Mª. Antonia López Membreño**, pues gracias a ella llegue al final de mi meta. No puedo dejar de reconocer con mucha especialidad a mis adoraciones **Mª de los Ángeles Membreño M. y Downing Sheneidy Solís M**., ellos han sido mi inspiración y mi fortaleza para continuar la superación profesional.

Así mismo hago reconocimiento profundo a todos y cada uno de los que facilitaron la culminación de mis estudios, ellos con su aporte hicieron posible concretizar las tareas, y de esa manera poder seguir adelante, sin mirar hacia atrás.

AGRADECIMIENTO.

A Sra. María A. Membreño R.: Gracias a su firmeza y tenacidad logré culminar mi tesis, pues fue partícipe de todos los gastos que se realizaron a lo largo de este fructífero documento como es mi tesis.

A Msc. Iván Guevara: Por colaborar decididamente, fue guía y el colaborador esencial de mi trabajo de tesis, de esta forma obtener mi título profesional.

A la Directora General del Hospital Materno Infantil Dra. Bernardita Molina Membreño: Gracias a ella se me permitió el acceso en el laboratorio de Rayos X en el Hospital, así obtuve mi primera gran experiencia profesional.

A Los que laboran en el Laboratorio de Rayos X. Técnico : Manuel A. Ruiz P; Lidia Carrión; Ana Rodríguez; Yadira Vanegas; Vicente Centeno y Blanca Meza
Sin su colaboración efectiva no haría sido posible realizar mis prácticas. Gracias por prestarme su tiempo y apoyo, permitiéndome desempeñar mi trabajo, solo con su esfuerzo y tiempo contribuyeron a efectuar las radiaciones, según sus experiencias; logrando encontrar la respuesta acertada a mi hipótesis.

A Br. Martha Loaiasiga y Br. Alberto Hernández: quienes ofrecieron sus tiempo para ayudarme a preparar los medios y seleccionar los instrumentos necesarios para la experimentación adecuada.

A Dra. Adalila Molina Membreño: la cual contribuyo a profundizar en los análisis e interpretación de datos estadísticos en cada procedimiento que se hizo, con los cuales demostré la cientificidad apropiada en mi planteamiento.

A Lic. Noel Geni y Lic. Luisa Rizo: facilito el razonamiento de los campos eléctricos, deduciendo que son óptimas las condiciones de mutación, según el tipo de corriente que se efectúo. Todo ello basado en sus conocimientos y experiencia.

RESUMEN.

Drosophila melanogaster , es el material biológico ideal para el estudio de la genética Mendelianas. Se necesitan cepas mutantes para distinguir las diferencias entre las segregaciones. La carrera de Biología de la UNAN- León muchas veces carece de cepas mutantes, con el propósito de utilizarlas en la clase de Genética, debido que son importantes como objeto de pruebas en laboratorios. Con base en el Drosophila Information Service hasta 1995 existe registrado aproximadamente 60,000 trabajos publicados en diversas revistas de divulgación científica. Por ello se experimentó en nuestro propio laboratorio con radiaciones ionizantes (Rayos X) sobre moscas Drosophila silvestre para provocar mutación permanente y obtener cepas fértiles para su uso de la docencia en la cátedra de Genética. Se sometieron las larvas de tres días de nacidas de moscas silvestres a distintos niveles de radiación ionizantes (Rayos X), las cuales fueron las únicas radiadas, se observaron y analizaron las generaciones que se presentaron, determinándose así que la radiación que causa mutación en las moscas de forma heredable. Las Radiaciones utilizadas para observar este efecto fueron: Radiación N^{o}1 (70kv/400mAs), Radiación N^{o} 2 (70kv/25mAs), Radiación N^{o} 3 (58kv/400mAs) y Radiación N^{o}4 (80kv/400mAs). Se observo que la Radiación N^{o}1 provoco la aparición de moscas mutadas que trasmiten la mutación por la línea germinal, sin embargo, las otras tres radiaciones (R2, R3, R4), aunque causan mutación esta no es heredable, perdiéndose en la segunda generación. Se concluye que la radiación que mantiene mutación inducida por rayos de X en forma heredable es R1 (70kv / 400 mAs) ocasionando cambios en el color de ojos, dando un color naranja claro y, está se presenta en todas las generaciones sucesivas.

Capitulo **ÍNDICE.**

N°. Pág.

Contenido

Dedicatoria……… 1

Agradecimiento……… 2

Resumen……… 3

Titulo……. 4

I. **Introducción…**…….. 8

II. **Objetivos…**……..... 9

III. **Marco Teórico**……..... 11

3.1. Genética…….. 12

3.2. Leyes de Mendel……..... 12

3.2.1. Ley de uniformidad de la 1ra generación filial……..... 12

3.2.2. Ley de la segregación de los genes antagónicos…….. 12

3.2.3. Ley de la recombinación de los genes…….. 13

3.3 ***Drosophila melanogaster***..... 14

3.3.1 Hábitat..... 14

3.3.2 Ciclo de vida..... 15

3.3.3. Desarrollo embrionario…… 15

3.3.3.1 Huevo……. 16

3.3.3.2 Larvas……. 17
3.3.3.3 Pupa…… 17
3.3.3.4 Adulto…… 17
3.3.4 Morfología externa del adulto……..... 18
3.3.4.1 Cabeza…… 18
3.3.4.2 Tórax…….. 19
3.3.4.3 Abdomen…… 19
3.3.5 Distinción del sexo en los adultos…… 20
3.4. Estudios de mutación…… 21
3.5 Mutación……. 22
3.5.1. Mutaciones Génicas……..... 23
3.5.2. Mutaciones Somática…… 23
3.5.3 Mutaciones Cromosómica…….. 24
3.5.3.1 Clasificación de los cambios cromosómicos……. 24
3.5.3.1.1 Cambios en la estructura de los cromosomas…… 24
3.5.3.1.2 Cambios en el número de los cromosomas…… 24
3.5.4 Mutaciones Inducida……. 25
3.6 Las Radiaciones…… 25
3.6.1 Radiaciones Ionizantes…… 25
3.6.2 Tipos de Rayos X……. 26
3.6.3 Propiedades de los Rayos X…….. 26
3.6.4 Naturaleza de los Rayos X……..... 27
3.6.5 Constitución física de la materia…….. 28
3.6.6 Terminología de los efectos sobre la salud de las radiaciones… 29
3.6.6.1 Medida de la radiactividad…… 29
3.6.6.2 Medida de la dosis absorbida y del daño biológico……..... 29
3.7 Equipo unidad, película, cuarto oscuro……... 31

	3.7.1 El foco o Ánodo……	33
IV	**Materiales y Métodos…**…….	34
	4.1 Método para capturar las ***Drosophila melanogaster…***……	34
	4.2 Medio de Cultivo…….	34
	4.3 Diseño metodológico……..	35
	4.4 Análisis de datos…….	36
	4.4.1 Se construye un grafico de dispersión de datos……	37
	4.4.2 T- Student ……	37
	4.4.3 ANOVA ……	37
	4.4.4 Prueba de post-hoc……..……...	38
	4.4.5 Intervalo de confianza ……	38
V.	**Resultados y Discusión…**…….	39
VI.	**Conclusión…**…….	49
VII.	**Recomendaciones…**…….	50
VIII.	**Bibliografía…**……...	51
	Anexo…….	54
	Glosario…….	68

TEMA.

Obtención de mutantes de mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster)*** por Radiación Ionizante (Rayos X), en la UNAN- León.

I. INTRODUCCIÓN.

La Genética es la ciencia que trata acerca de la herencia y la variabilidad de los organismos vivientes. Está destinada a descubrir las leyes de la reproducción de lo vivo a través de las generaciones, la aparición de nuevas propiedades en los seres vivos, las leyes de desarrollo individual y la base material de las transformaciones históricas de los organismos vivos en el proceso de la evolución (Dubini, 1984).

Las mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster)*** es un insecto que pertenece al Orden Díptera que agrupa a aquellos organismos en los que sólo el primer par de alas es funcional y el segundo se ha transformado en órganos del equilibrio, los llamados salterios o balancines. Está especies es cosmopolitas, es decir, está ampliamente distribuida en todo el mundo. En particular, en los estudios genéticos resulta indispensable conocer de una manera general la morfología externa del adulto, para poder distinguir las características que presentan las moscas de tipo silvestre de aquellas que pueden estar modificadas por mutaciones (Ramos, 1993). Es un organismo modelo ya que su código genético y su morfología han sido muy estudiadas por científicos para diferentes estudios tales como: El estudio de los canales iónicos en membranas excitables de *Drosophila* logrados gracias a la regulación por neurotransmisores y segundo mensajeros en la cepa normal y en mutantes neorológicos; elaborado por Labarcap. Desciframiento del código genético de *Drospophila* realizado por Craig Venter (celera genomics) y Gerald Rubin (Universidad de California en Berkeley), (Watson, 2008). Otra de las grandes ventajas de Drosophila se basa en la facilidad para introducir y combinar mutaciones de genoma. De esta forma, el fenotipo mutante nos permite inferir la posible función del gen durante el desarrollo. El genoma de Drosophila contiene poco ADN repetitivo y la mayoría de los genes son de copia única, evitándose así los inconvenientes de la redundancia funcional. Esta particularidad, junto con la posibilidad de insertar nuevo material genético en el genoma de Drosophila ha

permitido la generación de diversa colecciones de mutantes (La evolución de Biologia, 2007).

Para obtener mutantes de Drosophila melanogaster, se necesitaron treintas aňos de experimentación para tratar de provocar las mutaciones, esto fue logrado en 1927 por Müller, el cual, realizó radiaciones inducidas por diferentes métodos. Entre los agentes físicos que producen mutaciones, están radiaciones ionizantes (por ejemplo los Rayos X) y las radiaciones no ionizantes (la luz ultravioleta).

En la clase de Genética en III año de la Carrera de Biología de la UNAN-León se utilizan mosca de la fruta, por que son ideales para estudios de investigación debido al corto ciclo de vida, que estas presentan, las líneas que se usa hoy en día son cepas mutantes (españolas), por lo que se solicita de anticipo a la Universidad Autónoma de Barcelona, muchas veces se pierden las poblaciones de reservas, por ejemplo la invasión de ácaros, por lo que se realiza un nuevo pedido de dichas moscas, que algunas veces no se obtienen, por problemas de correo u otras causas.

Por lo tanto se hace necesario obtener por experimentación propia, cepas de mutante de la mosca de la frutas (***Drosophila melanogaster)***, para que la Universidad tenga sus propias líneas de cepas disponible para las practicas de laboratorios en la clase de Genética. Para realizar esta investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: Se pretende que al menos una de los cuatros niveles de radiaciones (Rayos X) que se aplican a las moscas cause mutación permanente.

Hi: Que ninguna de los cuatros niveles de radiaciones (Rayos X) que se aplican a las moscas cause mutación permanente.

El objetivo principal fue encontrar un determinado nivel de radiación que cause mutación permanente a la mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster)***, por medio de las radiaciones ionizantes (Rayos X). Es importante tener en cuenta que las prácticas de laboratorio utilizando las moscas de frutas para el estudio de la Genética permite tener entendimiento acerca del movimiento y manifestación de los genes entre las generaciones.

II. OBJETIVOS.

GENRAL.

- Obtención de mutantes en la mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster)*** por radiación ionizante (Rayos X).

ESPECÍFICOS.

- Establecer una cepa de mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster)*** mutada por medio de diferentes niveles de radiación ionizante (Rayos X).

- Determinar si existe diferencias estadísticas entre las mutaciones provocada por medio de los cuatro niveles de radiaciones aplicadas a la mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

III MARCO TEÓRICO.

3.1 GENÉTICA.

La genética en general estudia la constitución de los organismos y las leyes que gobierna la trasmisión de esta información hereditaria de una generación siguiente.

La genética poblacional es la rama de la genética relacionada con la herencia en grupos de individuos, en poblaciones. Estudia la constitución genética de las poblaciones y cómo esta constitución genética cambia de generación en generación. Los cambios hereditarios a través de las generaciones marcan el proceso evolutivo. Por consiguiente, la genética de población puede considerarse también como *genética evolutiva* (Ayala, 1984).

Los estudios de Mendel se basaron en cuatro aspectos:

1. Estudiar la transmisión de caracteres aislados.
2. Contar el número de descendientes de cada tipo.
3. Cruzar cepas o razas puras
4. Elegir una planta en la cual el origen de los gametos podía ser controlado.

3.2 Según Naturaleza educativa, 2007. Las leyes de Mendel se enuncian así:

3.2.1 Ley de uniformidad de la primera generación filial.

Si se cruzan dos individuos parentales homocigóticos para un solo par de alelos, pero con distinta expresión, todos los descendientes de la primera generación, que se denominarán híbridos F1, son idénticos.

Expresado de una forma más clara: cuando se realiza el cruzamiento entre individuos de la misma especie pertenecientes a razas puras, todos los híbridos de la primera generación filial son iguales.

Estos híbridos manifiestan enteramente el carácter de uno de los progenitores (*carácter dominante*), mientras que el carácter del otro progenitor no se muestra, como si estuviera oculto o desaparecido (*carácter recesivo*), o bien los híbridos muestran un carácter intermedio entre los dos padres (*codominancia*).

Mendel llamó factores a los responsables de la herencia biológica. Hoy día a estos factores se les denomina *genes*, los cuales se encuentran ubicados en lugares específicos de los cromosomas llamados *locus.*

Los cromosomas homólogos tienen los mismos genes, de tal forma, que se corresponden exactamente punto por punto; por tanto, cada célula diploide no tiene uno, sino dos genes para regir un carácter determinado. Así pues, cualquier carácter hereditario estará determinado por dos genes, uno procedente del padre y otro de la madre. A estos genes que rigen un carácter se les llama *alelos*. Si estos alelos son iguales, al individuo se le denomina *homocigótico* o puro, y si son distintos, *heterocigótico* o híbrido. Al conjunto de los genes de un individuo se le denomina *genotipo*, y al conjunto de características de dicho individuo *fenotipo*.

3.2.2 Ley de la segregación (o disyunción) de los genes antagónicos.

Al cruzar entre sí los híbridos de la generación F1 se obtienen en la F2 distintos tipos de descendientes, parte de los cuales son como los individuos parentales (P). Los genes que han constituido pareja en los individuos de la F1, se separan al formarse las células reproductoras de éstos. Así, al cruzar los híbridos de la F1 entres sí, obtenemos el desarrollo

mostrado en el gráfico No. 3, que se encuentra en página 58, que corresponde exactamente a lo observado por Mendel. En la F2, las 3/4 partes de los individuos obtenidos presentaban semillas amarillas, y el 1/4 restante, semillas verdes.

3.2.3 Ley de la recombinación de los genes (transmisión independiente de los genes).

Mendel efectuó también cruces con plantas que diferían en dos características (*dihibridismo*): por ejemplo, guisantes de semilla lisa y amarilla a un tiempo con otros de semilla verde y rugosa. De esta forma obtuvo la tercera ley, que dice: Si se cruzan razas que difieren en uno o más alelos, los alelos son independientes o ligados y siguen las dos primeras leyes de Mendel. Es decir, cada uno de los caracteres hereditarios se transmite a la progenie con total independencia de los restantes. La proporción obtenida por Mendel fue de 9 plantas de semilla amarilla y lisa; 3 plantas de semilla amarilla y rugosa; 3 plantas de semilla verde y lisa; y 1 planta de semilla verde y rugosa. Por tanto, 9:3:3:1. Las posibles combinaciones entre los gametos masculinos y femeninos se describen mediante los llamados *tableros de Punnett*. (Luengo, 2004).

3.3 ***Drosophila melanogaster.***

Es un insecto que pertenece al Orden Díptera que agrupa a aquellos organismos en el que solo el primer par de alas es funcional y el segundo se ha transformado en órganos del equilibrio, los llamados halterios o balancines. Es un organismo representativo de la familia Droshophiloidae la que incluye a las mosquitas pequeñas, con algunas cerdas y venación en las alas. El genero Drosophila comprende varias especies de moscas con la vena subcostal degenerada, incompleta o ausente, las pertenecientes a la especie ***melanogaster*** tienen 2 interrupciones en la vena costal, Meigen, 1830 Citado por Dubini, 1984 (*Ver foto No 6 Pág. 59*).

Es un insecto (holometábolo) que durantes su ciclo de vida sufre completa metamorfosis hasta llegar a adulto, atravesando diferentes fases que son: huevos, larvas, pupa, y adulto. En condiciones de cultivo estándar de 25°C y aproximadamente 60 % de humedad relativa, Drosophila melanogaster completa su ciclo en unos 9-10 días *(Ver tabla No 7 pág. 67).*

En ellas es posible realizar tratamientos en fase de larva, es muy importante tener en cuenta que pueden existir diferencias entre las pruebas experimentales. Son utilizadas para trabajos experimentales ya que es considerado un material adecuado debido a su fácil manejo, su corto ciclo de vida y la gran cantidad de mutaciones que esta puede presentar (Ramos, et al, 1993).

3.3.1 Hábitat.

Son Cosmopolitas, es decir, están ampliamente distribuidas, por lo que se les encuentran en todo tipo de clima, altitud y latitud. Se localizan especialmente en las frutas suaves donde la fermentación se ha iniciado y en general en alimentos con alto contenido de ácido acético (Ramos, 1993).

Los siguientes características, son citados por Jiménez, 1990.

3.3.2 Ciclo de vida.

Su ciclo biológico, desde la fecundación hasta el adulto, pasa por cuatro estados de desarrollo: huevo-larva-pupa-imago o adulto. El desarrollo embrionario tiene lugar en el huevo, tras la fecundación y formación del cigoto.

La hembra pone huevos incluso sin estar fecundados. La ovoposición comienza en la hembra adulta al segundo día después de su emergencia, pudiendo llegar a poner hasta 50-75 huevos por día, llegando hasta 400-500 en diez días.

Lógicamente solo aquellos huevos que han sido fecundados se desarrollarán. La hembra después del apareamiento acumula el esperma en un receptáculo espermático y los huevos son fecundados posteriormente conforme pasan a través del oviducto hacia el orificio de salida (placa Vaginal).

3.3.3 Desarrollo embrionario.

Su desarrollo embrionario se inicia inmediatamente después de la fertilización y dura aproximadamente un día; después de la eclosión aparece la larva y se inicia el desarrollo postembrionario. La fase larvaria atraviesa tres estadios separados por mudas, de los cuales los dos primeros duran un día y el último dos, pasando a continuación a la fase de pupa, fase estacionaria en la que tiene lugar la metamorfosis de larva a adulto. De la pupa emerge adulto, despigmentado y con las alas no plegadas, trascurrida una hora despliega las alas. A las pocas horas de emerger el adulto, este ya logra aparearse y cerrar el ciclo. *(Ver foto No 8 y esquema No 2 pág. 60).*

3.3.3.1 Huevo.

Son ovoides con unas dimensiones de 0.19x 0.5 mm, son blancos y están recubiertos de una fuerte envoltura con dos apéndices delgados en el extremo anterior. En el extremo anterior hay un poro diminuto por donde penetra el espermatozoide para fecundar el pronúcleo femenino, mientras el huevo se encuentra en el útero. El desarrollo embrionario comienza inmediatamente después de la fertilización y, como en la mayoría de los insectos, se distinguen dos períodos: El período embrionario, que transcurre dentro del huevo y comprende desde la fertilización hasta que emerge la larva, y el período postembrionario, que se inicia con la eclosión del huevo y comprende de las etapas larva, pupa e imago o insecto adulto.

3.3.3.2 Larvas.

El huevo eclosiona, por tanto, al cabo de un día, y de él sale una larva blanca, con mandíbulas negras y un par de espiráculos con función traqueal en cada extremo. Las larvas viven dentro del medio de cultivo, son muy activas y voraces, creciendo muy rápidamente. Pasan por tres estadios larvarios (intars) con dos mudas. Al final del tercer estadio, la larva llega a alcanzar una longitud de 4.5 mm.

3.3.3.3 Pupa.

Tras unos cuatros días y dos mudas las larvas abandonan el medio de cultivo, o algún otro soporte, y se fijan comenzando el estadio de pupa. Los espiráculos se transforman en antenas pupales, disminuyen la longitud de su cuerpo y se vuelve más oscuro para formar el puparium. Esta prepula puede considerarse como el cuarto estadio larvario, que termina con una muda, comenzando a partir de entonces el período de pupa o crisálida. Por tanto, el metabolismo pupal se centra en la sustitución de tejidos de larvas por los del adulto, utilizando los tejidos de deshecho de la larva como materia y energía para esta función. Al cabo de unos cinco días de iniciada la pupación aparece el adulto (imago).

El ciclo total de desarrollo, a un total óptimo de 25º C, suele tener duración de aproximadamente10-11 días. A temperaturas superiores se producen fenómenos de esterilidad y a temperaturas más bajas el ciclo se alarga.

3.3.3.4 Adulto.

Adulto o imago. Aparece, tras romper el puparium, con el cuerpo muy pálido y sin desplegar las alas. Éstas se despliegan al cabo de una hora, y tras otras pocas horas alcanza la pigmentación corporal normal, un color amarillo pajizo. Los adultos pueden llegar a vivir un mes o poco más.

A continuación (Ramos, 1993) describe:

3.3.4 Morfología externa del adulto

En la gran mayoría de los trabajos con estas moscas, se utilizan sus características morfológicas como el tipo, la forma y/o la disposición de sus estructuras. En particular, en los estudios genéticos resulta indispensable conocer de una manera general la morfología externa del adulto, para poder distinguir las características que presentan las moscas de ambos sexos o las que han sido afectadas por mutaciones.

3.3.4.1 Cabeza: En la estructura de los insectos la cabeza se forma por seis segmentos: Labrum, Clipeus, Antenal-ocular, Mandibular, Maxilar, Labial. En la cabeza se encuentra sobre todo los órganos de los sentidos. La parte frontal esta completamente formada por el tercer segmento antenal-ocular. Los ojos compuestos son relativamente grandes, están separados con amplitud y son del mismo tamaño y forma en los dos sexos, presentas zetas pequeñas y rígidas que surgen de cada ángulo de unión de las aproximadamente 800 omatidias que los conforman.

Entre los ojos están las antenas, que se encuentran muy cercanas entre sí, y está formadas por seis segmentos: los tres primeros son muy pequeños, en el segundo aparecen cerdas alargadas de varios tamaños y en el tercero constituye una estructura bulbosa. En la región ventral de la cabeza se encuentran las partes bucales: el labrum y el clipeus, que estan altamente modificadas con respecto al plan general de los insectos ya que forman un aparato chupador o proboscis. No presentan mandíbulas. En la cabeza también se encuentran numerosas cerdas muy grandes, designadas por términos derivados de sus posiciones.

3.3.4.2 Tórax:

el concepto convencional del tórax asume que las paredes de cada segmento involucran transversalmente una placa dorsal, una lateral en cada lado entre las alas y las base de las patas, y en una placa ventral entre las bases de las patas Todos los segmentos del tórax se encuentran casi fusionados formando una caja casi sólida. El prototórax por si. mismo es muy reducido y sólo sirve de soporte para el primer par de patas. La posición dorsal o notum es exclusivamente un collar estrecho que se extiende a través del tórax, está fusionando posteriormente con el mesonotum y lateralmente con los elementos pleurales de su propio segmento, separados por un pliegue. Los esternitos dos pequeñas placas ventrales que separan las coxas de las patas. Los grandes pelos del tórax ocupan una posición casi definitiva y fija, están formados por dos tipos de células, tricogénitas y termogénitas con función nutricional y sensorial respectivamente. Las setas dorsocentrales, los postalares y los estructurales son importantes fenotípicamente. Los segmentos desde donde aparecen las alas están estrechamente unidos y son llamados pterotórax. Se presentan un marcado alargamiento del mesotórax y una reducción del metatórax, por lo que las alas mesotorácicas tienen la función tórax del vuelo, mientras que las alas metatorácicas se han reducido a los halterios que funcionan como órganos de equilibrio. Estos se dividen en tres partes: una porción basal, una porción media y una porción apical.

3.3.4.3 Abdomen: en ambos sexos la segmentación ha sido modificada por desarrollos secundarios, de manera que el número primitivo de segmentos es difícil de encontrar, sin embargo, situados en la membrana pleural y cercana al margen ventral de los terguitos. En ambos sexos falta el esternito del primer segmento abdominal.

La hembra muestra ser más generalizada; el 8^{vo} segmento no tiene espiráculos ni esternito definido. Después de este solo se encuentra un pequeño segmento donde aparece el ano, la abertura genital se encuentra entre los segmentos 8^{vo} y 9^{no}. En el macho la situación es complicada. El 7^{mo} segmento desaparece aparentemente y queda representado sólo por el

espiráculo y el 8vo sólo por una placa pequeña en cada lado, el 9no está fuertemente modificado, muestra un terguito muy grande y un eternito muy pequeño y el 10 ^{mo} se encuentra representado por un par de placas situadas al lado del ano.

3.3.5 Distinción del sexo en los adultos.

En todo estudio que involucra la manipulación de organismo resulta indispensable reconocer el sexo de cada uno de ellos. Se recurre el empleo de características sexuales secundarias distintivas de cada sexo; en ocasiones este trabajo se facilita por la presencia de dimorfismo sexual de uno de los sexos. En *Drosophila* melanogaster éste es positivo hacia la hembra, es decir, el tamaño de las hembras por lo general es mayor que el de los machos. (*Ver pág. 59 foto No 7*). Los organismos miden aproximadamente 2 a 3 mm de longitud.

El abdomen del macho tiene en su extremo terminal tres segmentos fusionados, visiblemente melanizados; por su parte, el abdomen de la hembra no tiene fusionados estos segmentos y la coloración de éstos es uniforme; en la hembra, la terminación del abdomen es ligeramente puntiaguda en contraste con la del macho, que es redondeada.

La placa genital de la hembra se caracteriza por tener un ovopositor, mientras que la del macho está formada por múltiples piezas, generalmente de coloración oscura. Estas características son, por lo general, suficientes para es sexado. Sin embargo, en las moscas que recién han emergido, la coloración típica aun no se representa; además, algunos marcadores asociado con el color del cuerpo pueden modificar estos patrones de pigmentación, por lo que los machos apenas pueden exhibir pigmento y las hembras apenas mostrar un exceso de éste, haciendo confusa la distinción de sexo por este método.

Otras estructuras auxiliares en la distinción de los sexos son las presencias de peines sexuales que constan de una hilera de aproximadamente 10 cerdas cortas y gruesas, de

color negro y con apariencia de peine; son únicas de los machos y se localizan en la región basal del tarso del primer par de patas.

3.4 Estudio de mutación (Müller Y Morgan).

Müller estudio el proceso y frecuencia de las mutaciones, lo que le permitió desarrollar un esquema del armado y combinaciones de los genes. Estos hallazgos le permitieron detectar la inducción de mutaciones genéticas por los rayos X. El demostró que las mutaciones son consecuencia de roturas de cadenas y alteraciones en los genes. Fue un activo promotor en las campañas sobre el peligro de las radiaciones en las futuras generaciones. También realizó sugerencias controvertidas respecto a la donación de esperma humano que podría congelarse para programas eugénicos.(Premio Nobel, 2008).

El estudio realizado por Müller el cual consistió en inducir a mutación con rayos X a Drosophila melanogaster, dio como resultado a ojos de color naranja claro con manchas de color naranja intenso que se hace rojo encendido con la edad. Los tubos de malpighi son normales. Es letal en condiciones homocigóticas, además mencionas que los heterocigotos son totalmente viables y fértiles (Lacadena, 1988).

Morgan estudio a la *Drosophila melanogaster* para encontrar más mutantes de genes no solamente ligados al cromosoma X, también genes que estaban presentes en otros cromosomas, lo que le ayudo a establecer una correcta metodología experimental en las cruzas en las moscas de la fruta, así como formular la revolucionaria teoría de la herencia cromosómica y la correcta segregación de los cromosomas, en total Morgan y su equipo encontraron cerca de 61 mutaciones en *Drosophila melanogaster*, con estos estudios Morgan obtuvo el premio Nobel en 1933 (Stock Center, 2008).

3.5 Mutación.

La definición que dio De Vries(1901) de la *mutación* era la de cualquier cambio heredable en el material hereditario que no se puede explicar mediante segregación o recombinación.

La definición de mutación a partir del conocimiento de que el material hereditario es el ADN y de la propuesta de la Doble Hélice para explicar la estructura del material hereditario (Watson y Crick, 1953), sería que una mutación es cualquier cambio en la secuencia de nucleótidos del ADN.

Aunque la replicación del ADN es muy precisa, no es perfecta. Muy rara vez se producen errores, y el ADN nuevo contiene uno o más nucleótidos cambiados este es el origina mas preciso de algún tipo de mutación.

Las mutaciones que se comentan a continuación ocurren en poblaciones naturales con diferentes frecuencias. Las instrucciones genéticas para construir un organismo se sitúan en el ADN (ácido desoxirribonucleico), una larga molécula de nucleótidos, empaquetada gracias a unas proteínas. Cada gen, una parte del ADN, tiene capacidad de ordenar ciertas instrucciones o para colocar con otros genes, para construir cierta característica del organismo. Existen miles de mutaciones que afectan a otros que no se pueden observa más que por métodos de Biología Molecular, como los que afectan a estructuras de algunas proteínas. Para construir un organismo algún o algunos genes interactúan entre sí para llevar a cabo su misión. Un defecto en un gen causa, o puede causar, una alteración en el plan de construcción de ese organismo, ya sea afectando a alguna característica o al organismo entero (Guevara, 1995).

3.5.1 Mutaciones Génicas.

Son modificaciones en la secuencia normal de un gen determinado. Generalmente se origina por sustituciones de uno o algunos pares de bases, o por deleción inserción de nucleótidos. Las mutaciones génicas más comunes consisten en la sustitución de un nucleótido por otro, en la pérdida (deleción) de uno o varios nucleótidos en la molécula de ADN. Cualquiera que sea el tipo de mutación, genera un cambio en la información contenida en el gen y lleva a la producción (Del Robertis, 1998).

Los cambios morfológicos y funcionales tienen como base los cambios genéticos: la evolución biológica tiene debido a que el material hereditario, el ADN, puede cambiar de generación en generación (Ayala, 1984).

3.5.2 Mutación somática.

Afecta a las células somáticas del individuo. Como consecuencia aparecen individuos *mosaico* que poseen dos líneas celulares diferentes con distinto genotipo. Una vez que una célula sufre una mutación, todas las células que derivan de ella por divisiones mitóticas heredarán la mutación (herencia celular). Un individuo mosaico originado por una mutación somática posee un grupo de células con un genotipo diferente al resto, cuanto antes se haya dado la mutación en el desarrollo del individuo mayor será la proporción de células con distinto genotipo. En el supuesto de que la mutación se hubiera dado después de la primera división del cigoto (en estado de dos células), la mitad de las células del individuo adulto tendrían un genotipo y la otra mitad otro distinto. Las mutaciones que afectan solamente a las células de la línea somática no se transmiten a la siguiente generación (UCM, 2007).

3.5.3 Mutaciones Cromosómicas.

Son cambios o alteraciones estructurales de los cromosomas que tienen su origen en las roturas y reordenaciones producidas durante el ciclo celular; también en este grupo se incluyen los cambios numéricos del genoma: aneuploidías y pliploidías según Rieger et al citado por (Guevara, 1995).

3.5.3.1 Clasificaciones de los cambios cromosómicos.

Diferentes células del mismo organismo y diferentes individuos de la misma especies tiene, por reglas, el mismo número de cromosomas, con excepción de las células gaméticas, que tienen solamente la mitad de los cromosomas de las células somáticas. Las mutaciones cromosómicas pueden subdividirse de la siguiente manera:

3.5.3.1.1 Cambios en la estructura de los cromosomas.

Pueden deberse a cambios en el número de genes de los cromosomas o en la localización de los genes en los cromosomas.

3.5.3.1.2 Cambios en el número de los cromosomas.

Algunos cambios no alteran la cantidad total del material hereditario (Lacadena, 1996).

3.5.4 Mutación Inducida.

Existen diferentes agentes físicos y químicos que producen mutaciones en el ADN. Durante los primeros tiempos de la Genética (1900 a 1930) los investigadores trataron de producir artificialmente mutaciones sin conseguirlo, hasta que Müller en 1927 y Stadler en 1928 demostraron los efectos mutagénicos de los rayos X en *Drosophila*, maíz y cebada. Entre los agentes físicos que producen mutaciones, están las radiaciones ionizantes (por ejemplo los Rayos X) y las radiaciones no ionizantes (la luz ultravioleta), (Dubini, 1984).

3.6 Las Radiaciones.

Las radiaciones normalmente utilizadas con efectividad para producir mutaciones sensu lato (Génicas y cromosómicas) se puede clasificar en ionizantes y no ionizantes. Dado el contexto de citogenética de la presente obra, sólo se hará regencia a las mutaciones cromosómicas inducidas por radiaciones (Lacadena, 1988).

3.6.1 Radiaciones Ionizantes.

Se entiende por radiaciones ionizantes las que capaces de arrancar electrones de los átomos que forman los materiales por los que atraviesan. Esa eyección de electrones que constituye la ionización se consigue gracias a la energía tan alta que poseen las radiaciones.

La formación de los iones se localiza no sólo a lo largo de la trayectoria que se sigue la radiación, sino que a su vez los electrones arrancados producen nuevas ionizaciones (Lacadena, 1996).

3.6.2 Tipos de Rayos X.

La radiación X es una radiación electromagnética ionizante de alta energía; al igual que todas las radiaciones electromagnéticas tiene las propiedades de ondas y partículas. Los rayos X se definen como haces de energía de menor peso (fotones) sin una carga eléctrica, que viaja en ondas con una frecuencia específica a la velocidad de la luz.

Clásicamente, la recombinación mitótica ha sido inducida mediante rayos X. Sin embargo, la irradiación con rayos X presenta dos problemas principales:

1. Existe un elevado número de marcadores cuticulares, pero el número de marcadores para otros tejidos es muy limitado.
2. Los rayos X causan un nivel considerable de muerte celular a las dosis utilizadas (10Gy (1000rad)).

3.6.3 Propiedades de los Rayos X .

Entre las muchas propiedades de los rayos X tenemos 4 primeras como las más importantes para la radiología:

1.- Capacidad para causar fluorescencia en ciertas substancias.

2.- Son capaces de atravesar el cuerpo humano, tanto mas fácilmente cuanto más penetrantes son (más alto voltaje).

3.- Capacidad de los Rayos X para formar una imagen latente en la emulsión de la película.

4.- Los rayos X tienen efectos biológicos que se utilizan en radioterapia.

5.- Son invisibles y no se pueden detectar con ninguno de los sentidos.

6.- No tienen masa ni peso.

7.- Viajan a la velocidad luz. (300,000 km/seg).

8.- Los rayos X no tienen carga

9.- Viajan en líneas rectas y se pueden desviar o dispersar.

10.- Viajan en ondas y tienen longitudes de onda corta con una frecuencia alta.

11.- Pueden causar cambios biológicos en las células vivas.

3.6.4 Naturaleza de los Rayos X.

Actualmente se sabe que los rayos X pertenecen a un grupo de radiaciones electromagnéticas, llamadas así, debido a que constituyen una combinación de energía eléctrica y magnética. Estas radiaciones no poseen partículas o masa, sino que son energía pura.

Otras radiaciones electromagnéticas son: ondas de radio, rayos infrarrojos, luz ultravioleta, rayos gamma, rayos cósmicos y la luz visible. Todos estos rayos tienen un movimiento undulatorio y una trayectoria recta al desplazarse en el espacio llevando una velocidad de 300,000 km./seg., teniendo un aspecto en común : longitud de onda. Cada radiación tiene una longitud de onda característica que determina su frecuencia. Los rayos que poseen longitud de onda corta son por ello de mayor frecuencia y poder de penetración. La longitud de onda se define como la distancia entre la cresta de una onda y la cresta de la siguiente. Determina la energía y poder de penetración de la radiación. Mientras más corta sea la distancia entre las crestas menor es la longitud de onda, y mayor la energía y capacidad de penetrar la materia. La longitud de onda se mide en nanómetros (1 por 10 a la - 9 metros, ó una billonésima de un metro).

La frecuencia se refiere al número de longitudes de onda que pasan en un punto determinado en cierta cantidad de tiempo. Si la longitud de onda es larga, la frecuencia es menor, y si la longitud de onda es corta, la frecuencia es mayor. La radiografía diagnostica utiliza alta frecuencia, ondas más cortas del espectro electromagnético; los rayos X utilizados en odontología tienen una longitud de 0.1 nanómetros o 0.00000000001metros.

Posteriormente, se demostró que otros agentes físicos y químicos producían mutaciones. Las estructurales de los cromosomas se manifiestan con la presencia de mutaciones Inter e Intracromosómicas.

Un rayo por más corta que tenga su longitud de onda es invisible debido a que se encuentra mas allá del umbral visual y ninguno de los sentidos puede percibir los rayos X. (UCM, 2007).

3.6.5 Constitución física de la materia.

Cualquier forma de materia, cuando se reduce a su componente más pequeño, se encuentra constituido por átomos y éste puede ser reducido a partículas aún más pequeñas (electrones, protones y neutrones).

El átomo tiene una disposición parecida al sistema solar. El núcleo tiene los protones, y cuando el átomo tiene neutrones, también se encuentran en el núcleo. Uno ó mas electrones girando alrededor del núcleo en sus órbitas. En condiciones normales el átomo se encuentra en equilibrio, es eléctricamente neutro. Por cada protón que se encuentra en el núcleo, existe un electrón en órbita, el neutrón al no poseer carga alguna, solo añade peso atómico al átomo. Todas las formas de materia tienen diferentes disposiciones en cuanto a éstas tres partículas. Si se retiran uno ó mas electrones de sus órbitas respectivas, el átomo pierde su naturalidad eléctrica y se carga positivamente, siendo es estas condiciones inestable y se le llama Ion positivo, al electrón liberado se llama Ion negativo**,** y junto se conocen como par de iones. El desplazamiento del electrón de su órbita, crea un par de iones, y se llama ionización atómica.

Los rayos X son capaces de causar ésta ionización de átomos de manera que se presentan otras radiaciones ionizaste (rayos cósmicos, rayos gama). (Virtual, 2007).

3.6.6 Terminología de los efectos sobre la salud de las radiaciones.

3.6.6.1 Medida de la radiactividad:

Curio (Ci)

Unidad de radiactividad, equivalente a $3{,}7 \times 10^{10}$ desintegraciones por segundo.

$1\ Ci = 3.7 \times 10^{10}$ desintegraciones por segundo (dps)

Becquerel (Bq)

Unidad de radiactividad del Sistema Internacional, que equivale a una desintegración nuclear por segundo.

$1\ Ci = 3.7 \times 10^{10}\ Bq$ $\qquad$ $1\ Bq = 2.7 \times 10^{-11}\ Ci$

3.6.6.2 Medida de la dosis absorbida y del daño biológico:

- Unidades antigüas

- **RAD**

Dosis de radiación absorbida. Unidad de dosis absorbida de radiación ionizante, que equivale a la energía de 100 ergios por gramo de materia irradiada. Esta unidad ya no está en uso. Ha sido reemplazada como unidad científica estándar por el gray. La diferencia entre el rad y el gray es un factor de proporcionalidad: 100 rads equivalen a un gray.

- **Rem**

Roentgen Equivalent Man. La cantidad de radiación ionizante requerida para producir el mismo efecto biológico que un rad de rayos X de alta penetración. Esta unidad ya no se usa. Ha sido reemplazada por el Sievert. 100 rems equivalen a un sievert.

- **Roentgen**

Cantidad de radiación X o gamma (radiación electromagnética) que produce 1/3 x 10^{-9} coulombs de carga eléctrica en un centímetro cúbico de aire seco en condiciones estándar. Aunque el roentgen describe una propiedad diferente de la energía absorbida por unidad de masa, el efecto de un roentgen en aire seco es aproximadamente igual a un rad. Esta unidad ya no se usa. Ha sido reemplazada por el rad y posteriormente por el gray.

- Unidades actuales

- **Gray**

Unidad de dosis absorbida de radiación ionizante del Sistema Internacional, equivalente a una absorción de un julio por kilogramo. El gray es le unidad correcta que se debe usar cuando se desea medir la energía absorbida por unidad de masa.

- **Sievert**

Unidad de dosis equivalente de radiación del Sistema Internacional, igual a un julio por kilogramo. Cantidad de radiación ionizante requerida para producir el mismo efecto biológico que un rad de rayos X de alta penetración, equivalente a gray para los rayos X. Mide la dosis de radiación equivalente.

Un sievert equivale a un sievert multiplicado por el factor relativo de efectividad biológica, Q, y un factor que tiene en cuenta la distribución de la energía de radiación, N.

El Sievert es la unidad correcta que se debe usar cuando se desea medir el peligro biológico de la radiación (Lenntech, 2007).

3.7 **Equipo unidad, Película, Cuarto Oscuro.**

1) La cabina de control: Contiene los reguladores y transformadores.

En la cabina de control se encuentran:

a) BOTON ACTIVADOR.
b) EL INTERRRUPTOR (para apagar o encender la unidad)
c) REGULADOR DE KILOVOLTAJE. (regula la corriente de alto voltaje)
d) REGULADOR DE MILIAMPERAJE. (regula la velocidad de los electrones)
e) CRONOMETRO (regula el tiempo que la corriente pasará a través del tubo de rayos X.).

Voltaje: Es una medida de fuerza que se refiere a la diferencia probable entre dos cargas eléctricas. Dentro de la cabeza del tubo, el voltaje es la medida de la fuerza eléctrica que hace que los electrones se muevan desde el cátodo negativo hacia el ánodo positivo y determina la velocidad de los electrodos al viajar el cátodo al ánodo. El voltaje se mide en voltios o kilovoltios.; un voltio es la unidad de medida utilizada para describir la potencia que dirige una corriente eléctrica a través de un circuito.

En rayos X dental se requiere los kilovoltios de 1000 voltios. Densidad; es la oscuridad o negrura total. Cuando aumenta el kilovoltaje, la película presenta mayor densidad y se ve más oscura; si disminuye el kilovoltaje, la película presenta mayor densidad, por lo que se presentara más clara.

Tiempo de exposición: se refiere al intervalo durante el cual se producen los rayos X. Se mide en impulsos, porque los rayos X se crean en series de golpes o pulsos y no en un chorro continuo. Cada 1/60 de segundo se presenta un impulso; por lo tanto hay 60 impulsos en un segundo.

La intensidad: es la energía total contenida en el haz de rayos X en un área especifica en un momento determinado. La distancia a la que viaja el haz de rayo X, afecta a la intensidad del rayo, por lo que es necesario considerar las diferentes distancias.

- Distancia de la fuente de radiación a la piel del paciente (distancia blanco-superficie)
- Distancia de la fuente de radiación al diente (distancia blanco-objeto)
- Distancia de la fuente de radiación a la película (distancia blanco-película).

El haz de rayos X que salen del cono a 20 cm es más intenso que uno que sale en un cono de 40cm. Se coloca un filtro de aluminio en la vía del haz de rayos de baja energía del haz.. El grosor del aluminio en la vía del haz que reduce la intensidad a la mitad, se denomina capa de valor medio.

2) El brazo, que permite colocar la cabeza del tubo en el lugar deseado.

3) La cabeza del tubo, de la cual se generan los rayos X. Contiene el tubo de rayos X, este es el componente mas importante de toda la unidad, ya que dentro de el se producen los RX. Consta de tres partes principales: la cubierta de vidrio, el foco y el filamento (ánodo).El tubo se rayos X tiene forma de bombilla ordinaria, llamada también tubo de coolidge, está cubierta por una mezcla de plomo y vidrio, con excepción en la porción del tubo desde la cual sale el haz primario. Siendo ésta zona de vidrio ordinario llamada ventanilla de emisión.

3.7.1 El Foco o Ánodo.

Es rectangular y esta compuesto de Tungsteno, empotrado en un vástago de cobre en un extremo del tubo. En el otro extremo se encuentra un filamento o espiral de tungsteno (cátodo), empotrado en una base de molibdeno. Cuando se presiona el botón activador se

inicia la etapa. El filamento de tungsteno se calienta hasta que brilla siendo éste efecto una nube de electrones. El calentamiento ocasiona que los metales pierdan electrones. Una vez que se ha producido la cantidad deseada de electrones, una carga de alto voltaje de electricidad que proviene de una línea de alto voltaje separada dirige a los electrones hacia el foco a gran velocidad. La base de molibdeno dirige los electrones hacia el foco a gran velocidad y al chocar en éste punto o foco se producen las reacciones, calor y energía radiante llamada radiación X.

Existen dos transformadores albergados en la unidad de la cabeza del tubo, uno regula el voltaje (55000 a 90000 voltios) que impulsa a los electrones El otro transformador es el de miliamperaje (60000 a 65000 miliamperios).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se llevó a cabo en el Cepario de Biología, que se encuentra ubicado en la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UNAN - León, se realizó entre los meses de Abril y Diciembre del año 2007, en el mismo se utilizaron los siguientes materiales.

Para realizar el experimento definitivo, se hicieron pruebas preliminares (Primero: 100kv/64mAs; 90kv/102mAs; 80kv/256mAs; 70kv/400mAs; 65kv/512mAs y Segunda: 70kv/400mAs; 70kv/ 25mAs; 70kv/102mAs; 58kv/400mAs; 80kv/400mAs) con el objetivo de descartar las radiaciones que son letales o que aparentemente no provocan "cambios", debido que las mataron al minuto de radiarse, causó esterilidad o no se presento ninguna mutación que es la meta primordial buscamos en la tesis; así se pudo determinar las radiaciones que muestran mutaciones en la especie.

4.1 Método de capturar las *Drosophila melanogaster.*

Los organismos silvestres de Drosophila se pueden atrapar fácilmente; para esto se emplean recipientes con frutas en fermentación, levadura fresca o por medio de redes entomológicas. Se colocan frutas fermentadas en el interior de los frascos destapados, los que se dejan por un tiempo en el lugar donde se quiere realizar dicha colecta y posteriormente se tapan.

4.2 Medio de cultivo.

Para lograr las condiciones óptimas de las cepas utilizadas en los ensayos, se hizo uso de un medio de cultivo siguiendo el procedimiento de Alfonso Jiménez a base de harina de maíz cuyos componentes detallados son:

Harina de maíz (22.6 grs/ 181 ml), levadura (16 grs/181 ml), agar (0.27 grs/ 181ml), agua (181ml), Nipagin (0.33grs) disuelto en etanol al 10 %, sal común (0.27grs/181 ml), ácido propiónico (0.33 ml) y alcohol (2.6 ml). Con el fin de evitar fermentaciones de la levadura, que es un nutriente (proteíco) de vital importancia para ***Drosophila,*** se hace necesario matarla por medio de calor antes de ser integradas al medio en preparación. Para ello el cultivo se hierve hasta que hierva y mate bacterias que se encuentre en el cultivo.

Cuando el medio de cultivo esta ya preparado se vierte, aún caliente, en frascos de vidrio, dejándolo luego enfriar, y poniendo tapones de algodón para evitar en lo posible la invasión de ácaros, u otras infecciones quedando así disponible para su uso. Las cepas son mantenidas en frascos de cultivo, a temperatura de 25º C. Para un mantenimiento mínimo, las cepas deben de ser cambiadas semanalmente a frascos con medio fresco. *(Ver foto No 9 pág. 61). (Jiménez, 1990).*

Al día siguiente se trasladaron las moscas colectadas a en los envases con el medio, esto se tapan con una gasa y algodón que evita que se escapen y que a la vez le permite el paso de aire, dejándolos todo el día para que puedan ambientarse y aparearse obteniendo las larvas, se retiran las adultas quedando solo huevos y larvas en el recipiente. Las moscas silvestres capturadas se conservaron para obtener fácilmente larvas silvestres.

4.3 Diseño metodológico.

Después de haber emergido las larvas al tercer día, se forman cuatro grupos de viente frascos cada uno con larvas, estos se llevaron al Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala en Chinandega, donde se les sometió a cuatro niveles diferentes (tratamientos) de radiaciones Rayos X (R1: 70kv/400mAs; R2: 70kv/25mAs; R3: 58kv/400mAs; R4: 80kv/400mAs).

Las exposiciones que se realizaron fue de 36´´(pulgadas de altura), sin usar filtro de protección que son de aluminio (2.5 mm), por lo tanto la radiación que reciben las larvas es directa sin ninguna medida de protección a ellas.*(Ver foto No. 1 – 5 pág 55 - 57).*

En los descendientes radiados optamos por buscar mutaciones visibles observables a simple vista o al microscopio, ya sea de color o morfología que los rayos X pudieron haber inducido, para determinar en que parte del cuerpo de la mosca se encontró modificación.
Cada tratamiento se hizo con cuatros recipientes, los nacidos constituyen a los parentales los cuales fueron los únicos radiados. Después de haber pasado la metamorfosis de larva a pupa se obtuvo los parentales que fueron adultos (no mutados y posibles mutados), *(Ver fotos No. 12- 15 pág. 63-66),* se procedió a sedarlos trasladándolos a otros frasco sin medio, tapándolos con algodón conteniendo éter etílico para que las moscas se durmieran, se observaron, se separaron. Ya teniendo las moscas sedadas, con el pincel se separan los mutados y no mutados y con mucho cuidado se colocaron en otros frascos con medio, para dar seguimiento generacional. Esto se observaron para identificar los mutantes por el cambio el color de ojos, de rojo a naranja, luego se separan para contabilizar mutados de no mutados, y dar un seguimiento generacional hasta después de la generación 2 (F_2). Al igual que los padres, a los miembros de cada generación se les hicieron cuatro repeticiones (2 frascos) separados con frascos que contienen medio fresco, que fueron analizadas y contabilizadas en mutantes y no mutantes. Los resultados obtenidos fueron fotografiados con cámara digital al microscopio y en otras ocasiones la imagen se observa directamente de la pantalla del monitor conectada al microscopio *(Ver foto No. 11 pág. 62).*

4.4 Análisis de Datos.

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron analizados estadísticamente, construyendo gráficos de dispersión y aplicando varias pruebas; La prueba T- Student, ANOVA, y

Comparación Múltiples. Tomando como resultado solamente a las moscas mutadas que fueron radiadas presentando una secuencia de Generación uno y dos con descendientes en forma heredable y permanente.

Teniendo como variables los diferentes niveles de radiaciones y heredabilidad, se tomo solo estas dos variables, debido a que estuvieron expuestos al mismo tiempo, condiciones ambientales y medio.

4.4.1 Se construye un gráfico de dispersión de los datos

1) Relacionando las radiaciones (R1, R2, R3 Y R4) con las generaciones (G1 Y G2), que son todas las radiaciones aplicadas y las dos generaciones obtenidas en el laboratorio.
2) Relacionando las radiaciones (R2, R3 Y R4) con la generación (G1), por que solamente aparece la generación uno cuando se aplican estas diferentes radiaciones y se quiere observar la distribución.

4.4.2 T – Student.

Esta prueba, permite realizar la comparación entre el grupo de moscas de la generación uno y dos radiados con 70kv/400mAs (tratamiento R1), par medir el efecto de mutación generacional ya que la primera gráfica de dispersión se observó, que solamente cuando se aplica este nivel de radiación aparecen las dos generaciones.

4.4.3 ANOVA.

Se realizó análisis para comprar los tres tratamientos (R2, R3 Y R4), que se aplicaron a las moscas, y medir el efecto de la mutación en la generación uno porque solamente en ella se genera mutación.

Es la característica básica de todos los experimentos y esta fuente de variación es dual, en Siempre se trata de reducir la variación de estas dos fuentes obteniendo unidades experimentales y conduciendo el experimento según los métodos más exactos posibles. (Ducan, Knapp y Miller, 1978).

4.4.4 Prueba post – hoc.

Esta prueba se realiza por que, el análisis de varianza dio como resultado diferencias significativa en la mutación al aplicar las radiaciones 2, 3 y 4. Comparándose dos a dos las radiaciones (R2 con R 3, R2 con R4 y R3 con R4) y analizar cual es la radiación que eest marcando la diferencia.

4.4.5 Intervalo de confianza.

Este resultado se obtiene cuando se realiza la prueba post- hoc, midiendo entre que limites se encuentra el promedio de mutaciones al aplicar dos a dos las radiaciones.
Es la mejor estimación disponible de la media real μ. No obstante, puesto que las medias de muestras varían entre sí y no son necesariamente idénticas a μ, a veces resulta conveniente indicar de alguna manera la precisión de la estimación de puntos, Y. una forma de lograrlo es indicar el error estándar de la distribución de muestro junto con la estimación de Y. otra forma posible de presentar esta información sobre μ, consiste en construir un intervalo que depende tanto de la estimación de punto (Y) como del error estándar ($\sigma/\sqrt{n}$). (Ducan, Knapp, y Millar, 1978).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los kilovoltios (kv), y los miliamperios por segundos (mAs), que se les aplicaron a las larvas fueron arriba del rango de las que se les aplican a los pacientes del Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala en Chinandega. Por lo general la dosis letal de radiación es de 400 rad; el 50 % de la gente que recibe tal dosis muere al cabo de poco tiempo.

De las radiaciones utilizadas para el experimento, se puede decir que tanto los kilovoltios y miliamperios por segundos sí producen efectos secundarios a las moscas, siempre y cuando se haga un balance con estas radiaciones, ya que no se puede radiar a mayor rango de kilovoltio y miliamperios por segundo porque la maquina no lo permite, lo que quedaba por definir era entonces aquellos rangos de radiación que pudieran, causar una mutación heredable y permanente.

Se tomo en cuenta las larvas del tercer día de estadio por que en esta etapa a nivel de los discos imaginales se inicia la organogénesis del adulto ya que se encuentra en el proceso primordial de las estructuras cuticulares del adulto, por lo que aun antes de definir las estructuras del insecto se de un cambio en ellos por el efecto de los diferentes niveles de radiación.

Atendiendo los resultados preliminares de los efectos de las radiaciones se utilizaron las siguientes: Radiación No.1. **70kv / 400**mAs (equivale a 0.28 Rad); Radiación No.2. **70kv / 25**mAs (equivale a 0.28 Rad); Radiación No.3. **58kv / 400**mAs (equivale a 0.232 Rad); Radiación No.4. **80kv / 400**mAs(equivale a 0.32 Rad).

Las moscas mutadas de la Radiación No. 1, fueron las únicas que presentaron una secuencia de Generación 1 y Generación 2 con descendientes mutados en forma heredable y permanente. Debido que posee un efecto en el gen, que normalmente produce pigmento rojo. En esta mosca el gen solo trabaja parcialmente, produciendo menos pigmento de lo normal. La mutación se presenta en el cromosoma I(X) teniendo una localización de 0.0 en

el mapa de ligamiento de los cuatros cromosomas, pero esto no indica que la mutación es específicamente en el cromosoma debido que la mutación es en los sexos.

Aun así en comparación de otros estudios dan a mostrar que también se pude presentar en otros ocasiones por bronwn(bw) que es un mutante autosómico situado en la posición 104.5 presente en el cromosoma dos, ojos café claro que se oscurece a granate; como también en el caso de vermilliom (v) es un mutante recesivo ligado al sexo en la posición 33 ubicado en el cromosoma uno, ojos de color bermellón.(Universidad de los Andes, 2008).

En cambio con los otros niveles de Radiaciones (*Ver tabla Nº 3 pág. 44*) sólo se obtiene Generación 1 puesto que no origina Generación 2 (descendientes) ya sea razón pierden la mutación y vuelven a presentar características de moscas silvestres, debido a que su código genético logra reparar la alteración provocada. Los resultados globales obtenidos pueden verse en la tabla Nº 3 y los obtenidos después de aplicar los estadísticos fueron las siguientes:

PRUEBA T – Student.

Tabla N^{o} 1.

Estadísticos de grupo

	Generacion de las moscas	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Eficacia	Generación 1	8	429.1250	98.76153	34.91747
	Generación 2	8	526.5000	138.48672	48.96245

Se observan que el promedio de mosca mutadas en los ochos frascos en la Generación No.1 es de 429.125 y 526.5 para los ochos frascos de las Generación No.2, con un a desviación típica de 98.76 y error típico de 34.91747 para l a Generación No.1 y una desviación típica de 138.48672 y error típico de 48.96245 para la Generación No.2.

Tabla N^{o} 2. Prueba de muestras independientes

Prueba de muestras independientes

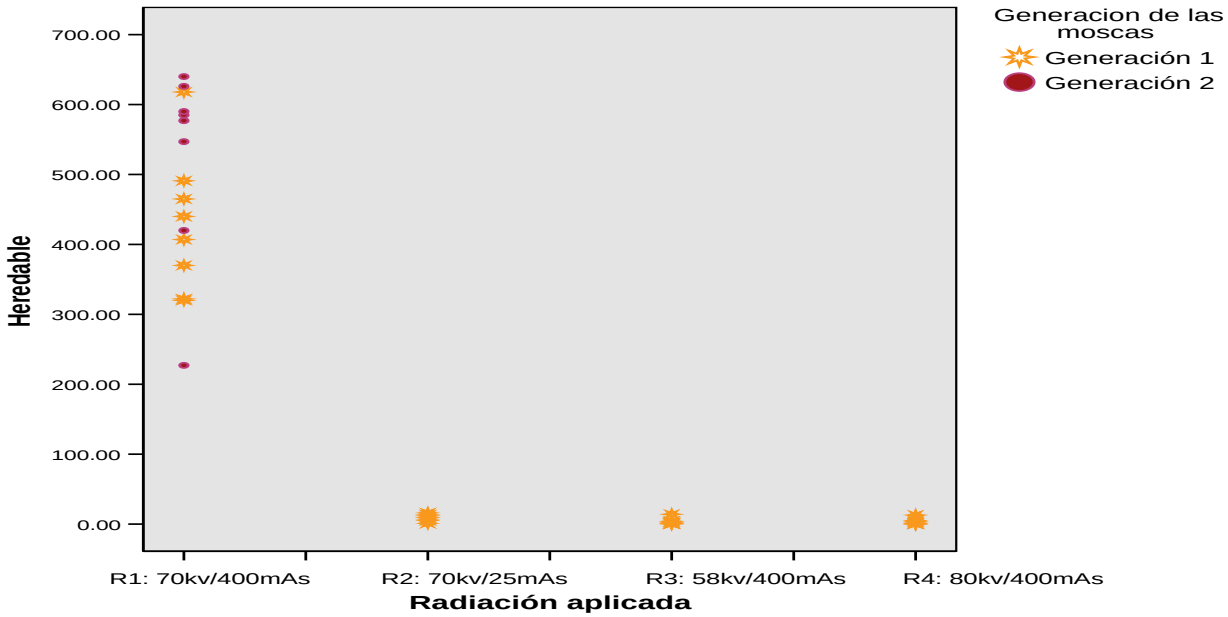
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
									95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	Inferior	Superior
Eficacia	Se han asumido varianzas iguales	.543	.473	-1.619	14	.128	-97.37500	60.13777	-226.358	31.60769
	No se han asumido varianzas iguales			-1.619	12.657	.130	-97.37500	60.13777	-227.654	32.90363

Ho: $\mu_{R1G1} = \mu_{R1G2}$

Ha: $\mu_{R1G1} \neq \mu_{R1G2}$

La prueba de Levene consiste en observar si hay igualdad en la varianza, como P= 0.473 mayor que el nivel significativo de $\alpha = 0.05$ concluyendo que no hay variabilidad en la mutación de la Generaciones No 1 y No 2. La prueba de T- Student hace la comparación de los efectos medios de las moscas mutadas que produce la R1 en la Generaciones No 1 y No 2. Se concluye que no existen diferencias significativas entre el promedio de moscas mutadas de las Generaciones No 1 y No 2. Generaciones No 1 y No 2, por que se mantiene las alteraciones de los genes de la especie utilizada este cambio se trasmite de una generación a otra. Encontrando un intervalo de confianza la diferencias en las medias. Esto se debe a que la mutación se mantiene permanente y en forma heredable. De tal manera que los cambios observados en la coloración de los ojos de las larvas radiadas y que se mantienen dos generaciones posteriores son de verdad heredables y ratificados por la pruebas T- Student.

Figura Nº. 1



Se representa un diagrama de dispersión Radiación vs Heredabilidad para las dos generaciones, observándose que entre las Generaciones no existe diferencias al R1. Las generaciones Nº 2 solamente se observan al aplicar R1, por que las siguientes generaciones se trasmiten en forma heredable manteniendo siempre la secuencia. En cambio cuando se aplica la R2, R3, R4 se observo únicamente generación Nº 1 (G1), por que la mutación no sigue la secuencia trasmitida en forma heredable debido a que probablemente la enzima ADN polimeraza repara el cambio que alteraba su código genético manteniendo su forma original de la especie. Como conclusión observamos que existe diferencia en la herencia en las dos generaciones con la aplicación de R1 y las otras Radiaciones. En cambio cuando se aplican R2, R3 y R4 en este gráfico aparentemente no se observa diferencias generacionales, por lo tanto analizamos este comportamiento en la Figura No 2.

Tabla Nº 3. Base de datos obtenidos en la investigación

	Padres Radiados.								Generación No. 1								Generación No. 2										
	R1 (70kv/400 mAs)		R2 (70kv/25 mAs)		R3 (58kv/400 mAs)		R4 (80kv/400 mAs)		*R1		*R2		*R3		*R4		*R1		*R2		*R3		*R4		T. Mutadas	Total No Mutada	Total
Hembras	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**			
Repetición (16/08/07)	296	176	205	35	143	56	145	50	465	0	5	125	4	74	13	167	585	0	0	80	0	186	0	63	1,861	1,012	2,873
Repetición 24/08/07	537	81	198	240	126	257	83	300	618	0	10	139	14	133	5	149	626	0	0	144	0	59	0	110	2,217	1,612	3,829
Repetición 03/09/07	373	160	58	237	99	365	47	221	440	0	6	407	1	430	1	374	640	0	0	139	0	172	0	192	1,665	2,697	4,362
Repetición 13/09/07	337	52	80	325	53	344	7	313	407	7	1	455	1	518	0	495	590	0	0	326	0	263	0	392	1,476	3,490	4,966
Total de Hembras																									**7,219**	**8,811**	**16,030**
Machos	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**	**M**	**NM**			
Repetición (16/08/07)	202	47	162	42	110	3	72	0	370	0	13	137	0	20	3	40	420	0	0	32	0	70	0	25	1,352	416	1,768
Repetición 24/08/07	255	46	203	327	185	212	158	204	491	0	9	139	4	124	4	161	547	0	0	37	0	48	0	152	1,856	1,450	3,306
Repetición 03/09/07	240	70	83	194	140	269	46	229	322	0	16	397	2	494	1	450	577	0	0	91	0	130	0	65	1,427	2,389	3,816
Repetición 13/09/07	198	34	47	207	36	213	15	197	320	7	13	541	1	221	0	217	227	0	0	212	0	372	0	327	857	2,548	3,405
Total de Machos																									**5,492**	**6,803**	**1,2295**

***R:** Generaciones mutadas de forma heredable; **M:** Moscas mutadas; **NM:** Moscas no mutada.

ANOVA de un factor.

Tabla Nº. 4

Prueba de homogeneidad de varianzas

Eficacia

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.251	2	21	.781

Ho: $\sigma_{R2} = \sigma_{R3} = \sigma_{R4}$

Ha: $\sigma_{R2} \neq \sigma_{R3} \neq \sigma_{R4}$

Se obtiene un valor significativo P = 0.781, Por lo tanto la hipótesis de igualdad de varianza no se rechaza. Concluimos que existen diferencias en la variabilidad de la herencia al aplicar las R2, R3, R4. Debido que la alteración en los genes se va manteniendo y trasmitiendo de forma heredable y permanente en el tratamiento R1.

Tabla N°. 5 Anova.

ANOVA

Eficacia

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	176.333	2	88.167	4.164	.030
Intra-grupos	444.625	21	21.173		
Total	620.958	23			

$$Ho: \mu_{R2} = \mu_{R3} = \mu_{R4.}$$

$$Ha: \mu_{R2} \neq \mu_{R3} \neq \mu_{R4.}$$

Se hace un ANOVA donde se compara el efecto medio que producen las radiaciones R2, R3, R4 sobre la herencia y la alternativa que al menos existe un par de radiación que dan efectos medios distintos. Como $P = 0.030 < \alpha = 0.05$ se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto existe al menos un par de las radiaciones que producen efectos medios distintos en la herencia debido a que la mutación que presenta la especie varía, por la cantidad de radiación que recibe, esto indica que no todas las radiaciones van a causar el mismo efecto o alteración en ellas.

Tabla N°. 6 Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Eficacia

DMS

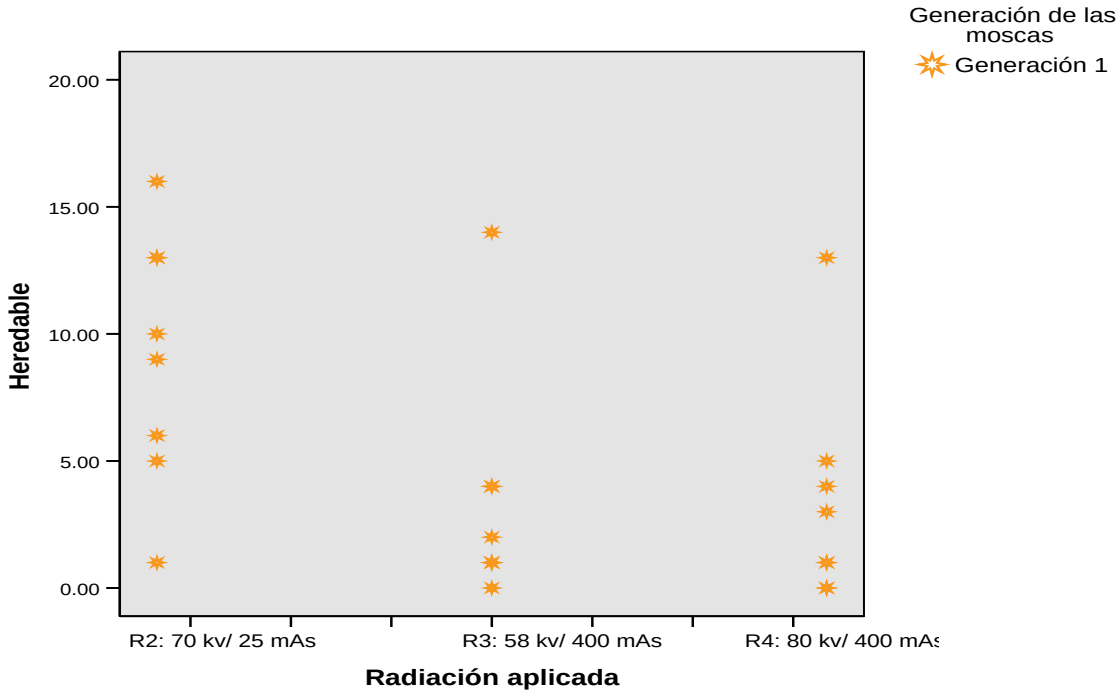
(I) Radiacion aplicada	(J) Radiacion aplicada	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
R2	R3	5.75000*	2.30069	.021	.9655	10.5345
	R4	5.75000*	2.30069	.021	.9655	10.5345
R3	R2	-5.75000*	2.30069	.021	-10.5345	-.9655
	R4	.00000	2.30069	1.000	-4.7845	4.7845
R4	R2	-5.75000*	2.30069	.021	-10.5345	-.9655
	R3	.00000	2.30069	1.000	-4.7845	4.7845

*. The mean difference is significant at the .05 level.

*La diferencia mínima significativa es de 0.05

Al hacer las comparaciones para medir los efectos medios sobre la herencia al aplicar R2, R3 y R4, usando la prueba Mínima Significativa. En la Tabla No 6 se observó cambios que diferencian entre la aplicación R2 y R3, R2 y R4. Debido a este cambio que las radiaciones presentaron, aparentemente la diferenciación es significativa ya que varía la mutación efectuada en la especie. Pero aun así estas radiaciones no son muy efectivas ya que al querer adquirir una segunda generación no se presenta moscas mutadas debido a que estas reparan la alteración efectuada en la cadena de ADN.

Figura N°. 2



En este gráfico se observa que aparentemente no existen diferencias al aplicar la R3 y R4 en la generación N° 1, debido a que ambas causan el mismo efecto sin variar unas de otra. En cambio, si se presenta una diferencia en la herencia al aplicar de R2 y R3; R2 y R4. Al aplicar la R2 producen un mayor efecto por lo que este tipo de condiciones son optimas para la mutación en la herencia, aunque estas mutaciones no se dan permanente debido a que el ADN de la especie repara el daño efectuado por las radiaciones volviéndolas a su forma original en las siguiente generación reparando totalmente todo tipo de alteración en ella

VI. CONCLUSIÓN.

- Se obtuvo una cepa mutante en las moscas aplicáncole (R1: 70kv / 400 mAs) de la radiación X; esto causó alteración en la coloración de los ojos (rojos), la cepa resultante (ojos naranja) actualmente se encuentra en el Cepario de Biología con el nombre UNAN- D.

- Se encontró diferencias estadísticas entre los cuatro niveles de radiación, mostrándose con mayor diferencia la Radiación No 1 presentando una mutación heredable, aunque aparentemente los efectos de las otras radiaciones se observaban iguales, al aplicarle t- Student se encontraron una mínima diferencia entre ellas.

VII. RECOMENDACIONES.

- Al trabajar con *Drosophila melanogaster* se debe tener una buena manipulación y asegurar su mantenimiento en ellas, para poder conservarlas y utilizarlas en docencia como en investigaciones.

- Si se pretende realizar alguna investigación en mutaciones se debe tomar las medidas necesarias para evitar cualquier accidente o mal uso en los materiales.

- Dar seguimiento al estudio realizado, para obtener nuevos según las características que estas presentan en la especie utilizada.

- Probar nuevos niveles de radiaciones según el rango que se utilizaron en la investigación.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

Ayala, F; Kiger, J.: 1984. Genética moderna. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 836p.

De Robertis, Eduardo.: 1998. Biología Celular y Molecular. Librería – editorial, argentina. 469p.

Dubini, N.P: 1984. Genética General. Tomo I. Segunda edición. Traducida del ruso J, Noemí Díaz Vilches. Editorial MIR. 450p.

Ducan, R. C.; Knapp, R. G.; Miller II, M. C.: 1978. Bioestadística. Méx., Nueva editorial Interamericana, S.A. de C. V. 165p.

Guevara, I: 1995. Evaluación del potencial genotóxico del clenbuterol utilizando ensayos con ***Drosophila melanogaster*** y linficitos humanos. Bellaterra (Barcelona). 67p.

Jiménez, A.: 1990. Prácticas de genética. Primera Edición. PPU, Barcelona. 341p.

Lacadena, J.R: 1988. Genética. Cuarta edición. 1550p.

Lacadena, J.R: 1996. Citogenética. Editorial COMPLUTENSE, S.A. España. 931p.

Montgomery, D. C.: 1991. E.E.U.U., Editorial Ibereoamérica, S.A. 589p.

Ramos, P; Abundis. H; Gaytán, J; Ordaz, M; Orozco, P; Maldonado, J; Hernández; J; Gonzáles, E; Reyes, P; Galicia, E; Muñoz, J: 1993. Manual de laboratotio de génetica para ***Drosophila melanogaster***. Primera edición. Méx., Edición McGRAW – HILL INTERAMERICANA, S.A. de C.V. 131p.

(s.n)Wikipedia: Genética. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%A9tica (con acceso 13/03/07).

(s.n)Wikipedia: Drosophila melanogaster. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Embrio%C3%A9nesis_en_Drosophila#cite_note-watson-0

(con acceso 12/11/08).

(s.n)Naturaleza educativa: Leyes de Mendel. Disponible en Internet: http://www.natureduca.com/cienc_bio_leyesmendel.htm(con acceso 13/03/07)

(s.n)La evolución de la Biología: la mutantes de las mosca de la frutas. Disponible en Internet: http://www.terra.es/personal/cxc_9747/drosophila.html(con acceso 14/03/07).

(s.n)Yahoo: La mutación. Disponible en Internet: http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/Mutacion/mutacion.htm#Mutagénesis%20inducida(con acceso 14/03/07)

Lenntech: terminología de los efectos sobre la salud de las radiaciones. Disponible en Internet: http://www.lenntech.com/espanol/efectos-salud-radiaci%F3n.htm(con acceso 21/03/07)

Historia de los rayos X. Disponible en Internet: http://virtual.cucs.udg.mx/ro/ (con acceso 21/03/07)

(s.n) Google: Regulación Jurídica de las Biotecnología. Lourdes Luengo. Nov. 2004. leyes de mendel. Disponible en Internet: http://www.biotech.bioetica.org/ap1.htm(con acceso 21/03/07).

(s.n) Universidad de los Andes: Responsables: Instituto de Genética. Ciencias Biológicas. Disponible en Internet: http://cienciasbiologicas.uniandes.edu.co/genetica/nodo.php?id=57 (con acceso 11/11/08).

(s.n) Premio Nóbel Medicina y Filosofía. Disponible en Internet: http://antioxidantes.com.ar/Art072.htm (con acceso 13/11/08).

(s.n) Stock Center: *Drosophila melanogaster* en la investigación científica. Disponible en Internet: http://www.Drosophila Stock Center México.htm (con acceso 19/11/08).

Müller: H. J. 1927. Sciene. Artificial trasmutation of gene Müller, 22 July 1927. Vol. LXVI, No. 1699. 84-87p. Disponible en Internet: www.scincimag.org . (con acceso 19/11/08).

ANEXO

Foto. No 1

Maquina(A) para realizar los Rayos X. En el Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala de Chinandega.

Foto. No 2

Panel de control. En el Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala de Chinandega.

Foto. No 3

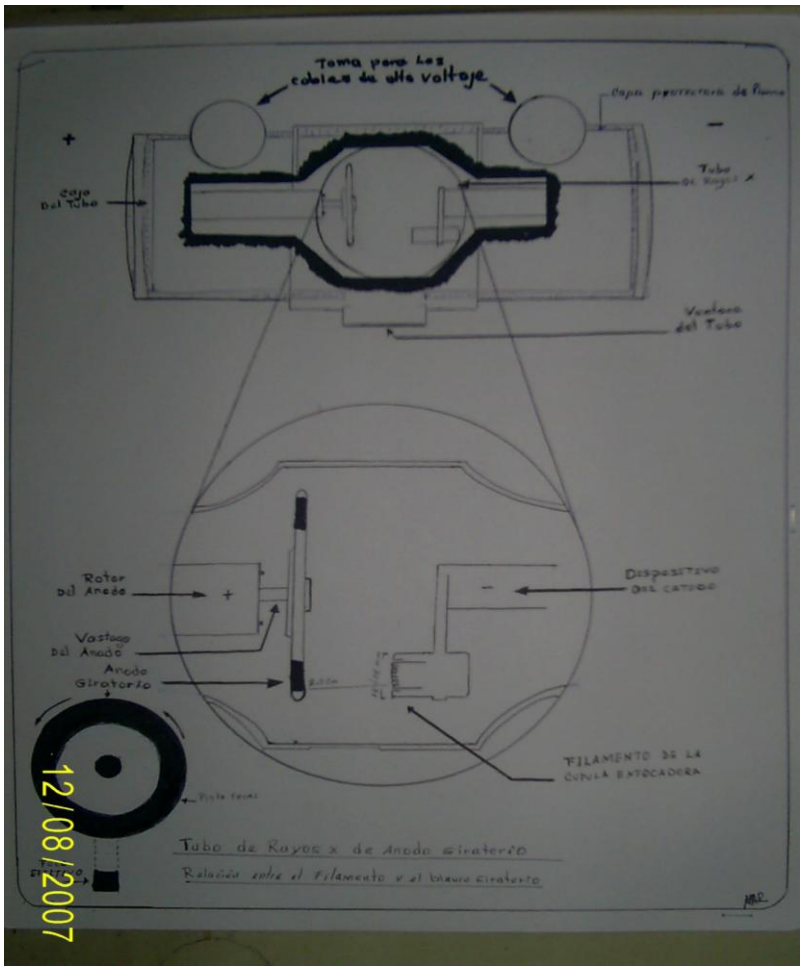


Diagrama interna de la cámara.

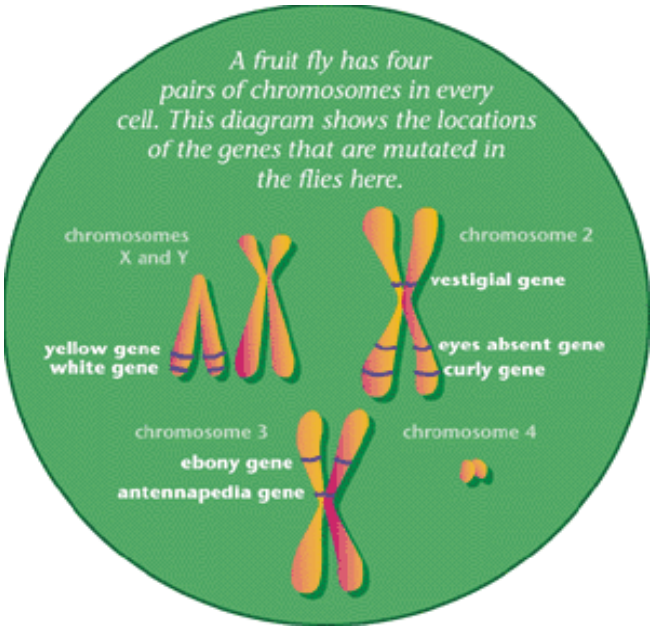
Foto. No 4

Maquina(B) para realizar los Rayos X. En el Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala de Chinandega.

Foto. No 5

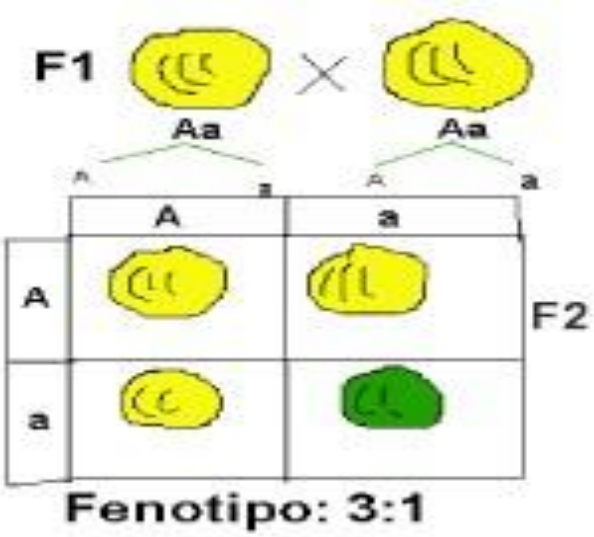
Panel de control. En el Hospital Materno Infantil Mauricio Abdala de Chinandega.

Esquema No 1



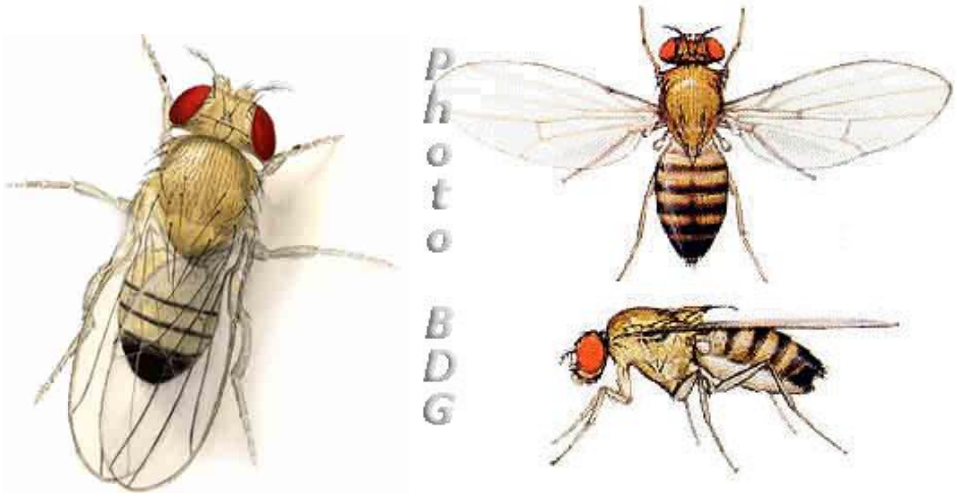
Las mocas de la frutas tienen cuatro par de cromosomas en todas las células. Este diagrama presenta la ubicación de los genes que fueron mutadas en las moscas.

Gráfico No 3.



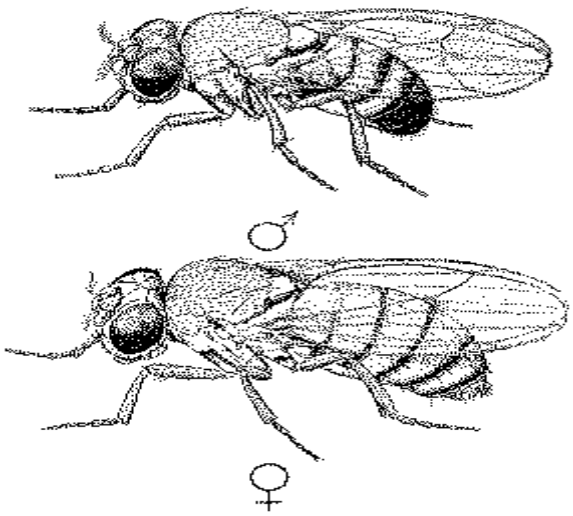
Ejemplo de la segunda Ley de Mendel.

Foto. No 6



Mosca Silvestre de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

Foto. No 7.

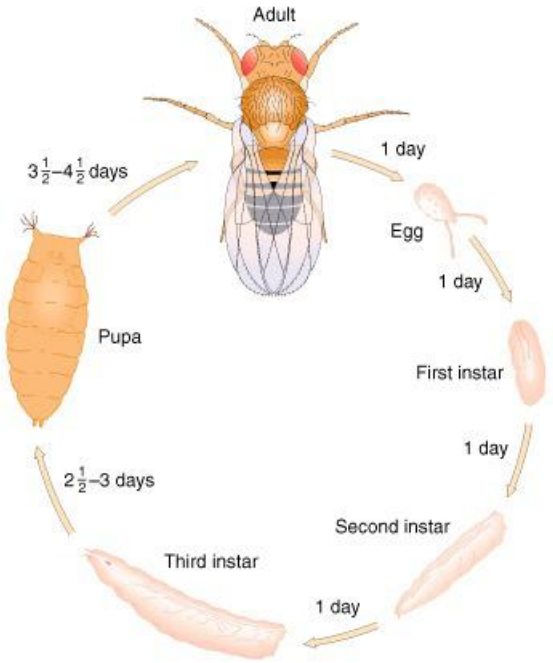


Diferenciación de sexo en Mosca Silvestre de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

Foto. No 8.

Apareamiento de Mosca Silvestre de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

Esquema No 2



Ciclo Biológico de Mosca Silvestre de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

Foto. No 9.

Frasco con medio de cultivo donde mantenemos las mosca de la fruta ***(Drosophila melanogaster).***

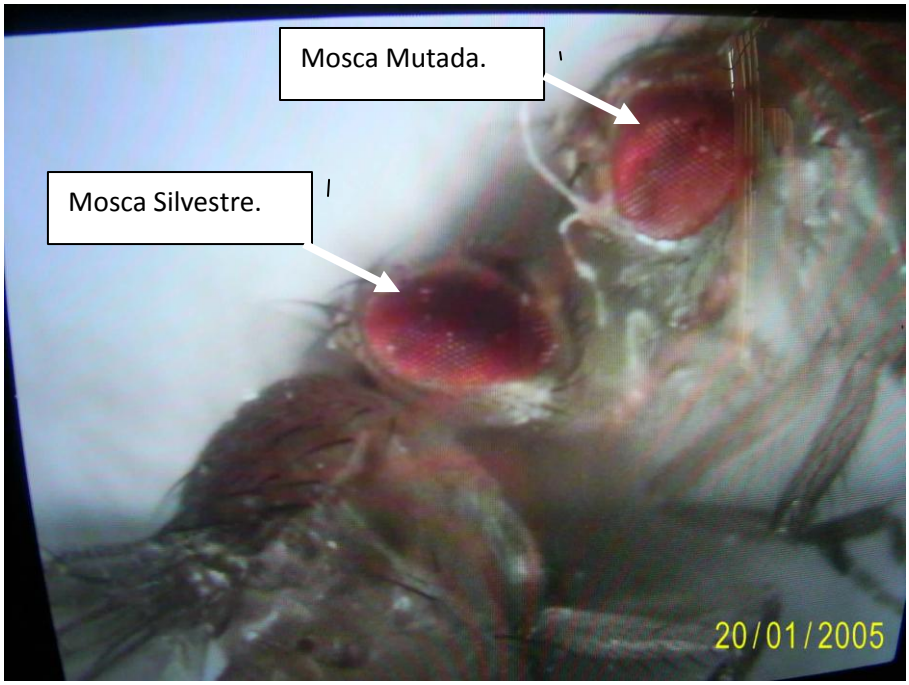
Foto. No 10.

Materiales para prepara el medio de cultivo.

Foto. No 11.

Microscopios con pantalla ajustada para observarse las imágenes con mayor tamaño.

Foto. No 12.



A la derecha se presenta la mosca mutada presentando mal formación en los ojos con un filamento y a la izquierda la mosca silvestre.

Foto No 13.

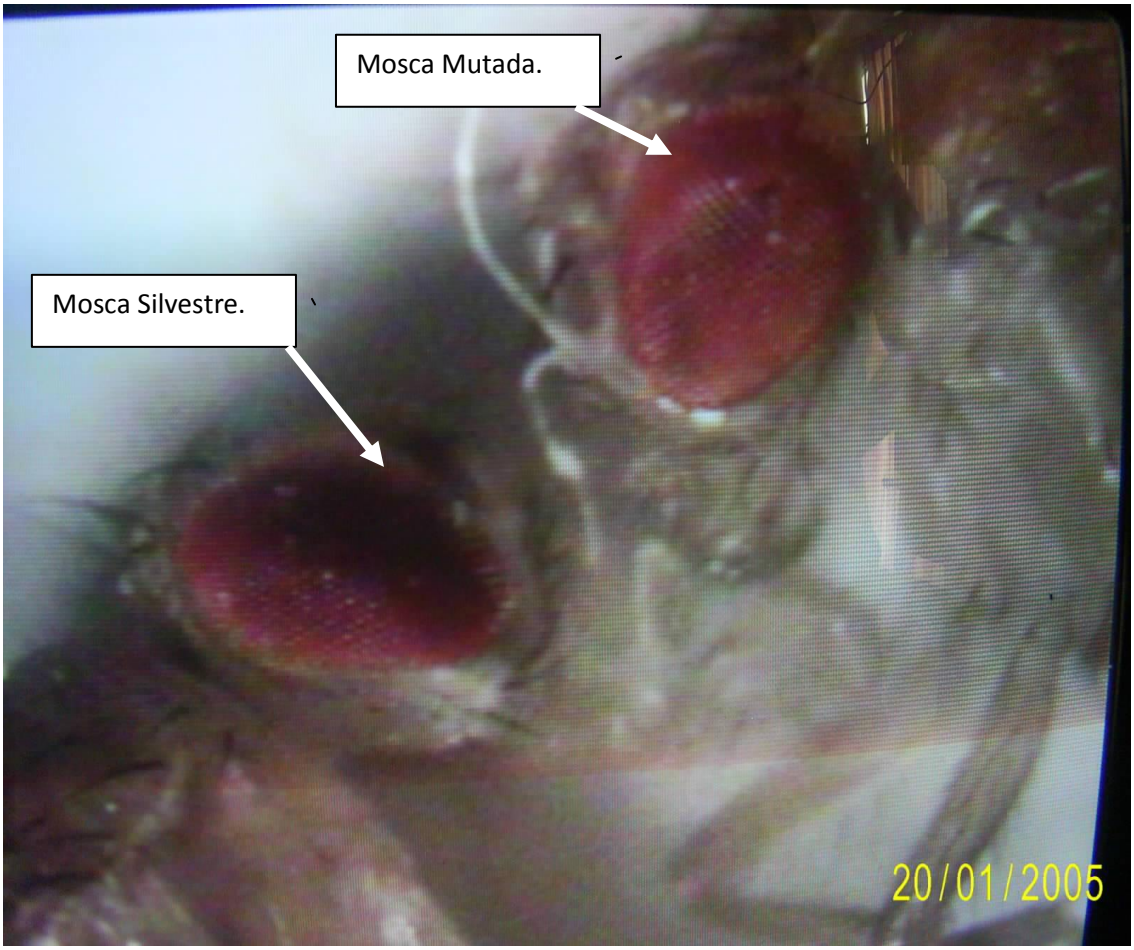
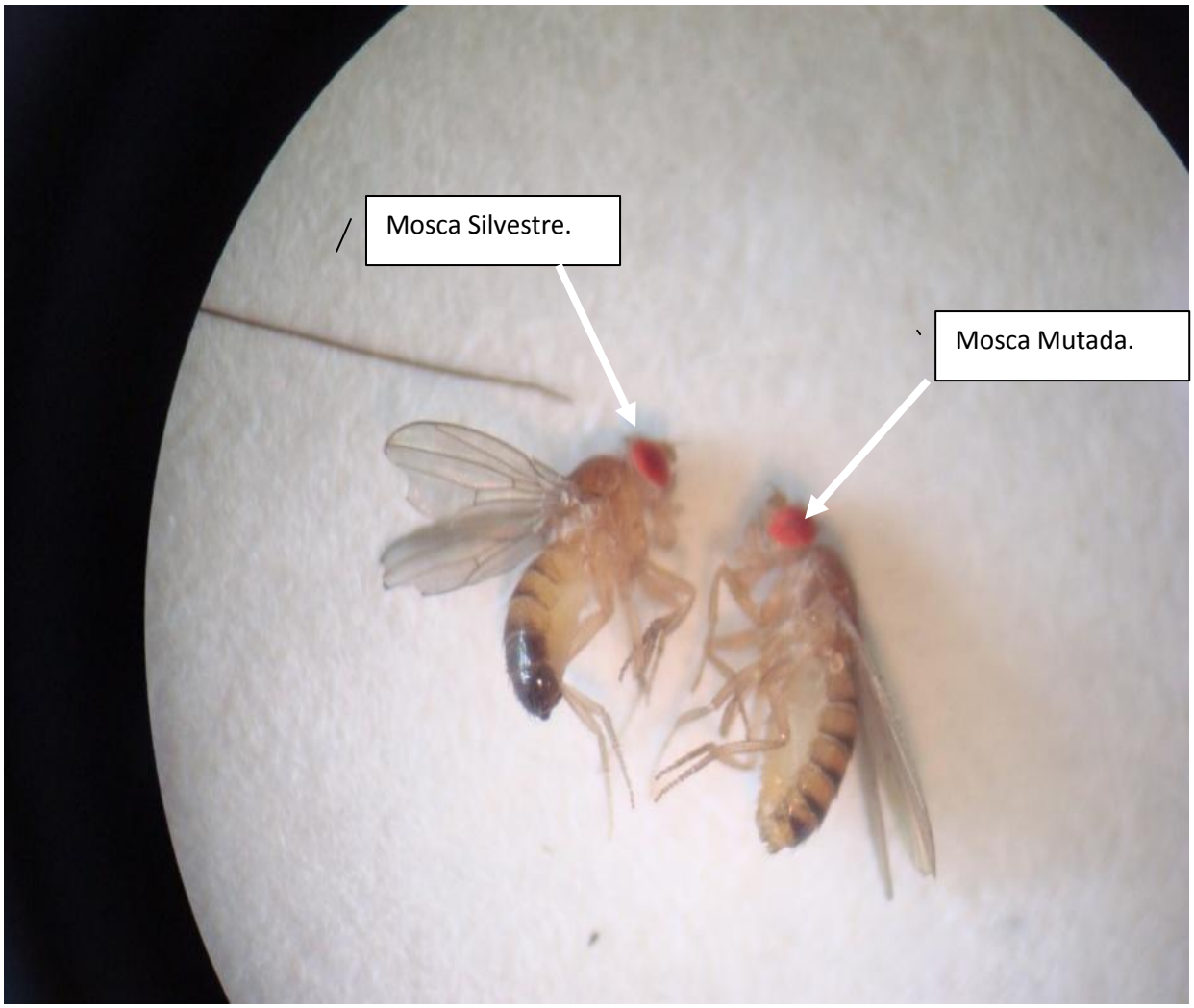


Foto más cerca de los ojos para observarse mejor las diferencias.

Foto No 14.



En la izquierda tenemos la mosca silvestre con una coloración rojo en los ojos y en la derecha l amosca mutada por radiación ionizante presentando una coloración naranja claro en los ojos.

Foto No 15.

Aquí tenemos más cerca la imagen de la comparación de las moscas. En la izquierda tenemos la mosca silvestre con una coloración rojo en los ojos y en la derecha l amosca mutada por radiación ionizante presentando una coloración naranja claro en los ojos.

Tabla No 7.

Horas	Días (aprox.)	Estadio y/o suceso del desarrollo.
0	0	Inicio del desarrollo embrionario.
22	1	Emerge la larva del huevo. Primer estadio larvario.
47	2	Primer muda. Segundo estadio larvario.
70	3	Segunda muda. Tercer estadio larvario.
118	5	Formación del puparium. Puparium blanco.
119	5	Puparium amarillento.
120	5	Puparium pigmentado.
122	5	Muda prepupal.
130	5,5	Pupación.
167	7	Pigmentación de los ojos pupales.
187	7,5	Pigmentación de las quetas.
214	9	Emergen el adulto con las alas plegadas.
215	9	Adulto con las alas desplegadas.

Cronología del desarrollo de ***Drosophila melanogaster*** a 25º C. según Strickberger, 1962, Bodenstein, 1965 citador (Guevara, 1995)

GLOSARIO.

Adaptación: Todo carácter de u organismo vivo que las posibilidades de supervivencia y dejar descendencias en el medio que habita, en comparación con las posibilidades de organismos similares que carecen de dicho carácter.

Alelo: se dice que dos o más genes son alelos (entre sí) o alelomorfos (uno con respecto al otro) cuando: 1) ocupan alas misma posición (locus) en cromosomas homólogos y cuando en la misma célula se unen por parejas durante la meiosis; 2) producen efectos diferentes en el mismo grupo de proceso del desarrollo; 3) pueden mutar de uno al otro.

Clipeus: estructura bucal situada entre la frente y el *labium.*

Codominante: Se dice de los alelos cuando ambos productos génicos se manifiestan fenotípicamente.

Cromosoma: molécula de ADN que contiene genes en secuencia lineal, está constituida por ADN y en las células de los eucariontes se encuentra asociada con proteína histonas y no histonas. Se encuentran en número variable y característico en el e núcleo de todas las células animales y vegetales.

Cromosoma sexual: cromosoma cuya presencia o ausencia está relacionada con el sexo del individuo que lo porta; un cromosoma que juega un papel en la determinación del sexo.

Cromosomas homólogos: cromosomas idénticos en cuanto a los genes que contienen.

Cruza: apareamiento entre individuos generalmente de la misma especie.

Cruza monohíbrido: cruzamiento involucrado entre alelos de solo locus.

Deficiencia: mutación cromosómica caracterizada por la pérdida de un segmento cromosómico; también llamada Deleción.

Deleción: Pérdida de uno u otro segmento de los cromosomas, desde un gen hasta el bloque de genes de diferentes magnitudes.

Diferenciación sexual: proceso de diversificación progresiva en la estructura y función celular de las gónadas.

Diploide: célula, tejido u organismo con dos conjuntos de cromosomas.

Diptera: orden zoológico que agrupa a las moscas verdaderas las cuales presentan alas anteriores funcionales, mientras que las posteriores están reducidas a protuberancias (halterios o balancines): sufren metamorfosis completa. Incluyendo mosquitos, tábanos y jejenes.

Discos imaginales de *Drosophila melanogaster:* son los primordios de las estructuras cuticulares del adulto. El disco imaginal dará lugar al ala adulta, constituida por dos capas celulares continuas donde podemos diferenciar tres componentes básicos: las estructuras del margen, las venas y las regiones de intervena.

Dominante: alelo que se expresa en condición homocigota y heterocigota.

Duplicación: Adición de algunos genes o bloques de genes a la dotación básica.

Efectos genéticos: alteraciones en los genes.

Efectos citogenéticos: alteraciones en los cromosomas: roturas cromosómicas y translocaciones.

Efectos fisiológicos: alteraciones en las enzimas y hormonas.

Electrones: son cargas negativas de electricidad.

Entrecruzamiento: intercambio de un fragmento de un cromosoma homólogo con otro; produce nuevas combinaciones diferentes al arreglo original en los progenitores.

Especies: grupos de poblaciones naturales que se entrecruza y que están reproductivamente aisladas de otros grupos semejantes.

Espermatozoide: en los animales, el gameto masculino.

Fenotipo: conjunto de caracteres observables de un organismo; es la expresión del genotipo en un medio ambiente determinado.

Fertilización: la unión de los gametos femenino y masculino para formar un cigoto.

Gameto: Célula reproductora madura capaz de fusionarse con células similares del sexo opuesto para formar un zigoto; también se llama células sexuales.

Gene o gen: unidad de material hereditario. La semejanza entre los organismos desciende de progenitores comunes, obedece en gran parte a la posesión de un material hereditario similar, es decir, de un material diverso y complejo

Gen: Es una partícula discreta transmisible de padres a hijos y que podía ser reconocida operacionalmente por su capacidad de mutar a otros estado alternativos (Formas

alelicas), de recombinar con otra unidades similares y de funcionar produciendo en el organismo alguno Fenotipo particular.

Gen mutador: gen que incrementa la tasa de mutación de otros genes del mismo organismo.

Genoma: contenido genético de una célula o virus; en lo eucariotas, algunas veces se refiere solamente a una dotación cromosómica completa (haploide).

Genotipo: constitución genética del individuo.

Grupo de ligamiento: conjuntos de genes que pertenecen al mismo cromosoma.

Halterios: segundo par de alas de los Dípteros que se han modificado a órganos del equilibrio; también llamados balancines.

Haploide: se dice de las células como de los gametos, que contiene la mitad de las dotaciones de cromosoma de una célula somática; alguna veces algunas empleando como sinónimo de monoploide.

Heterocigoto: individuo diploide o poliploide que presenta alelos diferentes en uno o más *loci.*

Híbrido: descendiente obtenido del apareamiento entre individuos puros que difieren en uno o más caracteres producidos por genes localizados en cromosomas homólogos.

Homólogos: se dice de los cromosomas o segmentos cromosómicos que son idénticos con respecto a los loci genéticos que contienen y de su estructura visible; en la

evolución, se dice de lo genes y estructuras que son similares en diferentes organismos debido a que han sido heredados de un antepasado común.

Imago: forma adulta de un insecto que se origina durante la pupación a partir de las células imaginales y los discos imaginales de la larva.

Inversión: Rotación de 180º del bloque de genes dentro de los cromosomas, para este fin, en la Drosophila se emplea cromosomas gigantes de los núcleos celulares de las glándulas salivales, en las cuales se ha mostrado la disposición exacta de muchos genes.

Ionización: Los átomo pueden existir en un estado neutro ó en un desequilibrio eléctrico. La mayor parte de los átomos son neutros. Un átomo normal contiene un número igual de protones y electrones, uno que tenga un nivel extremo no saturado está desequilibrado eléctricamente e intenta capturar algún electrón de algún átomo adyacente.

Líneas puras: poblaciones de organismo que contiene la misma información genética, poblaciones mendelianas.

Locus: Lugar en un mapa genético en ele que reside una mutación o un gen particular; a menudo se usa en lugar de mutación o gen.

Monohíbrido: individuo que difiere sólo en un par de caracteres.

Morfología: estudio de la forma o la apariencia (interna y externa) de los organismos; apariencia real de un organismo, incluyendo sus diversas características como comportamiento, constitución enzimática y estructura de los cromosomas.

Mutación: Cambio súbito en el ADN cromosómico. Las mutaciones más importantes son las que ocurre en los gametos o en los precursores, puesto que pueden producir una modificación hereditaria de los caracteres en los organismos que se desarrollan a partir de ellos, siendo tales cambio el material básico de la evolución. La mayoría de las mutaciones son cambio so modificaciones de genes individuales (mutaciones génicas), pero algunas alteraciones en el número y estructura de los cromosomas.

Neutrones: son cargas neutras de electricidad.

Núcleo: orgánulo de los eucariotas, rodeados por una membrana, que contiene lo cromosomas.

Parentales: constitución genotípica de los progenitores que se refleja en un sector de la progenie, particularmente en estudio de ligamiento mapeo cromosómico.

Partícula. Este identifica las radiaciones electromagnéticas como haces discretos de energía llamadas fotones ó cuantos.

Protones: son cargas positivas de electricidad.

Radiación. La radiación es la emisión y propagación de energía a través del espacio ó una sustancia en forma de ondas ó partículas.

Radiación Dura: es el termino que se aplica a los rayos X con longitudes de ondas mas cortas, y son estas las de mayor uso en medicina y odontología.

Radiación Suave: Termino que se usa para los rayos de longitud más corta.

Rayos X: pertenece a un grupo de radiaciones electrónicas, llamada sí, debido a que constituye una combinación de energía eléctrica y magnética. Estas radiaciones no poseen partículas o masa, sino que son energía pura.

Reproducción sexual: formación y multiplicación de individuos por medio de la unión de un gameto masculino con otro femenino que integra al cigoto con 2n cromosomas y éste por divisiones mitóticas sucesivas, diferenciación sexual hay una reducción cromosómica por meiosis en la gametogénesis, y en la fusión de gametos hay restitución a la forma diploide, en la reproducción sexual se efectúan dos fase: la gametofítica y esporofítica.

Variabilidad génica: diferencias entre los genes, las cuales pueden ser en dotación citoplasmática con la que el individuo inicial la vida.