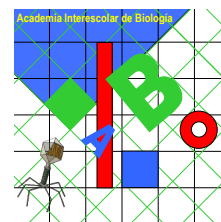




**Universidad Autónoma del Estado de Morelos**  
**Secretaría Académica**  
Dirección de Educación Media Superior  
Academia Interescolar de Biología



---

## ANTOLOGÍA DE BIOLOGÍA III

---



Julio del 2008  
Material de Trabajo y Actividades  
*Docentes y Alumnos*

Avalado para el ciclo escolar 2010-2011.



**ELABORO:**

***Biól. Edda Aguilar Mariscal***

***Biól. Claudia Zapata Nieto***

***Biól. Mayra Bustamante Rodríguez***

***Biól. Columba Ortiz Olivera***

***Biól. Francisco Salazar Villegas***

***Biól. Laura Elena Hernández Navarro***

***Biól. Elizabeth Robles Aguilar***

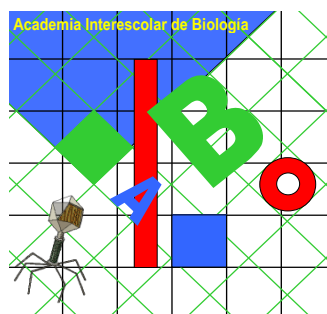
***Biól. Juan Ranulfo García Ríos***

***Biól. Carlos Ortiz Mañón***

***Profra. Carol Arely Botello Amaro***

***Profr. Sergio Arturo Godinez Vega***

***Dra. Blanca Andrea Vega Vargas***





## CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>UNIDAD VI. GENÉTICA</b>	<b>5</b>
<b>6.1 Herencia e Importancia de la Genética (Conceptos)</b>	<b>5</b>
<b>6.2 Herencia Molecular</b>	<b>8</b>
<b>6.3 Herencia Mendeliana (1ª y 2ª Ley)</b>	<b>30</b>
<b>6.4 Determinación del sexo</b>	<b>47</b>
<b>6.5 Herencia ligada al sexo</b>	<b>49</b>
<b>6.6 Alteraciones Genéticas (Mutaciones)</b>	<b>56</b>
<b>6.7 Ingeniería Genética</b>	<b>62</b>
<b>UNIDAD VII. ECOLOGÍA</b>	<b>86</b>
<b>7.1 Introducción y conceptos</b>	<b>86</b>
<b>7.2 Medio Ambiente</b>	<b>88</b>
<b>7.3 Ecosistemas</b>	<b>100</b>
<b>7.4 Ecosistemas Mexicanos</b>	<b>114</b>
<b>7.5 Recursos naturales</b>	<b>123</b>
<b>7.6 Problemas ambientales</b>	<b>133</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>156</b>



## **PRESENTACIÓN.**

---

La Academia Interescolar de Biología reúne en esta antología la experiencia docente de sus miembros en cada uno de sus contenidos temáticos. El significado académico de esta aportación radica en que es el resultado de la discusión colegiada que sintetiza la experiencia de cada uno de los maestros.

Se entiende por trabajo colegiado, el análisis crítico y con propuestas, que reúne la participación continua de los académicos y que representan la opinión de los colectivos de cada unidad académica. Esta es una estrategia eficiente que mitiga la participación esporádica de algunos maestros porque permite ponderar la responsabilidad de cada docente.

Las ventajas de este ejercicio que ha sido continuo desde que se fundó la academia interescolar de biología radica en que los contenidos de esta obra han sido sometidos a dicho análisis colegiado. Además, las correcciones y los ajustes representan la opinión de los maestros cuya experiencia al frente de los grupos modula su trabajo, porque es el resultado de un ejercicio docente continuo y comprometido con el desarrollo de la enseñanza de la biología.

La enseñanza de la biología a nivel medio superior representa la única posibilidad de formar entre los alumnos la percepción de la calidad de vida responsable y humana, desde la premisa de que enseñar biología a nivel medio superior es enseñar a vivir a pesar de los inconvenientes del entorno institucional y socioeconómico.

ACADEMIA INTERESCOLAR DE BIOLOGÍA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS



## UNIDAD VI. GENÉTICA

**Objetivo:** Establecer el marco conceptual que sirva de base para la comprensión de los procesos hereditarios que permiten la continuidad de la vida, así como los adelantos en la ingeniería genética.

### 6.1 Herencia e Importancia de la Genética (Conceptos)

**ÁCIDOS NUCLEICOS:** Macromoléculas orgánicas de elevado peso molecular, constituidas por unidades de nucleótidos, los dos tipos comunes son el ADN (ácido desoxirribonucleico) y el RNA (ácido ribonucleico).

**ALELO DOMINANTE.** Es el gen que en un par de genes alelos tiene la capacidad de manifestarse en forma total o predominante sobre el otro gen (recesivo). Al carácter dominante se le representa con letras mayúsculas. (AA).

**ALELO RECESIVO.** Son alelos que se expresen por completo cuando son homocigóticos se le representa con letras minúsculas (aa).

**ALELO.** Formas alternantes de un mismo gene, el cual puede ser localizado en una posición específica (locus) del cromosoma, el cual puede ser dominante o recesivo.

**ALELOS CODOMINANTES.** Son alelos con carácter dominante que se expresan fenotípicamente en los individuos heterocigóticos, por ejemplo las personas con tipo de sangre AB.

**ANTICODÓN.** Secuencia de tres bases de un RNAt que es complementaria respecto a las tres bases de un codón de RNAm.

**AUTOSOMAS:** Cromosomas no sexuales que regulan las características somáticas.

**CARIOTIPO.** Es la descripción de la forma, tamaño y número de los cromosomas de un individuo.

**CÉLULA SOMÁTICA.** Conjunto de células no sexuales que forman al individuo.

**CENTRÓMERO:** Región del cromosoma donde se fija el huso acromático durante la división celular y cuya posición es constante en cada cromosoma particular.

**CLON EN INDIVIDUOS.** Descendencia producida por mitosis, por tanto genéticamente idéntica.

**CLON MOLECULAR:** Copias idénticas de DNA que fue insertado en plásmidos y amplificados posteriormente.

**CODÓN.** Secuencia de tripletes (tres bases) de RNAm que codifica a un aminoácido determinado que debe ser incorporado en una proteína. Existen codones que actúan como señales de inicio o paro en la traducción de proteínas.



**CROMATIDA.** Componentes de un cromosoma duplicado unidos por el centrómero durante la metafase

**CROMATINA:** Complejo de DNA y proteínas que constituyen a los cromosomas eucarióticos.

**CROMOSOMA METACÉNTRICO:** Cuando los dos brazos tiene la misma longitud y el centrómero esta en la posición media del cromosoma.

**CROMOSOMA ACROCÉNTRICO:** Cuando los dos brazos del cromosoma tienen una longitud significativamente diferente y el centrómero está más cerca de un extremo del cromosoma.

**CROMOSOMA SUBMETACÉNTRICO:** Cuando los brazos del cromosoma tienen una longitud ligeramente desigual y el centrómero está un poco arriba de la parte media del cromosoma.

**CROMOSOMA TELOCÉNTRICO:** Cuando hay un solo un brazo claramente distinguible y el centrómero está en el extremo del cromosoma.

**CROMOSOMA:** Son filamentos de DNA que contienen a los genes

**CROMOSOMAS HOMÓLOGOS.** Par de cromosomas idénticos en tamaño, forma y secuencia de genes y que interactúan en la meiosis.

**CROMOSOMAS SEXUALES.** Par de cromosomas que normalmente determinan el sexo de un individuo, por ejemplo en los cromosomas XY en los mamíferos.

**DIPLOIDE.** Individuo o célula que posee dos series de cromosomas ( $2n$ ), un juego de origen paterno y el otro materno.

**EXÓN:** Segmento de DNA de un gene eucariótico que codifica los aminoácidos de una proteína

**FENOTIPO.** Rasgos observables de un individuo que surgen de las interacciones génicas y de la interacción de los genes con el medio ambiente.

**GEN:** Unidad de la herencia, constituida por secuencia de nucleótidos localizada en un segmento de cromosomas, dirige la producción de proteínas y controla el ciclo celular

**GENES ALELOS.** Son un par de genes que se localizan en el mismo locus, uno en el cromosoma paterno y el otro en el materno. Corresponden al mismo carácter aunque presentes variantes

**GENÉTICA:** Rama de la Biología que se encarga de la transmisión de los caracteres hereditarios de generación en generación a través de la herencia y la variabilidad



**GENOMA.** Juego completo de genes que posee un individuo de una especie determinada.

**GENOTIPO.** Constitución genética de una célula o un individuo.

**HAPLOIDE.** Es la célula o individuo que sólo posee un juego de información genética o un juego de cromosomas. El término haploide se representa con el símbolo (N).

**HERENCIA.** Transmisión genética de características de los progenitores a sus descendientes.

**HETEROCIGOTICO.** Individuo cuyos cromosomas poseen un par de alelos diferentes, en forma híbrida.

**HETEROCROMOSOMAS.** Cromosomas que son diferentes en tamaño, forma y secuencia de genes, ejemplo cromosomas sexuales XY.

**HÍBRIDOS.** Son los descendientes de progenitores con características diferentes ya sea en un rasgo (monohíbrido), o más caracteres (polihíbridos).

**HOMOCIGOTICO.** Individuo cuyos cromosomas poseen un par de alelos idénticos, en forma dominante o recesiva para un locus dado.

**INTRÓN.** Secuencia no codificadora de DNA que desaparece después del procesamiento del RNAm.

**LOCUS.** Es el lugar preciso que siempre ocupa cada gen en el cromosoma al que pertenece. (Loci es el plural de locus).

**MUTACIÓN.** Cualquier cambio que se produce en la información genética heredable en la secuencia del DNA de un cromosoma.

**PLEIOTROPIA.** Acción de un gen sobre varias características fenotípicas, por ejemplo anemia falciforme, fenilcetonuria, fibrosis quística.

**POLIGENIA.** Cuando varios genes están involucrados para la expresión de un fenotipo o característica. Por ejemplo el color de la piel

**POLIPLOIDIA.** Organismo que posee más de dos dotaciones de cromosomas, cada una con el número monoploide o básico de cromosomas, pudiendo ser triploide (3N), tetraploide (4N), por ejemplo en el maíz y trigo.

**TRANSGÉNICOS (OMG)** Organismos que reciben genes de otra especie, empleando técnicas que permiten modificar características heredables. (Híbrido artificial).



## 6.2 Herencia Molecular

Todos los seres vivos y las células que los constituyen heredan características, con gran fidelidad de una generación a otra, a principios del siglo XX se descubrió que la información de la herencia radica en dos moléculas, los ácidos nucleicos, llamados DNA o ácido desoxirribonucleico y RNA ó ácido ribonucleico. El primero se encuentra en los genes que a su vez son segmentos de cromosomas, cuya función es contener la clave de las características genéticas de los seres vivos y transmitirla a los descendientes, por eso es llamada molécula maestra. Asimismo se encuentra en menor proporción en el interior de las mitocondrias y los cloroplastos. El RNA se localiza en el núcleo, nucléolo, citoplasma y en los ribosoma, así como también en algunos virus. Su función es dirigir y expresar la síntesis de proteínas, a través de los procesos de transcripción y traducción.

El DNA no pone su información genética a trabajar directamente, sino que lo hace a través de un intermediario, el RNA. La información del DNA es transcrita en el RNA, el cual es entonces traducido en la estructura de las proteínas.

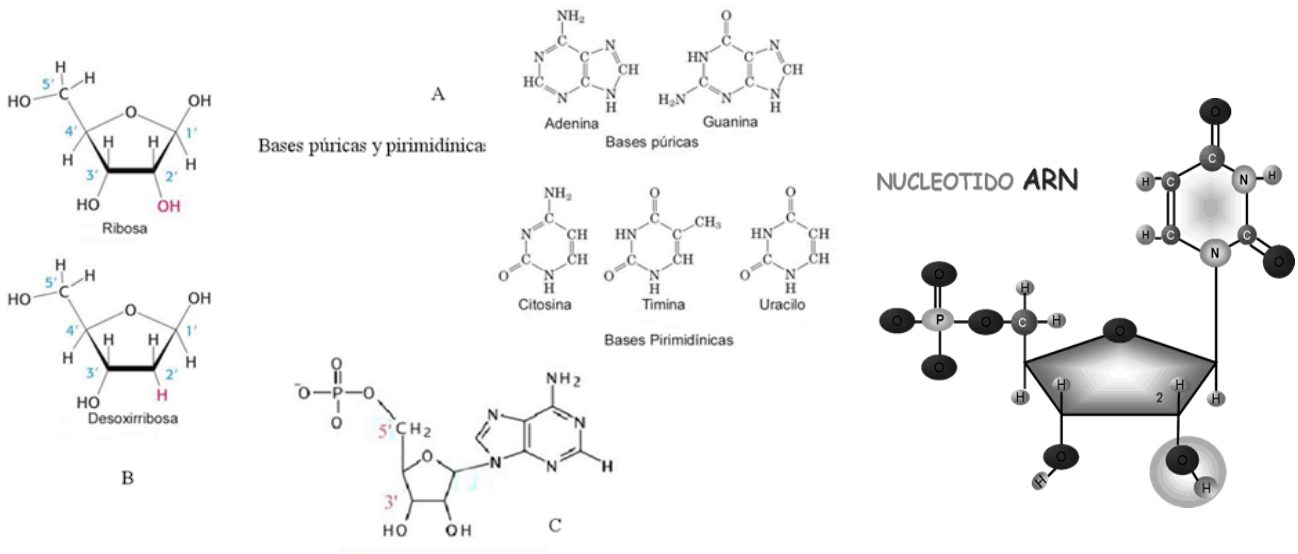
Para estudiar la función biológica de estas moléculas, que son las unidades de la herencia molecular, empezaremos primero por describir su estructura molecular.

El DNA y RNA son polímeros de unidades moleculares llamadas nucleótidos, que a su vez están constituidos de tres componentes: un ácido fosfórico (grupo fosfato), una azúcar que es una pentosa (desoxirribosa en el DNA y ribosa en el RNA) y una base nitrogenada púrica o pirimídica. En el siguiente cuadro se ilustra la comparación en cuanto a estructura de cada ácido nucleico.

COMPARACIÓN ENTRE DNA Y RNA						
Ácido nucleico	No. de cadenas	Tipos	Azúcar	Bases nitrogenadas	Localización	Función
DNA	Dos	Sólo uno: Como doble hélice	Desoxirribosa	Adenina Citosina Guanina Timina	Cromosomas Mitocondrias Cloroplasto Virus	Control de actividades celulares Herencia y autoduplicación
RNA	Una	Tres: Mensajero Transferencia y Ribosomal	Ribosa	Adenina Citosina Guanina Uracilo	Ribosomas Nucléolo Citoplasma Virus	Dirigir y expresar la síntesis de proteínas

Tomado de Valdivia y Granillo 2004





## 6.2.1 Moléculas de la Herencia

### 6.2.1.1. Estructura y función del DNA

A principios de la década de los 50's los avances para determinar la estructura del ADN fueron:

- 1) La identificación de la estructura secundaria de las proteínas, realizado por Pauling, quien uso modelos tridimensionales y propuso que podían formar estructuras helicoidales llamadas alfa hélices, mas tarde Watson y Crick usaron un enfoque similar para identificar la estructura del ADN.
- 2) La obtención del patrón de difracción de rayos X del ADN, efectuada por Rosalind Franklin, lo cual sugería que la molécula era helicoidal y cada vuelta estaba formada por cerca de 10 nucleótidos.
- 3) El descubrimiento de Chargaff, acerca de que las cuatro bases nitrogenadas del ADN no se encontraban en las mismas proporciones pero la timina estaba en la misma proporción que la adenina, y la guanina en la misma cantidad que la citosina.

Esto fundamentó las bases para determinar las características del modelo de DNA las cuales son:



- El ADN está formado por dos largas cadenas de polinucleótidos alineadas y enrolladas una sobre otra, presentando la forma helicoidal (doble hélice) alrededor de un eje común.
- La doble hélice tiene un diámetro estimado de  $20 \text{ \AA}$  (2 nm).
- Por cada diez pares de bases, la doble hélice da una vuelta completa, con una dimensión lineal de  $34 \text{ \AA}$  (3.4 nm).
- La distancia que hay entre un nucleótido y otro en la hélice es de  $3.4 \text{ \AA}$  (0.34 nm).
- Las bases nitrogenadas se orientan hacia el interior en tanto que la pentosa (desoxirribosa) y el fosfato lo hacen hacia el exterior.
- La complementariedad de las cadenas consiste en que la base Adenina (A) del nucleótido de una cadena se une a la base Timina (T) de la cadena opuesta por dos puentes de hidrógeno, en tanto que la Guanina (G) lo hace con la Citosina (C) a través de tres puentes de hidrógeno.
- Las dos cadenas de polinucleótidos se mantienen unidas por los puentes de hidrógeno.
- Las dos cadenas de nucleótidos tienen una orientación antiparalela, ya que los enlaces fosfato desoxirribosa están polarizados en sentido opuesto, en tanto que una cadena la desoxirribosa tiene su carbono 5' hacia arriba y 3' hacia abajo en la cadena opuesta el carbono 3' arriba y 5' abajo.
- La estructura de la molécula es semejante a una escalera de caracol, en donde los grupos fosfato y los azúcares constituyen los barandales de la escalera, y las bases nitrogenadas forman los peldaños.

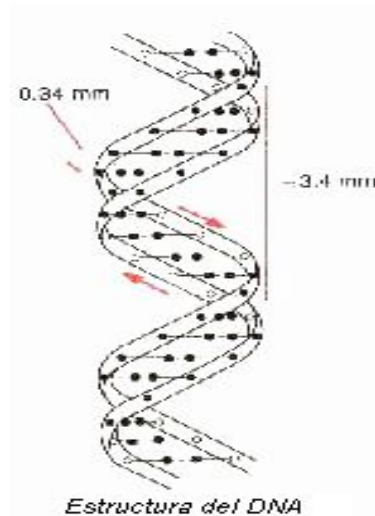
Para saber más:

El DNA de la *Escherichia coli* contiene 3 millones de pares de nucleótidos y mide alrededor de 1 mm de longitud y su velocidad de replicación del DNA por ejemplo es de aproximadamente de 500 a 800 nucleótidos por segundo

El DNA de una célula humana contiene 3 mil millones de pares de nucleótidos y mide alrededor de 1.5 metros de longitud y se estima que una célula humana contiene alrededor de 30,000 genes



En los humanos la velocidad de síntesis es de aproximadamente de 50 nucleótidos por segundo



#### **6.2.1.2. Estructura y función del RNA (Replicación, Transcripción y Traducción)**

El ARN se sintetiza a partir del ADN, constituido por una sola cadena de nucleótidos, aunque puede plegarse internamente siguiendo las reglas del apareamiento A – U y C – G. Existen varios tipos de RNA los cuales son:

- ARN mensajero (RNAm). Molécula cuya cadena es lineal, que se forma y se descompone rápidamente, consta de una sola banda de polinucleótidos, su función es llevar la información o mensaje genético, desde el DNA en el núcleo, hasta el sitio donde se forman las proteínas en el citoplasma.
- ARN de transferencia (RNAt). Molécula que presenta varios plegamientos en forma de trébol. Existen entre 40 y 60 tipos de RNAt, cuya función es transportar o capturar a los 20 diferentes tipos de aminoácidos desde el citoplasma, hasta el sitio donde se forman las proteínas. También comprende una palabra de tres letras de codificación (anticodón), la que por apareamiento con bases complementarias, se iguala específicamente con su codón complementario en la molécula del RNAm.
- ARN Ribosomal (RNAr) Molécula plegada más grande de los tres tipos, se localiza en los ribosomas, debido a que forma parte de estas estructuras celulares y siempre están asociadas a proteínas, su función es interactuar con los otros RNA para llevar a cabo la síntesis de proteínas.



## **FUNCIONES DEL DNA Y DEL RNA**

Las funciones que llevan a cabo los ácidos nucleicos se pueden resumir en tres procesos fundamentales: Replicación o duplicación (DNA – DNA), Transcripción (DNA – RNA) y Traducción o síntesis de proteínas.

La información genética se almacena en la molécula del DNA que puede ser replicada para formar una molécula idéntica de DNA, (DNA – DNA) pero algunos segmentos de esta información pueden ser transcritos es decir se lleva a cabo el proceso de transcripción, formando la molécula de RNAm (DNA – RNAm) utilizando los otros tipos de RNA, la molécula de RNAm puede llevar a cabo el proceso de síntesis de proteínas o traducción ( RNA – PROTEINA)

### **REPLICACIÓN ó DUPLICACIÓN DNA – DNA**

La duplicación es un proceso complejo que se basa en la complementariedad de bases, depende de la interacción del DNA y varias proteínas.

La replicación del DNA, inicia en una secuencia específica de nucleótidos conocida como origen de replicación.

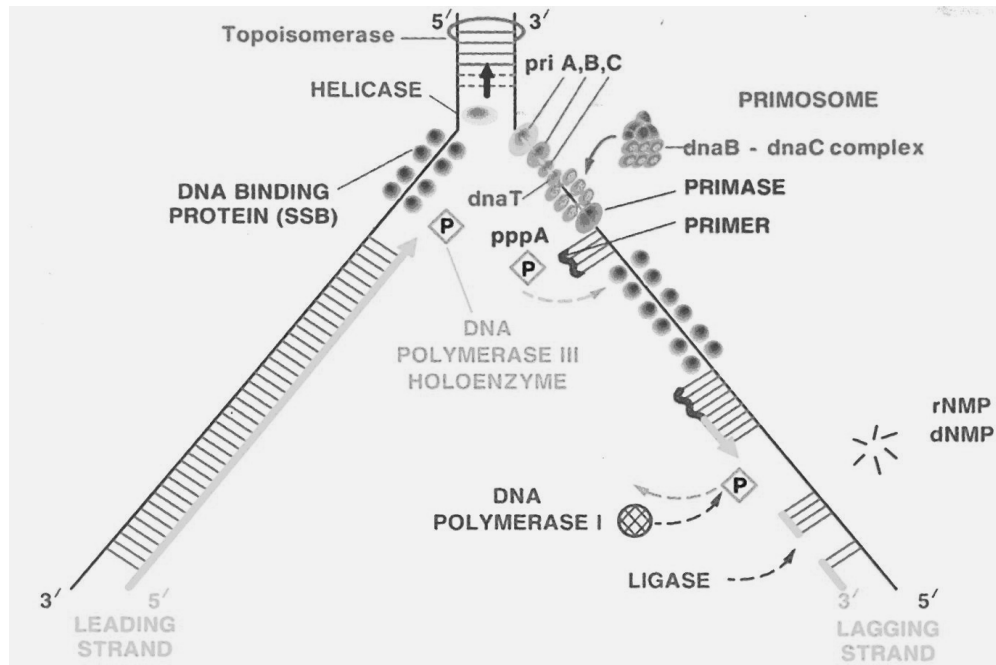
1. La enzima helicasa rompe los puentes de hidrógeno que rompen los puentes de hidrógeno que unen las bases complementarias y abre la hélice del DNA en el origen de replicación.
2. Las enzimas topoisomerasas cortan las cadenas de nucleótidos para quitar el superenrollamiento, luego las reconecta quedando separadas y lineales.
3. Las proteínas de unión SSB, se pegan a las cadenas separadas para impedir que se cierren y enrollen formando nuevamente la estructura helicoidal.

Las aberturas de replicación en los procariontes se llaman horquillas, y solo se forma una en el cromosoma circular, en cambio, en los eucariontes, se forman muchas aberturas en el cromosoma que se está replicando

4. En la cadena abierta del DNA, la RNA-Primasa inicia la síntesis de las nuevas cadenas complementarias del DNA, colocando entre 5 y 10 ribonucleótidos, así se forma un cebador en la cadena adelantada en la que la síntesis es continua, y varios cebadores en la cadena rezagada en la que se sintetizan fragmentos de mil a dos mil nucleótidos en procariontes y en eucariontes son de 100 a 200 nucleótidos, en ambos casos estos fragmentos se llaman de Okazaki.



5. Las DNA-Polimerasas son las enzimas que sintetizan las nuevas cadenas del DNA ó cadenas complementarias de la cadena molde, colocando nucleótido por nucleótido, en sentido 5 a 3.
6. La DNA-Ligasa es la enzima encargada de hacer las uniones entre el Ac. fosfórico de un nucleótido y el azúcar del siguiente formando la unión fosfodiéster.



## REPLICACIÓN EUCARIONTE

En las células eucariontes participan dos ADN polimerasas distintas la alfa  $\alpha$  y la 5 delta  $\delta$ .

El DNA para hacer el copiado de pares de bases de de cada hebra requiere desenrollar el duplex original, esto se logra por la acción de las helicasas que desenrollan y conducen la formación de de supererrollamiento, el cual, es eliminado por las topoisomerasas, generándose en el DNA una horquilla de crecimiento.

Hay tres características generales de la replicación del DNA:

1. Crecimiento semiconservador quedando una cadena vieja y una nueva.
2. Crecimiento bidireccional de las cadenas nuevas a partir de un sitio común u origen ó iniciación, produciendo dos horquillas de crecimiento.
3. En los cromosomas de eucariontes hay múltiples orígenes y las dos horquillas de crecimiento continúan hasta que se encuentran con las



horquillas provenientes de los orígenes vecinos y cada región del DNA formado por un origen se llama replicación.

En las células humanas la velocidad del desplazamiento de las horquillas, es de 100 pares de bases por segundo por horquilla.

Hay características comunes en los orígenes de replicación aunque la secuencia de nucleótidos sean de orígenes muy diferentes:

1. Los orígenes de replicación son segmentos de DNA que contienen múltiples secuencias repetidas y cortas.
2. Las unidades repetidas son reconocidas por proteínas multinuméricas que se unen al sitio de origen y resultan estratégicas para el armado de las DNA polimerasas y otras enzimas replicativas en los sitios donde comienza la replicación.
3. Las regiones de origen suelen contener un segmento rico en AT para facilitar el desenrollamiento del dúplex del DNA porque se requiere menos energía para romper dos puentes de Hidrógeno que fueran 3 entre GC.

**Pasos de la replicación in vitro del cromosoma del virus SV40 que parasita los monos y roedores:**

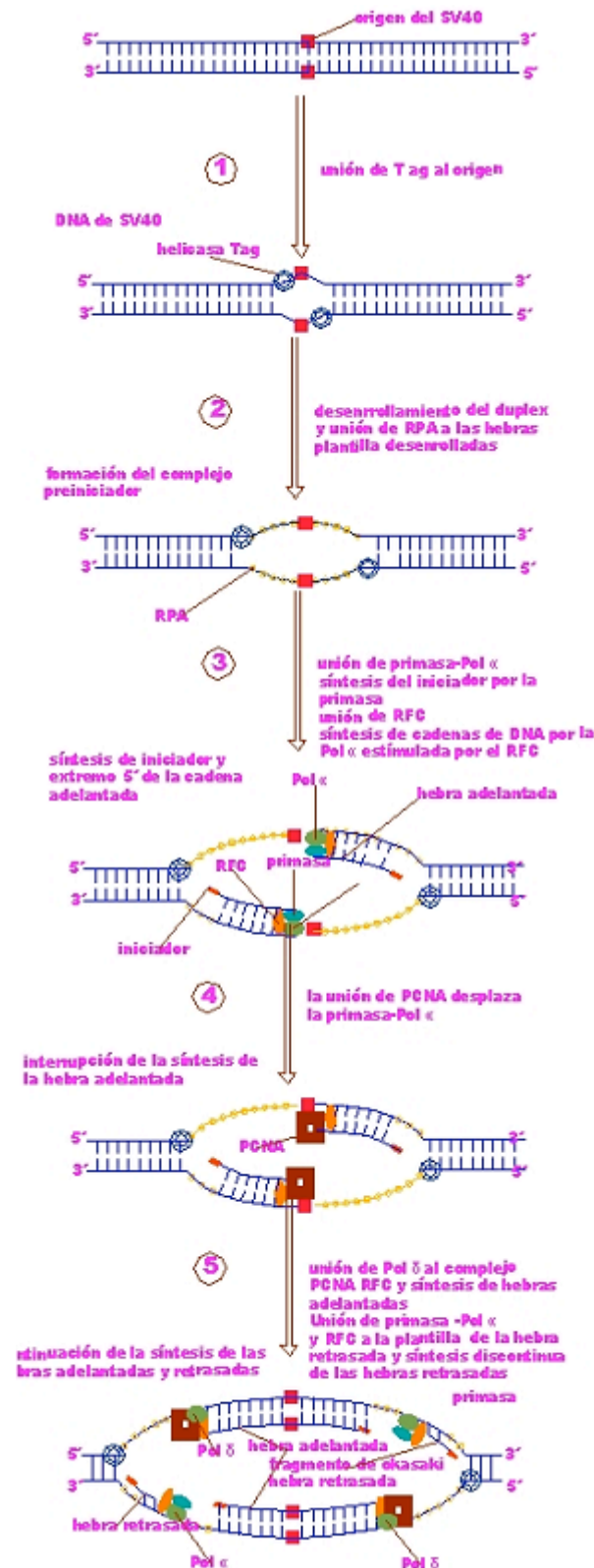
1. El antígeno T=Tag identifica el origen de replicación e inicia desenrollando el DNA haciéndolo girar hacia la izquierda. Cuando queda en posición lineal rompe los puentes de Hidrógeno como las helicasas.
2. Mientras el Tag va produciendo la burbuja, la molécula del DNA va produciéndose un superenrollamiento, este es aligerado por las topoisomerasas. Para lograrlo estas hacen cortes de las uniones fosfodiéster en las hebras molde, luego las vuelven a unir.
3. Conforme se va generando la burbuja de crecimiento, las proteínas de replicación A=RPA se unen a las cadenas monocatenarias para impedir que se vuelvan a unir.
4. Con la burbuja estable, el complejo primasa-polimerasa  $\alpha$  se une a cada hebra de la plantilla desenrollada. Primero la primasa inicia colocando 10 nucleótidos de RNA en sentido 5 a 3, así forman los cebadores tanto en la hebra líder o adelantada como en la retardada. Una vez puestos los cebadores inicia la polimerasa  $\alpha$ =Pol. A la colocación de nucleótidos de DNA en sentido 5 a 3 al ser activada por el factor de replicación C=RFC. Los fragmentos son de 100 a 200 nucleótidos; conforme se colocan los



nucleótidos complementarios, las proteínas de replicación A se van separando de las hebras molde.

5. Los antígenos nucleares de las células proliferantes se fijan en el extremo 3' de los nucleótidos colocados por el complejo pol.  $\alpha$ , desplazándolo junto con la primasa. Aquí se une al factor de replicación C=RFC y provoca una interrupción en la síntesis.
6. El proceso se reanuda cuando la polimerasa delta=Polí  $\delta$  se asocia al complejo previamente formado por el antígeno nuclear de las células proliferantes y el factor de replicación C así continúa la síntesis de las cadenas adelantadas y al mismo tiempo el complejo primasa-pol- $\alpha$  que fue desplazado, se pega a los extremos de la burbuja para iniciar las cadenas retardadas con los mismos pasos que en las cadenas adelantadas. Nuevamente llega el factor de replicación C para que termine la síntesis de las cadenas retardadas. Así se forman los fragmentos de Okazaki en ambas cadenas y comprenden el cebador y el fragmento de DNA.
7. Cuando se termina la síntesis de las cadenas adelantadas, la pol.  $\delta$  se libera del antígeno nuclear de las células proliferantes y el factor de replicación C para regresar como exonucleasa en sentido 3 a 5, para eliminar los cebadores y corregir los errores. La pol.  $\delta$  al eliminar los cebadores va colocando nucleótidos de DNA, uno por uno y la ligasa forman uniones fosfodiéster.

El proceso descrito es simultáneo en numerosas burbujas, al final se tienen dos cromosomas.







## TRANSCRIPCIÓN O SÍNTESIS DEL RNA (DNA – RNA )

En el DNA están especificadas las secuencias de Aa., de miles de proteínas y éstas determinan la Bioquímica de la célula.

El DNA no puede proporcionar directamente la información para sintetizar las proteínas, por eso hay moléculas intermediarias que llevan a cabo esta función, como las moléculas de RNA y una gran variedad de proteínas, así se pasa la información en dos etapas.

- a. Transcripción.
- b. Traducción.

La transcripción es el proceso por medio del cual se transfiere la información de un gen codificado en el DNA hacia la molécula del RNA, y la enzima que la realiza es la RNA-Polimerasa.

La secuencia del DNA transcrito en el RNA se conoce como unidad transcripcional y el RNA sintetizado es el transcrito primario. Éste será el que se traduzca en una proteína.

Cuando un gen codificador de proteínas se expresa haciendo una copia de RNA, la información contenida en el DNA se copia de un Ac. nucleico en otro Ac. nucleico diferente, por eso el proceso se llama transcripción.

La transcripción es la síntesis del RNA a partir de un Molde de DNA, y es catalizada por la RNA-Pol. Esta enzima funciona igual que las DNA-Pol., coloca nucleótidos en sentido 5 a 3 solo que no requiere de un cebador para la síntesis del RNA, ya que es capaz de iniciar una nueva cadena uniendo ribonucleótidos.

En las células procariontes solo hay un tipo de RNA-Pol, ésta es un gran complejo multienzimático que participa en diferentes momentos de la transcripción.

Al iniciar la transcripción la RNA-Pol, se une al DNA en una secuencia de 40 bases denominada promotora, al inicio de un gen, y abre la doble hélice en esta región, rompe los puentes de hidrógeno, y enseguida coloca ribonucleótidos a lo largo de la cadena molde. La elongación o alargamiento de la nueva molécula continua hasta que la enzima encuentra otra secuencia especial en el molde llamada señal terminal, en otros casos intervienen factores proteicos llamados RHO, y estos determinan el punto final de la síntesis del RNA, entonces la RNA-Pol se detiene y se libera del DNA. El nuevo RNA sintetizado, tiene la secuencia de dos ó más genes en los procariontes y por eso se llama al RNA m. policistrónico. En los eucariontes solo comprende un gen y por eso se llama monocistrónico.

La transcripción en los eucariontes la realizan 3 enzimas.

RNA-Pol. I.-sintetiza el RNAr.

RNA-Pol.II.- sintetiza al RNA m.

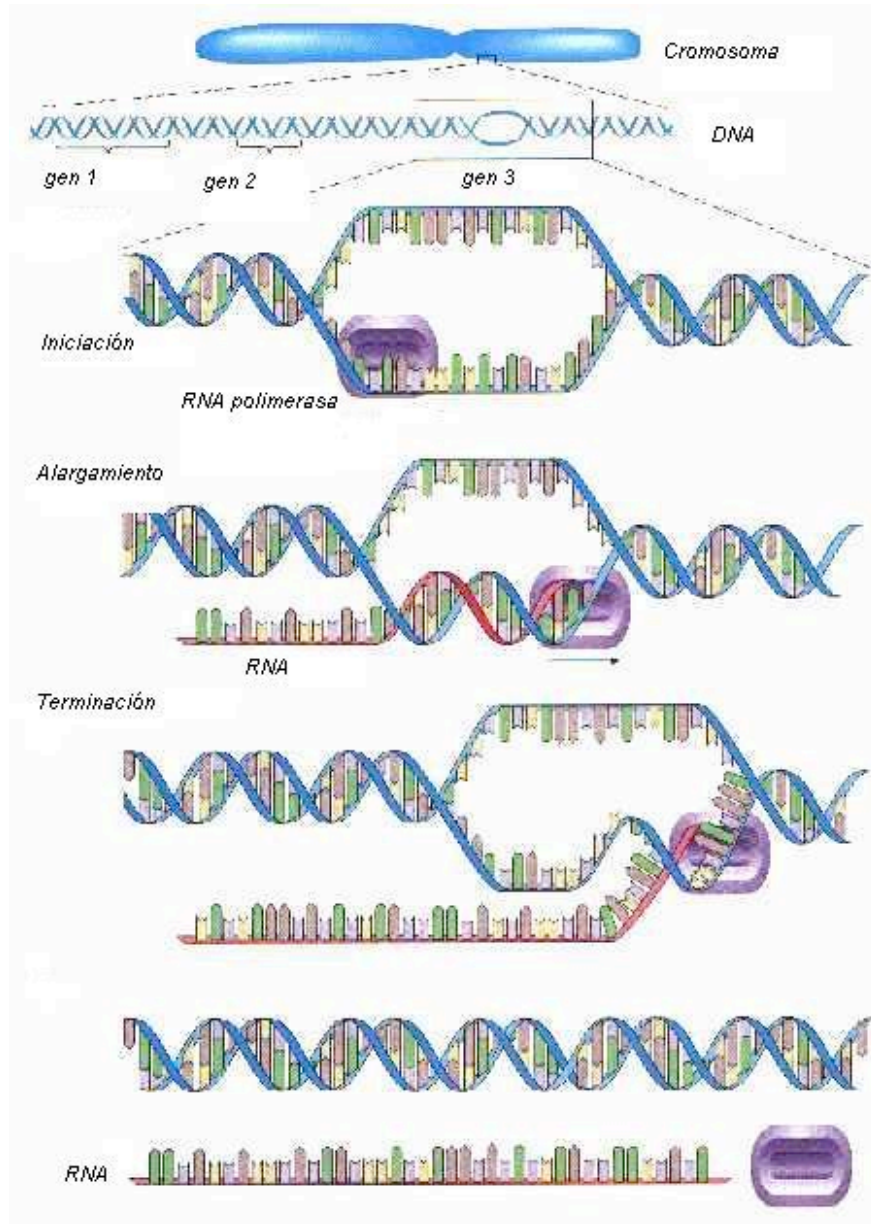
RNA-Pol III.-puede sintetizar al RNAr y al RNAt.



Los RNA m. en los eucariontes deben ser procesados antes de salir del núcleo, esto consiste en:

1. Eliminar las secuencias de nucleótidos no codificadoras llamadas intrones ó intermedias.
2. Empalme de los exones o secuencias codificadoras, esto lo realiza el complejo Ribonucleoproteico, nuclear ó maquinaria formada por 300 proteínas y 5 moléculas de RNA llamada Espliceosoma.

El espliceosoma identifica las señales de los exones e intrones, formadas por secuencias cortas de nucleótidos en los límites de exones e intrones. Al terminar el procesamiento del RNAm es transportado por las enzimas desde el núcleo hasta los ribosomas en el protoplasma.



**TRANSCRIPCIÓN O SÍNTESIS DEL RNA (DNA – RNA)** El cual se lleva cabo en tres pasos: Iniciación, Alargamiento y terminación. Tomado de Audesirk 2004

### **TRADUCCIÓN O SÍNTESIS DE PROTEINAS (RNA – PROTEINA)**

La traducción es el medio de expresión de las características hereditarias y en el proceso participan los diferentes tipos de moléculas de RNA. (RNAm, RNAt y RNAr) El RNAm contiene el código genético que dirige la síntesis de proteínas, las



moléculas de RNAt acarrean a los aminoácidos que unen a la cadena de proteína en formación y el RNAr son parte estructural de los ribosomas.

La síntesis de proteínas también se le conoce como traducción, debido a que existe una transferencia de información de un lenguaje (el de los nucleótidos) a otro (el de los aminoácidos), durante la traducción, el RNAt y el RNAr, junto con ciertas proteínas utilizan la secuencia de nucleótidos de una molécula de RNAm para sintetizar una secuencia de aminoácidos específica de una proteína. El RNAr no funciona por sí solo, sino que se combina con docenas de proteínas para formar una (s) estructura(s) compleja(s) llamada(s) ribosoma(s) el cual cataliza el proceso de traducción, liberando las cadenas de aminoácidos que formaran a las proteínas.

La traducción ocurre en tres etapas: a) Iniciación de la síntesis de proteínas, b) Alargamiento de la cadena proteínica y c) Terminación de la traducción.

#### **a) Iniciación**

La traducción se inicia cuando el RNAm y el RNAt se ligan a un ribosoma exponiendo su primer codón (codón iniciador) que habitualmente es (5') – AUG -- (3') del RNAm, el cual se aparea de una forma antiparalela con el anticodón (3') - UAC – (5') del RNAt de metionina. La unidad ribosómica grande se adhiere entonces a la subunidad pequeña y al RNAt de metionina, de tal modo que el RNAm queda emparedado entre las dos subunidades ribosómicas, el RNAt de metionina es el primer sitio de unión de RNAt de la subunidad grande. La combinación de la subunidad ribosómica pequeña, del RNAm y el RNAt iniciador se conoce como el *complejo de iniciación*. El ribosoma está ahora totalmente ensamblado y listo para el alargamiento.

#### **b) Alargamiento**

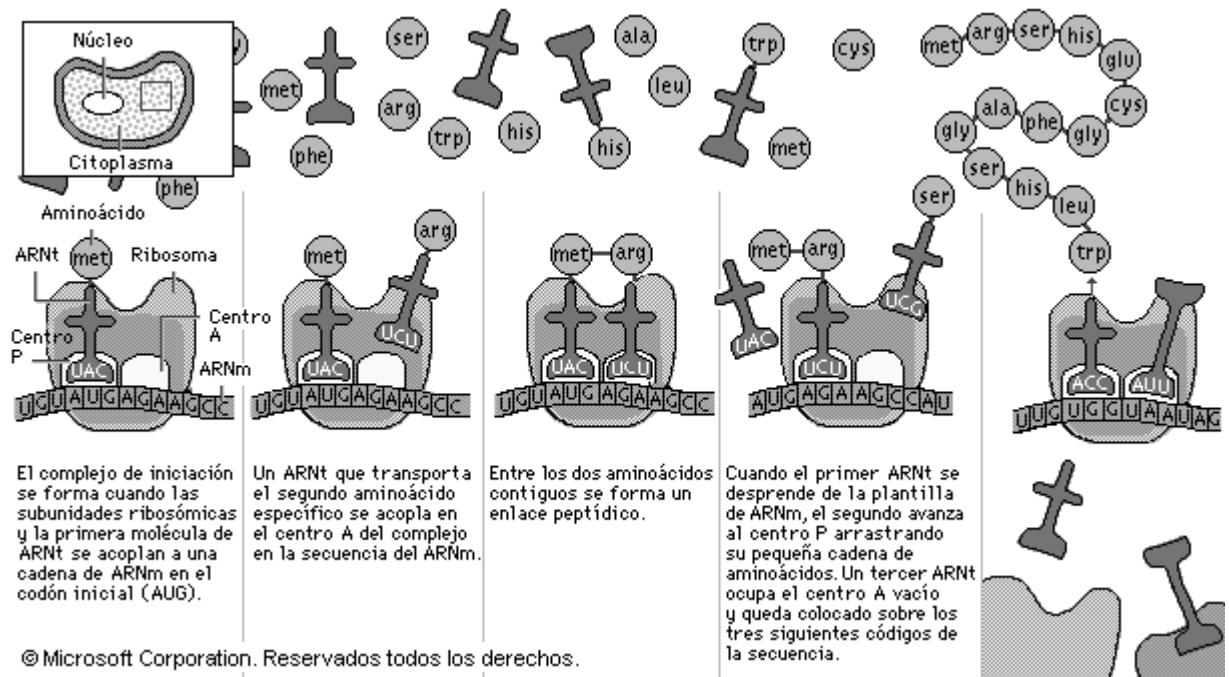
El ribosoma ensamblado abarca alrededor de 30 nucleótidos del RNAm y mantiene dos codones de RNAm alineados con los dos sitios de unión (el sitio A (aminoacil) y el sitio P (peptídico)) del RNAt de la subunidad grande.

Al comienzo de la etapa de alargamiento, el segundo codón del RNAm se coloca en posición opuesta al sitio A de la subunidad grande. Un RNAt con un anticodón complementario al segundo codón de RNAm se enchufa en la molécula de RNAm, y con su aminoácido que ocupa el sitio A del ribosoma. Cuando tanto los sitios A como P están ocupados, una enzima, la peptidil transferasa, que es parte de la subunidad más grande del ribosoma, forja un enlace peptídico entre los aminoácidos, acoplado el primer aminoácido (Met.) al segundo. El primer RNAt se libera. El ribosoma se mueve un codón a lo largo de la cadena de RNAm, en consecuencia, el segundo RNAt, al cual se encuentran acoplados la Met y el segundo aminoácido se transfiere de la posición A a la posición P. Un tercer RNAt – aminoácido se mueve a la posición A opuesta al tercer codón del RNAm, y se repite el paso.

La posición P acepta al RNAt que carga con la cadena polipeptídica creciente, la posición A acepta al RNAt que soporta al nuevo aminoácido que será añadido a la cadena. A medida que el ribosoma se mueve a lo largo de la cadena de RNAm, la porción iniciadora de la molécula del RNAm es liberada y otro ribosoma puede formar con ella un complejo de iniciación. Un grupo de ribosomas que leen la misma molécula de RNAm se conoce como *polisoma*

**c) Terminación**

Hacia el final de la secuencia de codificación de la molécula del RNAm, hay un codón que sirve como señal de *terminación*. Se conocen tres codones de terminación (UAG, UAA y UGA) o de “alto”, no existe ningún RNAt con anticodones que se “emparejen” con estos codones, de manera que no entra ningún RNAt al sitio A, cuando se presenta un codón de terminación se detiene la traducción, la cadena polipeptídica se desprende y las dos subunidades ribosómicas se separan, por lo tanto la función del ribosoma es enlazar los aminoácidos unos con otros para formar la proteína. Los nombres de los 64 codones del RNA mensajero, mas los nombres de los aminoácidos que cada uno de estos codones codifica, están contenidos en el código genético.





## **CODIGO GENETICO**

El código genético es una información contenida en una secuencia de bases de los ácidos nucleicos que es traducida en los aminoácidos, este código es igual en todos los seres vivos. La traducción entre ambos lenguajes se hace mediante una interpretación de la información contenida en el RNAm, usando grupos de nucleótidos, los cuales se leen de tres en tres. Por ende, combinación de cuatro nucleótidos leídos en grupos de tres, dan 64 posibles combinaciones.

Estas combinaciones se conocen con el nombre de tripletes o codones y a cada uno corresponde la codificación de un aminoácido.

El código genético presenta las siguientes características:

- Es universal y redundante
- Una secuencia de tres bases nitrogenadas (tripletes) permite 64 combinaciones distintas
- Un solo codón de inicio de la traducción, AUG, que codifica para el aminoácido metionina el cual da inicio a la formación de una proteína
- Tres codones de termino de la traducción: UAA, UAG y UG. Los cuales son los que determinan el momento del “alto” en la traducción
- Todos los aminoácidos, con excepción de Triptofano y Metionina, se encuentran codificados por más de un codón
- Un aminoácido está relacionado con varios codones
- Encierra la clave del “idioma” (palabras de código o codones) en el que se halla escrito todo lo que vive en la tierra



**CODIGO GENETICO (Codones de RNAm)  
CODONES QUE ESPECIFICAN A LOS DIFERENTES AMINOÁCIDOS**

1ª base (1ª Posición)	2ª base (2ª. Posición)				3ª. base (3ª. Posición)
	U	C	A	G	
<b>U</b>	Fenilalanina (Fen) UUU	Serina (Ser) UCU	Tirosina (Tir) UAU	Cisteína (Cis) UGU	U
	Fenilalanina UUC	Serina UCC	Tirosina UAC	Cisteína UGC	C
	Leucina (Leu) UUA	Serina UCA	ALTO (codón de terminación) UAA	ALTO (codón de terminación) UGA	A
	Leucina UUG	Serina UCG	ALTO (codón de terminación) UAG	Triptofano (Trip) UGG	G
<b>C</b>	Leucina CUU	Prolina (Pro) CCU	Histidina (His) CAU	Arginina (Arg) CGU	U
	Leucina CUC	Prolina CCC	Histidina CAC	Arginina CGC	C
	Leucina CUA	Prolina CCA	Glutamina (Glu) CAA	Arginina CGA	A
	Leucina CUG	Prolina CCG	Glutamina CAG	Arginina CGG	G
<b>A</b>	Isoleucina (Ileu) AUU	Treonina (Treo) ACU	Asparagina (Asn) AAU	Serina AGU	U
	Isoleucina AUC	Treonina ACC	Asparagina AAC	Serina AGC	C
	Isoleucina AUA	Treonina ACA	Lisina (Lis) AAA	Arginina AGA	A
	INICIO ó Metionina (Met) AUG	Treonina ACG	Lisina AAG	Arginina AGG	G
<b>G</b>	Valina (Val) GUU	Alanina GCU	Ácido aspártico (Asp) GAU	Glicina (Gli) GGU	U
	Valina GUC	Alanina GCC	Ácido aspártico GAC	Glicina GGC	C
	Valina GUA	Alanina GCA	Ácido glutámico (Glu) GAA	Glicina GGA	A
	Valina GUG	Alanina GCG	Ácido glutámico GAG	Glicina GGG	G



**Tabla de codificación desde el DNA hasta el RNA**

Aminoácidos que forman parte de las proteínas de los seres vivos y los correspondientes tripletes que los codifican en el DNA y el RNA		
Aminoácido	Código DNA	Código RNA
Ácido aspártico	CTA, CTG	GAU, GAC
Ácido glutámico	CTT, CTC	GAA, GAG
Alanina	CGA, CGG, CGT, CGC	GCU, GCC, GCA, GCG
Arginina	TCT, TCC, GCA, GCG, GCT, GCC	AGA, AGG, CGU, CGC, CGA, CGG
Asparagina	TTA, TTG	AAU, AAC
Cisteína	ACA, ACG	UGU, UGC
Fenilalanina	AAA, AAG	UUU, UUC
Glicina	CCA, CCG, CCT, CCC	GGU, GGC, GGA, GGG
Glutamina	GTT, GTC	CAA, CAG
Histidina	GTA, GTG	GAU, CAC
Isoleucina	TAA, TAG, TAT	AUU, AUC, AUA
Leucina	ATT, AAC, GAA, GAG, GAT, GAC	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
Lisina	TTT, TTC	AAA, AAG
Metionina	TAC	
Prolina	GGA, GGG, GGT, GGC	CCU, CCC, CCA, CCG
Serina	AGA, AGG, AGT, AGC, TCA, TCG	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
Tirosina	ATA, ATG	UAU, UAC
Treonina	TGA, TGG, TGT, TGC	ACU, ACC, ACA, ACG
Triptófano	ACC	UGG
Valina	CAA, CAG, CAT, CAC	GUU, GUC, GUA, GUG
Tomado: BSCS. Ciencias biológicas. CECSA, México		

**Genes**

Un gen es una partícula de material genético, que determina la herencia de una característica particular o varias de ellas. En términos moleculares puede definirse como la secuencia lineal de nucleótidos considerada como unidad de almacenamiento de información.

Los genes están localizados en los cromosomas en el núcleo celular y se disponen en línea a lo largo de cada uno de ellos. Cada gen ocupa en el cromosoma una posición, o locus. Por esta razón, el término locus se intercambia en muchas ocasiones con el de gen.

Los responsables de que heredemos ciertas características de los padres son los genes dominantes o los genes recesivos. Un gen dominante es el que se





manifiesta cuando esta presente en condición homocigótica (AA) o heterocigótica (Aa), mientras que el gen recesivo sólo se manifiesta en condición homocigótica (aa).

### Cromosomas

Los cromosomas son cuerpos largos filiformes que durante la división celular, se contraen haciéndose más gruesos y cortos, en los que se puede distinguir un centrómero y uno o dos brazos cromosómicos (fig.1).

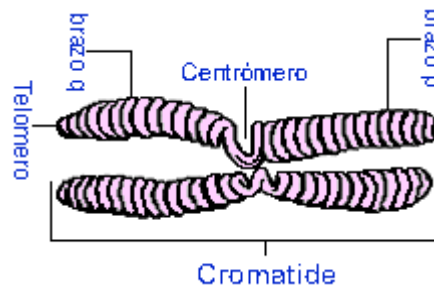


Fig. 1 Cromosoma

Dependiendo del centrómero los cromosomas se clasifican en:

1. Metacéntrico, cuando los dos brazos tienen casi la misma longitud (i. e., el centrómero está en la mitad del cromosoma) (Fig 2).
2. Submetacéntrico, cuando los brazos tienen una longitud ligeramente desigual (i.e., el centrómero está un poco arriba de la parte media del cromosoma) (Fig. 2).
3. Acrocéntrico, cuando los dos brazos tienen una longitud significativamente diferente (i.e., el centrómero está más cerca de un extremo del cromosoma que del otro extremo) (Fig. 2).
4. Telocéntrico, cuando hay sólo un brazo claramente distinguible (i. e., el centrómero está en el extremo del cromosoma) (Fig. 2).

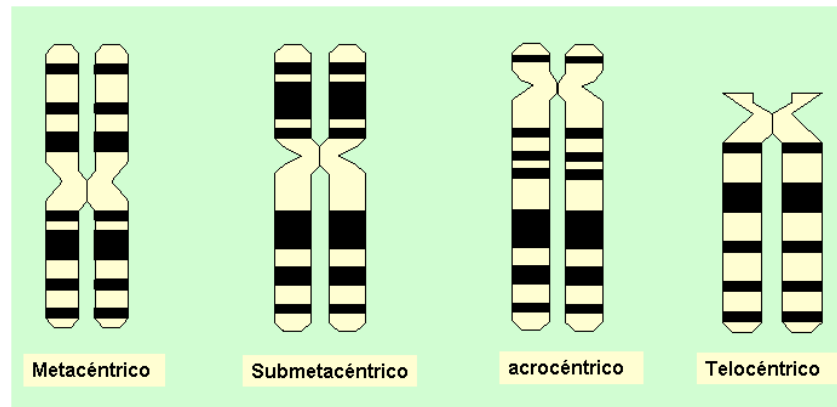
**Clases de cromosomas por la posición del centrómero:**

Fig.2

**Partes estructurales del cromosoma (fig. 3)**

Las cromátidas son estructuras idénticas en morfología e información ya que contienen cada una molécula de ADN. Las cromátidas están unidas por el centrómero. Morfológicamente se puede decir que el cromosoma es el conjunto de dos cromátidas y genéticamente cada cromátida tiene el valor de un cromosoma. Estructuralmente, cada cromátida está constituida por un esqueleto proteico situado en el interior, alrededor del cual se disponen muy apilados el ADN y las proteínas que forman el cromosoma.

El centrómero. Es la región que se fija al huso acromático durante la mitosis. Se encuentra en un estrechamiento llamada constricción primaria, que divide a cada cromátida del cromosoma en dos brazos. En el centrómero se encuentran los cinetocoros: zonas discoidales situadas a ambos lados del centrómero que durante la división celular tienen como función hacer que los microtúbulos del huso se unan a los cromosomas. Los cinetocoros son también centros organizadores de microtúbulos, igual que los centriolos o el centrosoma de las células vegetales.

Los telómeros. Al extremo de cada brazo del cromosoma se le denominan telómero. El ADN de los telómeros no se transcribe y en cada proceso de división celular se acorta. Cuando los telómeros desaparecen el cromosoma sigue acortándose y la célula pierde información genética útil y degenera. Los telómeros serían, por lo tanto, una suerte de "reloj celular" que determinaría el número de ciclos celulares que puede tener una célula. En las células cancerosas, una enzima, la telomerasa, regenera los telómeros; esta es la razón, al parecer, de que estas células puedan dividirse indefinidamente.

El organizador nucleolar. En algunos cromosomas se encuentra la región del organizador nucleolar (NOR). En ella se sitúan los genes que se transcriben como

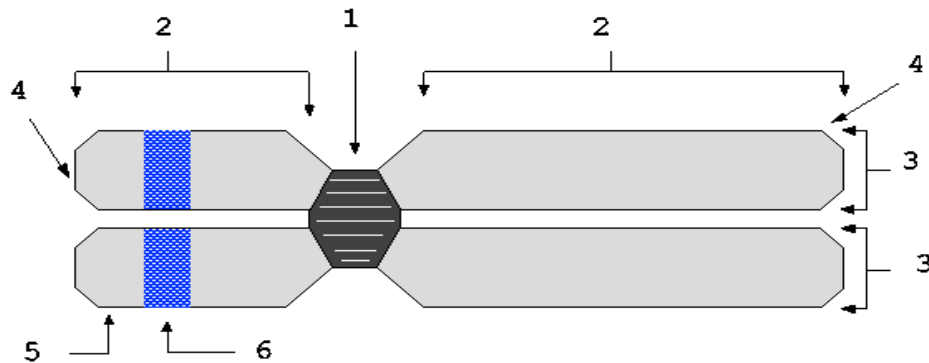


ARNr, con lo que se promueve la formación del nucléolo y de los ribosomas. Esta zona no se espiraliza tanto y por eso se ve más clara.

El satélite (SAT). Es el segmento del cromosoma entre el organizador nuclear y el telómero correspondiente. Sólo poseen satélite aquellos cromosomas

#### ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DEL CROMOSOMA

1) Centrómero; 2) brazos; 3) cromátidas; 4) telómeros; 5) satélite;  
6) NOR, zona del organizador nucleolar.



que tienen NOR.

Fig. 3

#### CARACTERÍSTICAS CONSTANTES DE LOS CARIOTIPOS

1) El número de cromosomas es fijo para cada especie animal o vegetal (Ley de la constancia de los cromosomas). Así, por ejemplo, las células humanas tienen 46 cromosomas, 48 las del chimpancé, 12 las de la mosca común, 2 las de la lombriz intestinal del caballo, etc. El número de cromosomas oscila en los seres vivos entre 2 y varios cientos. Es de destacar que este número no está en relación con la mayor o menor complejidad evolutiva del organismo.

2) El número de cromosomas de las células somáticas (no reproductoras) de la mayoría de los animales, plantas y hongos es siempre par, excepto si se tienen anomalías en el número de cromosomas, ya que cada célula somática dispone de dos juegos de cromosomas y cada cromosoma de una serie tiene su homólogo en la otra. En los ideogramas los cromosomas se agrupan por parejas de homólogos. Los cromosomas homólogos provienen cada uno de un progenitor. Es por esto que contienen información para los mismos caracteres pero no necesariamente la misma información, pues uno de los progenitores ha podido aportar un gen para un carácter y el otro progenitor otro gen diferente.

3) El número de cromosomas de cada serie recibe el nombre de número haploide o  $n$ , y, como ya se ha dicho, ha sido heredado de uno de los progenitores. En la especie humana  $n=23$  ver fig.5. El número total de cromosomas es el número



diploide o  $2n$ . Así, en la especie humana  $2n=46$ . Siendo  $n$  y  $2n$  las fórmulas cromosómicas haploide y diploide respectivamente.

4) En muchos grupos de seres vivos, por ejemplo en los mamíferos, los cariotipos del macho y de la hembra son diferentes. Así la mujer tiene dos cromosomas X (XX-homogamética) y el hombre tiene un cromosoma X y otro Y (heterogamético-XY). Estos cromosomas que determinan el sexo se llaman, por ser distintos, heterocromosomas. En las aves es al contrario, el macho es homogamético (ZZ) y la hembra heterogamética (ZW). El resto de los cromosomas que no determinan el sexo son los autosomas

Al conjuntar los conceptos de gen y cromosoma veremos que están íntimamente ligados ya que un cromosoma es una diminuta estructura filiforme formada por ácidos nucleicos y proteínas presente en todas las células eucariontes. El cromosoma contiene el ácido nucleico, ADN, que se divide en pequeñas unidades llamadas genes. Éstos determinan las características hereditarias de la célula u organismo.

Las células de los individuos de una especie determinada suelen tener un número fijo de cromosomas, que en las plantas y animales superiores se presentan por pares. El ser humano tiene 23 pares de cromosomas (fig 4). En estos organismos, las células reproductoras tienen por lo general sólo la mitad de los cromosomas presentes en las corporales o somáticas. Durante la fecundación, el espermatozoide y el óvulo se unen y reconstruyen en el nuevo organismo la disposición por pares de los cromosomas; la mitad de estos cromosomas procede de un parental y la otra mitad del otro.

No se podría dejar de mencionar que actualmente se sabe que los genes y los cromosomas están directamente ligados en los procesos meiosis y la mitosis, gracias a que en 1902 los investigadores Walter Sutton y Teodor Boveri, independientemente sugirieron que los genes estaban contenidos en los cromosomas, idea que actualmente se conoce como la teoría cromosómica de la herencia. Sus argumentos se basaron en el comportamiento paralelo entre los cromosomas por un lado y los genes por el otro durante la meiosis y la fecundación. La existencia de dos alelos par, para un carácter dado, uno heredado de cada progenitor, está en correlación con la existencia de dos cromosomas, también derivados cada uno de un progenitor. Los dos alelos para un carácter se segregan en la formación de los gametos porque los dos cromosomas de cada par pasan a gametos diferentes durante la meiosis.

### **Cariotipo**

El cariotipo es el conjunto de características que permiten reconocer la dotación cromosómica de una célula. Es propio de cada especie y se identifica por el número de cromosomas y por el tamaño y forma de éstos. No existe relación entre el cariotipo de una especie y su complejidad anatómica y fisiológica.

Para su reconocimiento son importantes ciertas características, como la posición del centrómero y la presencia de satélites, entre otras. Los pares de cromosomas iguales, denominados homólogos, se ordenan por tamaños decrecientes. Si tienen el mismo tamaño se atiende a la posición del centrómero. Así, los 23 pares de cromosomas en el cariotipo humano se han reunido en siete grupos ver figura 5.

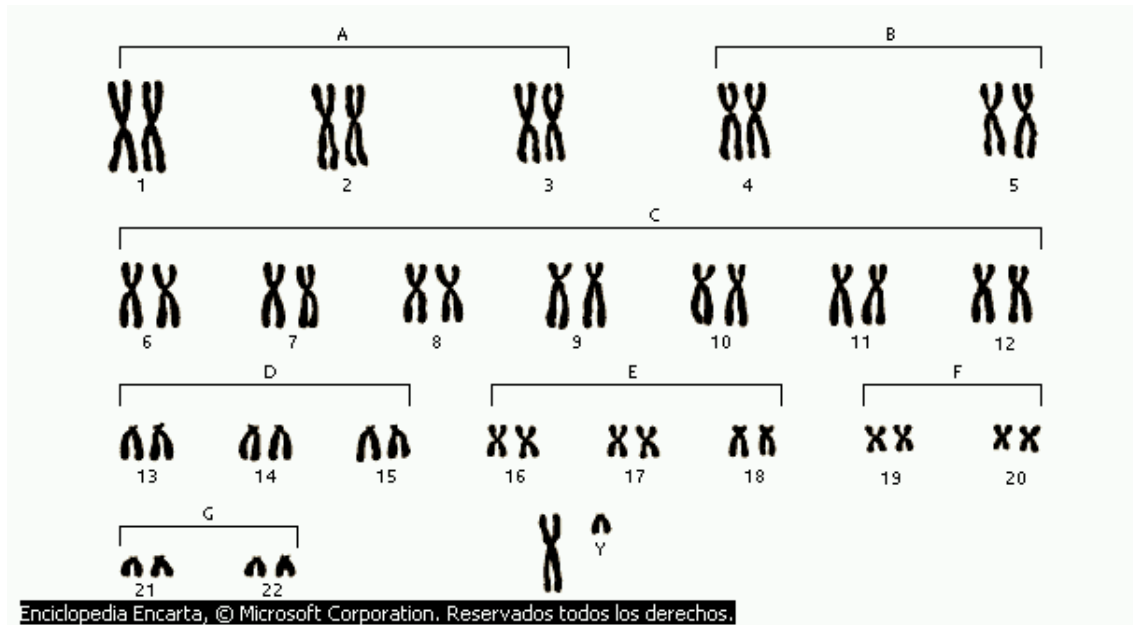


Fig.4

Para que la identificación del cariotipo sea más ajustada se realizan técnicas de tinción diferencial que delimitan regiones específicas en cada par de cromosomas. Esta técnica se llama bandeo cromosómico. Actualmente se pueden detectar a través de estudios del cariotipo con una sola toma de sangre medula ósea o líquido amniótico y con ello saber si hay algún tipo de síndrome genético. Por ejemplo el cariotipo del síndrome de Klinefelters presenta tres cromosomas sexuales un solo cromosoma Y y dos XX

Desde el año de 1960 en una reunión de genetista en Denver Colorado, se acordó organizar a los cromosomas en 7 grupos: A, B, C, D, E, F y G que se forman tomando en cuenta tamaño y posición del centrómero, ésta representación esquemática de los cromosomas recibe el nombre de idiograma y es necesario como guía para ordenar un cariotipo.

Los autosomas se ordenan con arreglo a su longitud decreciente del 1 al 22 y se reúnen en 7 grupos que se designan con letras mayúsculas de la A a la G, que corresponden a cada uno de los siguientes pares homólogos.



**Autosomas**

Grupo	No. de cromosomas
A	1 – 3
B	4 – 5
C	6 – 12
D	13 – 15
E	16 – 18
F	19 – 20
G	21 – 22

Cromosomas sexuales o gonosomas:

Sexo femenino X X.

Sexo masculino X Y.

**DESCRIPCIÓN DEL CARIOTIPO HUMANO.**

GRUPO	PARES
A	1 – 3 Son los cromosomas más grandes del complemento, los pares 1 y 3 son metacéntricos y el par 2 submetacéntrico.
B	4 – 5 Son cromosomas submetacéntricos grandes, no es fácil diferenciarlos.
C	6 – 12 Integrado por 6 pares de cromosomas submetacéntricos. También son difíciles de diferenciar. <b>El cromosoma X</b> pertenece por su tamaño y forma a este grupo.
D	13 – 15 Son cromosomas de tamaño mediano y acrocéntricos, el par 13 muestra un satélite grande en los brazos cortos, el par 14 también posee un satélite pero más pequeño.
E	16 – 18 Este grupo está constituido por cromosomas pequeños de los cuales, los pares 17 y 18 son submetacéntricos y el 16 es casi metacéntrico.
F	19 – 20 Son cromosomas muy pequeños con centrómero casi en la parte media.
G	21 – 22 Grupo integrado por cromosomas acrocéntricos cortos, el par 21 tiene un satélite en el brazo corto. <b>El cromosoma Y</b> es parecido a estos, pero presenta los brazos en una posición horizontal a diferencia de los del grupo G que los muestra ligeramente oblicuos.

**LEYES DE MENDEL (1ª y 2ª)**

En los seres vivos, los investigadores han encontrado que miles de características son hereditarias, es decir que se transmiten de padres a hijos. En



los seres humanos, el color de los ojos, el color del pelo, las formas de la cara y del cuerpo se pueden transmitir de padres a hijos. En la orilla del mar cuando nacen cientos de tortuguitas golfinas puedes observar que se parecen mucho a sus padres, y observamos también que de un rosal nacen otros rosales con las mismas características. A la transmisión de características hereditarias se le conoce como el estudio de la **herencia biológica**.

**La genética** es la rama de la biología que se encarga del estudio de la herencia biológica. Hoy en día el estudio de la genética es una de las áreas más activas del mundo científico.

Las bases de la genética moderna las sentó el monje austriaco, Johan Gregor Mendel (1822-1884) fue un monje agustino que trabajaba en el monasterio de Brun, Austria (hoy perteneciente a Checoslovaquia). Desde 1856, inicio sus investigaciones en torno a la transmisión de las características hereditarias. Realizó una larga serie de experimentos durante diez años y lo condujeron a descubrir hechos muy interesantes que quedaron olvidados por más de 30 años.

Fue hasta principios del siglo XX, cuando los investigadores Currens, De Vries y Von Tschermak, quienes también se preocupaban por el estudio de la herencia, llegaron independientemente a las mismas conclusiones, al revisar los antecedentes sobre el tema encontraron los trabajos de Mendel, quedándose maravillados al descubrir tales descubrimientos y dieron a estos y su descubridor el valor y reconocimiento que merecía como el **Padre de la genética**.

## EXPERIMENTOS DE MENDEL

Al planear su investigación, lo primero que pensó Mendel fue en seleccionar la planta adecuada. Se decidió por el chícharo o arveja de jardín (*Pisum sativum*)

Pero, ¿Por qué Mendel escogió plantas de chícharo para realizar sus experimentos y no otros organismos? Según investigaciones estas son las razones:

- Son plantas fuertes y resistentes, fáciles de cultivar.
- Se pueden obtener varias generaciones en poco tiempo.
- Poseen muchos pares de caracteres contrastantes, enlistadas en el cuadro.
- Las flores se auto polinizan, lo cual permite obtener líneas puras.
- Las flores se pueden polinizar artificialmente por el investigador para mantener un control del experimento.
- Se pueden evitar fecundaciones cruzadas producidas por insectos que pudieran alterar los resultados del experimento.
- Las semillas de chícharo obtenidos se pueden utilizar para preparar ricos guisos, y así no desperdiciarlas.



- También tomó en cuenta el color de las flores moradas o púrpuras dominantes, y blancas recesivas.

Características	Semillas			Vainas		Flor		Tallo
	Forma	Color	Color de cubierta	Forma	Color	Posición	Color	Longitud
Dominantes	Redonda o Lisa	Amarilla	Gris o con color	Lisa o Inflada	Verde	Axial o Axilar	Purpura	Largo
Recesivas	Arrugada	Verde	Blanca o sin color	Arrugada o Constricta	Amarilla	Terminal	Blanca	Corto

### Primera ley de Mendel

“La ley de la segregación” ó Primera ley de Mendel

El primer paso en la investigación de Mendel fue obtener siempre plantas de línea pura para una característica, por ejemplo, el color de las flores púrpuras o blancas o plantas altas y enanas. Esto lo logró a través de una serie de repetidas siembras hasta que lograba obtener el “factor” o **gene** como lo llamamos ahora para originar la planta requerida. Con estas plantas de línea pura Mendel realizó sus posteriores experimentos.

Los primeros experimentos de Mendel se llaman cruces **monohíbridos**, porque ambos padres difieren en una sola característica: la altura. Mendel observó que cuando se fecundaban las flores de una línea alta de chicharos con su propio polen, toda la descendencia de plantas era alta, y lo mismo sucedía con plantas de guisante enanas. Para Mendel las condiciones climáticas, suelo y humedad afectaban las características de crecimiento de las plantas hijas, pero la **herencia biológica** representó para él el principal factor limitante en sus experimentos.

En la parte experimental Mendel siempre tomaba en cuenta las generaciones filiales de los cruces entre las plantas estudiadas.

**La primera generación filial o (F1). Resulta del primer cruce parental entre plantas altas de raza pura con carácter dominante por plantas enanas también de raza pura pero de carácter recesivo.**

Para esto, Mendel selecciono una planta alta de 1.80 m de altura que provenía de una población de guisantes, en la cual todos los individuos medían más de 1.80 m de altura. Efectuó una polinización cruzada entre esta planta alta línea pura (**homocigoto dominante**) y una planta enana línea pura (**homocigoto**





**recesiva**), que media menos de 60 cm. de altura y que provenía de una población en la que todos los guisantes eran enanos.

En sus resultados se encontró que de todas las plantas obtenidas eran **fenotípicamente** tan altas como el progenitor alto pero **híbridas o heterocigotas**. ¡Era como si el progenitor enano jamás hubiera existido!. La característica enano había desaparecido en la (F1).

¿Donde había quedado el factor para planta enana? Supuso que este factor había quedado escondido (factor recesivo). A esta primera generación filial la clasificó como híbrida (heterocigota)

**La segunda generación filial o (F2). Resulta del cruce entre híbridos obtenidos de la F1.**

A continuación Mendel seleccionó dos de las plantas híbridas obtenidas de la F1 y dejó que se autofecundaran, quiere decir que se **auto polinizaron**. Para sorpresa de Mendel, la segunda generación (F2) de plantas de guisantes que aparecieron, tres cuartas partes de estas eran altas como las de la primera generación, mientras que una cuarta parte de las plantas eran enanas como la generación parental. ¡La característica enano había aparecido como de la nada! Para ser exactos de un total de 1064 descendientes de la (F2) 787 fueron altos y 277 fueron enanos. Los resultados se podrían, entonces, interpretar en forma de proporción y correspondían a 3:1. A este tipo de cruce entre padres que difieren en una sola característica, en la cual se considera un solo carácter se le llama *cruza monohíbrida*.

¡El factor escondido se manifiesta en la segunda generación!

Representación esquemática del cruce entre chicharos altos y enanos.

P1	Alto	X	Enano	
Gametos Masculinos	TT		tt	Gametos Femeninos
	T		t	
F1		Tt		

#### SIMBOLOGÍA

P1 = Padre o generación parental

T = Alto

t = Enano

F1 = 1ª. Generación de la descendencia de los padres

F2 = 2ª. Generación filial y se forma por la unión entre F1 X F1



Resultado de la F1 = Genotípicamente 100% plantas altas híbridas  
Fenotípicamente todas las plantas altas  
De la cruce de híbridos este es el resultado en la F2.

	Alto	x	Alto	
	Tt		Tt	
	Gametos Masculinos			
	T		t	
Gametos	TT	T t		T
Femeninos	t T	t t		t

Proporción fenotípica es 3:1  
Proporción genotípica es 1:2:1

Resumen:

Fenotipo	Genotipo	Proporción genotípica	Proporción fenotípica
Alto	TT	1	3
	T t	2	
Enano	Tt	1	1

A partir de estos trabajos Mendel propuso ciertos principios básicos, uno de ellos conocidos como el principio de la segregación que establece que de cada progenitor “solo una forma alélica del gen es transmitida a la progenie (descendencia) a través de un gameto”. Por ejemplo, una planta que tenía el factor o (Gen) para semilla alta y un alelo para semilla enana transmite solo uno de estos dos alelos a sus descendientes a través de un gameto.

En aquel entonces Mendel desconocía todo sobre cromosomas y meiosis, puesto que aún no se descubrían. (Ahora sabemos que la base física para este principio es la primera anafase de la meiosis 1- que es cuando los cromosomas homólogos que ya intercambiaron su material genético se segregan o separan entre sí; llevando cada uno la información genética necesaria para formar a un nuevo ser).

Mendel realizó cruces monohíbridos con los ocho pares de características, y en cada caso, encontró que una característica parece desaparecer en la generación F1, pero reaparece en la segunda generación F2 en un cuarto de las plantas.



En estos experimentos Mendel también descubrió que existe “**la regla de la dominancia**” que se caracteriza siempre por la aparición del carácter dominante y la desaparición del carácter recesivo en la F1. Dicho de otra manera, el alelo para plantas enanas es recesivo con respecto al alelo de plantas altas.

**Por lo tanto para la aplicación de la 1ª ley de Mendel quedaría de la siguiente manera:**

1. DE LA CRUZA DE DOS LÍNEAS PURAS, UNA DOMINANTE Y OTRA RECESIVA SE ORIGINARÁ UNA LÍNEA HÍBRIDA.
- 2.- DE LA CRUZA DE LOS HÍBRIDOS SE ORIGINARÁN:
  - Una cuarta parte de línea pura de dominantes.
  - Dos cuartas partes de híbridos.
  - Una cuarta parte de línea pura recesiva.

Para concluir, diremos que esta primera ley encierra tres conceptos:

- a) Los caracteres heredados se controlan por genes, los cuales se presentan siempre en pares.
- b) Uno de los genes puede evitar que el otro se manifieste (dominancia o recesividad).
- c) Los genes que forman un par, se separan al formarse los gametos. Un progenitor solo hereda uno de los genes al descendiente (segregación).

## **SEGUNDA LEY DE MENDEL**

*Ley de la recombinación o segregación independiente.*

Mendel no se conformó con experimentar con un solo tipo de características; también realizó trabajos en los que observó que sucedía al manejar dos pares de genes. A este tipo de cruce se le llama **dihíbridos**, ya que son dos las características analizadas. En el siguiente experimento planeó la cruce de plantas de línea pura para dos características dominantes, con plantas de línea pura para dos características recesivas.

Vamos a desarrollar otro ejemplo, tomando dos características de los chicharos: el color y textura de las semillas. En este experimento utilizó para su cruce, semillas amarillas y lisas dominantes con otras semillas verdes y rugosas de carácter recesivo.

	Dominantes.		Recesivas
Simbología	A semilla amarilla	X	a semilla verde
	R semilla redonda o lisa		r semilla rugosa



Las características de los progenitores de la F1 son:  
 AARR nos indica un individuo puro con las dos características dominantes, semilla amarilla lisa.  
 aarr nos indica un individuo puro con las dos características recesivas: semilla verde rugosa.

Obtención de los gametos que se cruzan: P1 AA RR X aa rr

Gametos AR a r  
 F1 Aa Rr  
 A esto se le llama cruce de dihíbridos.

Como se esperaba todas las semillas resultantes de la F1 resultantes del cruzamiento fueron amarillas y redondas.

Al sembrarse las semillas híbridas obtenidas de la F1 y permitirse la posterior autofecundación de las plantas se obtuvieron cuatro fenotipos F2 y 9 genotipos diferentes en un esquema bien definido.

F1 X F1 Aa Rr X Aa Rr

AR – Ar – aR – ar Esta es la combinación resultante de los alelos en los Gametos masculinos y femeninos. Auxiliándonos del cuadro de Punnett, los gametos se colocan de la siguiente manera.

		Gametos masculinos			
		AR	Ar	aR	Ar
Gametos femeninos	AR	AARR	AARr	AaRR	Aa Rr
	Ar	AARr	AArr	Aa Rr	Aarr
	aR	AaRR	Aa Rr	aaRR	aaRr
	ar	AaRr	Aarr	aaRr	aarr

De un total de 556 semillas se obtuvo la distribución: 315 semillas amarillas lisas; 108 redondas verdes; 101 rugosas amarillas; y 32 rugosas verdes.

Al reducirse los términos a su mínima expresión, estos resultados se adaptaron a una proporción cercana a 9:3:3:1. Que es igual al producto de las proporciones de los dos monohíbridos 3:1 o 3+1 fue igual a la del dihíbrido 9:3:3:1 ó 9 + 3 + 3 + 1- según la ley de la probabilidad que establece: la probabilidad de que dos o más eventos independientes ocurran juntos es el producto de sus probabilidades separadas.



Así los genes que se han segregado durante la meiosis para formar los gametos  $n$  se unen al azar durante la fecundación, de tal manera que es posible variar combinaciones génicas  $2n$  en la progenie.

La segunda ley de Mendel establece que los genes para características diferentes, por ejemplo, la forma y el color de las semillas, se heredan de manera independiente entre sí. Esta conclusión se conoce como la ley de la segregación y recombinación independiente.

Resumen:

Fenotipo	Genotipo	Frecuencia genotípica	Relación fenotípica
Amarillo redondo	AARR	1	9
	AARr	2	
	AaRR	2	
	Aa Rr	4	
Amarillo rugoso	AArr	1	3
	Aarr	2	
Verde redondo	aaRR	1	3
	aaRr	2	
Verde rugoso	Aarr	1	1

### Enunciado de la LEY DE LA SEGREGACION INDEPENDIENTE ó SEGUNDA LEY

**“Cuando dos o más pares de factores hereditarios actúan de manera simultánea, la distribución de un par de genes se da de manera independiente de la del otro par”.**

“LA HERENCIA DE UN CARACTER ES INDEPENDIENTE DE LA HERENCIA DE OTRO CARACTER”.

Mendel también anotó lo siguiente:

- La mayoría de las plantas presentan características dominantes.
- Las plantas con un carácter dominante, como las flores púrpuras; y uno recesivo, como los tallos cortos, se encuentran en la misma proporción que aquellos en que el carácter recesivo es el color de las flores blancas y el dominante el tamaño alto de los tallos.

Con este experimento, Mendel comprobó la herencia independiente de ciertas características y nuevamente la dominancia y la recesividad. Pero, posteriormente sucedió lo inesperado: una plaga de escarabajos destruyó su



jardín. Esto aunado a que le asignaron a un puesto administrativo en el convento, determinó que dejara la investigación científica.

Cuando una planta de guisantes con el genotipo **AaRr** produce gametos, los alelos **A** y **a** se separan uno del otro **Ley de la segregación**, así como lo hacen los alelos **R** y **r** la **ley de la segregación independiente**, y viceversa, estos alelos pueden también recombinarse de cuatro maneras diferentes. Hoy en día este principio es cierto, únicamente si los genes están localizados en cromosomas diferentes o dentro de un mismo cromosoma, pero muy alejados entre sí.

Más tarde otros investigadores descubrieron características que no se heredan en forma independiente. A este tipo de herencia se le llama ligada.

#### **Cápsula informativa.**

Sabías que en 1905, Reginald Punnett, biólogo inglés inventó el cuadro de Punnett es un método rápido para encontrar las proporciones esperadas de los posibles genotipos de la descendencia de un cruce. El método se basa en que la fertilización al igual que la ley de la segregación de Mendel ocurre al azar. Si conoces el genotipo de los padres puedes usar un cuadro de Punnett para predecir los posibles genotipos de la descendencia.

#### **La dominancia incompleta.**

En las plantas de guisantes híbridas de Mendel, un alelo era claramente dominante sobre el otro. Hoy en día se conocen situaciones en las que dos alelos afectan los fenotipos de los organismos híbridos. A los híbridos que tienen un fenotipo intermedio entre las características contrastadas de sus padres se les llama dominancia incompleta. Existe dominancia incompleta las flores de la siciliana. La flor roja no es dominante sobre la flor blanca, y a su vez el blanco no es dominante al color rojo.

En un cruce entre una siciliana roja pura con una siciliana blanca pura, resultan en la F1- flores de color de rosa, pero la generación F2 tendrá flores rojas, rosas y blancas en una proporción fenotípica y genotípica 1:2:1.

#### **Cruces de prueba.**

Mendel realizó cruces de prueba con organismos que tenían un genotipo incierto. Un cruce entre un organismo que muestra fenotipo dominante pero genotipo incierto, y un ser vivo que es homocigoto recesivo, se llama cruce de prueba. Hoy en día el cruce de prueba se utiliza para saber el genotipo de ciertos animales, por ejemplo: en el conejillo de indias el color negro del pelo es dominante sobre el color blanco de pelo. Sin embargo un conejillo de indias puede ser homocigoto dominante **BB** para esa característica o heterocigoto **Bb** para esa característica. ¿Cómo saber la diferencia?

El método de cuadrado de Punnett puede usarse para resolver problemas de genética.



Estudia los siguientes ejemplos de problemas.

1.- En los ratones el pelaje negro es dominante sobre el pelaje blanco. Un macho de pelaje blanco se cruza con una hembra heterocigoto de pelaje negro ¿Qué razones genotípicas y fenotípicas resultaran de este cruce?

Solución:

a. escribe los genotipos de los animales a cruzarse

$bb$  x  $Bb$

**Genotipo del macho**

**Genotipo de la hembra.**

b. usa estos genotipos para completar un cuadro de Punnett.

		Gametos machos	
		b	b
Gametos hembra	B	Bb	Bb
	B	Bb	Bb

c. resume las razones genotípicas y fenotípicas

d. Razón genotípica = un medio Bb y un medio bb

Razón fenotípica = un medio pelaje negro y un medio pelaje blanco

Siguiendo el ejemplo de arriba resuelve los siguientes problemas.

2.- ¿Cuál será el genotipo desconocido de las siguientes cruza?

a) Coneja blanca con genotipo bb con conejo negro, la progenie nace toda de color negro. Resultado:

3.- ¿Cuáles serán los genotipos de estas plantas de guisante que presentan las siguientes características fenotípicas?

b) Planta de guisante con semillas amarillas que al cruzarse con otra planta con semillas de color verde producen una descendencia de plantas de guisante todas con semillas de color amarillo



## HERENCIA NO MENDELIANA

En este tema se presentan cuatro tipos de herencia no mendeliana los cuales no siguen los patrones de dominancia y recesividad propuestos por Mendel

1. **Codominancia o dominancia incompleta** aparición de un tercer fenotipo. Es un patrón de herencia en el que ninguno de los dos genes para una característica es del todo dominante o recesivo, sino que ambos se expresan, en cierto grado en los organismos heterocigotos. Ejemplo: para simbolizar los genes codominantes se usan letras mayúsculas que se pueden distinguir con superíndices. Por ejemplo la simbología para el color de las flores maravilla es:

$\begin{matrix} R & R \\ C & C \end{matrix}$  = color rojo     
 $\begin{matrix} B & B \\ C & C \end{matrix}$  = color blanco     
 $\begin{matrix} R & B \\ C & C \end{matrix}$  = color rosa

La cruce entre dos flores, una roja y una blanca se expresa así:

	Flores rojas			Flores blancas	
	R	R		B	B
Generación P	C	C	X	C	C
				R	B
	Resultados en F1 = Genotipo 100%			C	C
	Fenotipo 100%			Todas rosas	

¿Qué se obtendrá en la F2 al cruzar dos plantas de flores rosas?

	R	B		R	B				
	C	C		C	C				
Generación P	Flores rosas		X	flores rosas					
				Gametos masculinos					
				CR	CB				
	Gametos femeninos								
	CR	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">CR CR</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">CB CR</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">CB CR</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">CB CB</td> </tr> </table>		CR CR	CB CR	CB CR	CB CB		
CR CR	CB CR								
CB CR	CB CB								
	CB								

Resultados de la F2:

- 25% flores rojas
- 50% flores rosas
- 25% flores blancas





**2.- Alelos múltiples.** En las células diploides de los organismos existen dos juegos de cromosomas, uno es de origen materno y el otro de origen paterno. A cada par de cromosomas se les denomina homólogos. Y los alelos son genes que se encuentran en el mismo sitio de cromosomas homólogos. Pero existen muchos casos en que existen más de dos posibles alelos para una característica particular en una población, estos casos se explican por **la herencia de alelos múltiples.**

Ejemplo de alelos múltiples es el color que presenta la piel de los conejos. El gen C causa piel de un solo color, el recesivo homocigótico cc origina el color albino, el gen cb cb origina el tipo himalaya, en donde el color del cuerpo es blanco pero las puntas de las oreja, la nariz, la cola y las patas están coloreadas. El gen c<sup>cb</sup> homocigótico produce el color tipo chinchilla, en donde todo el cuerpo es gris claro

Un ejemplo clásico de alelos múltiples lo observamos al estudiar la herencia de los grupos sanguíneos en el hombre. Aunque un individuo tiene solo dos alelos (uno de cada progenitor) que determina su tipo de sangre. En la población humana existen tres alelos simbolizados como I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>, o i que controlan dicha característica. Las células sanguíneas llamadas eritrocitos, tienen en su membrana una determinada proteína, una de ellas se denomina A y la otra B, pero puede suceder que esté ausente llamada Cero.

En el ser humano de acuerdo al genotipo heredado (alelos dominantes A, B, AB, recesivos i) por los padres, existen cuatro tipos de sangre.

Tipo de sangre	Genotipos
A	1 <sup>A</sup> , 1 <sup>A</sup> (Homocigoto) 1 <sup>A</sup> , i (Heterocigoto)
B	1 <sup>B</sup> , 1 <sup>B</sup> (Homocigoto) 1 <sup>B</sup> , i (Heterocigoto)
AB	1 <sup>A</sup> , 1 <sup>B</sup> (Heterocigoto-codominante)
O	i, i (Homocigoto recesivo)

El tipo O se conoce como donador universal

	A
	B
O	AB
	O
Donador	Receptores

El tipo AB es el receptor universal

A  
B



AB            AB  
O  
Donadores    Receptor

**3.- Herencia poligénica ó multifactorial.** En el humano existen muchos caracteres como la estatura, el color de la piel, los ojos, y la inteligencia. Estos caracteres tienden a mostrar una variación cuantitativa en una población y son controlados por la herencia poligénica en la que intervienen muchos pares de genes dominantes o recesivos. La acción de varios genes determina un fenotipo.

En el hombre la piel morena y los ojos oscuros, resultan de la acción de varios genes dominantes. Pero la piel blanca y los ojos de color claro, resultan por la acción de varios genes recesivos. Por ejemplos el genotipos y fenotipos para el color de ojos en el hombre se pueden obtener en una descendencia de padres que tienen un genotipo híbrido para ojos castaños: AaBb óvulos X AaBb espermatozoides. Podrían tener hijos con cinco colores de ojos.

Genotipos	frecuencia Genotípica	fenotipo de ojos
AABB	1/16	oscuros casi negro
AABb	2/16	oscuro
AAbb	1/16	castaño claro
Aa BB	2/16	oscuro
AaBb	4/16	castaño claro
Aabb	2/16	azul oscuro
AaBB	1/16	castaño claro
AaBb	2/16	azul oscuro
Aabb	1/16	azul claro

**4.- Pleiotropía.** Se define a la pleiotropía como la capacidad de un gen para afectar a varias características fenotípicas diferentes. Pleiotropía = pedigrí de causas

Un buen ejemplo es el gen SRY, descubierto en 1990 en el cromosoma Y. El término SRY, significa región determinante del sexo del cromosoma Y. codifica una proteína que activa otros genes; estos genes a su vez, codifican proteínas que activan el desarrollo masculino en el embrión. Por la influencia de los genes activados por la proteína SRY.

Los órganos sexuales se desarrollan como testículos. Los testículos a su vez, secretan hormonas sexuales que estimulan el desarrollo de estructuras reproductoras tanto internas como externas, como, por ejemplo: el epidídimo, las vesículas seminales, la próstata, el pene y el escroto. Como podemos ver un gen puede influir en muchas estructuras corporales.



Con gran frecuencia también en el pleiotropismo, la acción bioquímica molecular fundamental del gen permanece constante, pero su efecto se expresa de modo diferente en los distintos órganos para producir un conjunto de síntomas, por ejemplo:

- La fenilcetonuria, enfermedad heredada por un par de genes. Presente en individuos homocigotos recesivos, que tienen la incapacidad de convertir la Fenilalanina en Tirosina por ausencia de una enzima. La acumulación de fenilalanina afecta el coeficiente intelectual, el tamaño de la cabeza y el color del pelo del individuo que padece la enfermedad. Las personas heterocigotas no tienen problemas ante este hecho.

- La anemia falciforme, enfermedad que se produce en individuos homocigotos recesivos, los heterocigotos son portadores pero no presentan la enfermedad. Los efectos que se presentan por este fenotipo son: eritrocitos en forma de hoz o media luna; las moléculas de hemoglobina tienen el aminoácido valina en lugar de ácido glutámico; la hemoglobina es menos saludable y tiende a formar cristales que dividen el glóbulo rojo; además, los eritrocitos son más frágiles que los normales. La anemia se produce porque las células falciformes taponan los vasos sanguíneos pequeños, lo cual ocasiona que los tejidos sufran daños y se vean privados de oxígeno y nutrimentos. Se ha encontrado que los individuos heterocigotos no padecen la anemia, pero dado que producen hemoglobina normal y anormal, pueden mostrar algunos síntomas si se reduce la disponibilidad de oxígeno.

- El gen para el color blanco del pelaje de los gatos tiene efecto sobre el color de los ojos tornándolos azules, además de que los convierte en sordos. También hay gatos de pelo blanco, un ojo azul y otro amarillo anaranjado, los que son sordos pero sólo del lado del ojo azul.

- En las ratas hay una mutación en un solo gen que causa un gran número de deformaciones congénitas como las costillas engrosadas, estrechamiento de la tráquea, obstrucción de las vías nasales, hocico redondo, pérdida de elasticidad de los pulmones, engrosamiento del músculo cardíaco, etc.

En los humanos se presenta el síndrome de Marfan que consiste en la alteración de la proteína que tiene que ver con la unión y sostén de las células del cuerpo, produciendo un desarrollo anormal de los ojos, las articulaciones, los vasos sanguíneos y las válvulas cardíacas. Las personas con este síndrome son altas, muy delgadas, tienen una vista pobre, antebrazos y dedos desproporcionados y mueren por la ruptura de los vasos sanguíneos.



INVESTIGACIONES GENETICAS POSMENDELIANAS	
Investigación	Principios actuales
Teoría cromosómica	W. S. Sutton y Boveri demostraron que los genes corresponden a los “factores” de Mendel y que se encuentran formados por cromosomas
Genes ligados	Algunas características hereditarias dependen de la acción de tres o más pares de genes alelos “encadenados”, que tienden a moverse juntos (Baur, Correns, Bateson y otros)
Heterometría	En otras ocasiones, los caracteres hereditarios dependen de la acción de varios pares de genes diferentes que se encuentran en distintos loci de los cromosomas, los que determinan el mismo carácter, como sucede en el color del plumaje en algunas gallinas o en la coloración de ciertas razas de <i>Drosophila</i>
Interacción genética	Ciertas características hereditarias son el resultado de la acción conjunta o interacción de varios genes (como las experiencias de Bateson en las crestas de gallinas)
Poligenes o herencia cuantitativa	Dos o más pares de genes que actúan sobre un mismo carácter en forma acumulativa, por ejemplo en el color de los ojos y de la piel del hombre
Alelos codominantes	Es la expresión de los genes alelos (por ejemplo, los alelos de tipos sanguíneos A y B (homocigóticos puros) pueden manifestarse como AB
Genes complementarios	Cuando la manifestación de un carácter hereditario depende de la presencia simultánea de dos pares de genes que se complementan, como sucede en el color de las flores del chícharo de olor
Pleiotropía	Se presenta cuando un gen influye o determina simultáneamente varios caracteres, como el gen de la mutación de ojos blancos de la <i>Drosophila</i> , en la que también son incoloros los ocelos, tubos de Malpighio y las envolturas testiculares.
Determinismo del sexo	Gracias a Henking, Wilson, Stevens y otros, se sabe que la definición del sexo en el hombre y muchos animales es determinado por el cromosoma sexual que porta el espermatozoide
Herencia ligada al sexo	En sus investigaciones (1910), Thomas Morgan encontró que algunas características (hemofilia, daltonismo y otras características) se heredan por los cromosomas sexuales, X o Y
Descubrimiento del ADN	Watson y Crick descubrieron en 1953 por medio de rayos X la imagen y posteriormente la estructura y duplicación del ADN, lo que marcó un nuevo camino en los estudios biológicos



En 1883, Theodor Boveri, comprobó que los cromosomas están presentes en el núcleo de las células y que contienen a las unidades hereditarias. En 1903 William Sutton encontró semejanzas entre el comportamiento de los cromosomas y el de los factores hereditarios de Mendel. La similitud se atribuyó a que los “factores” propuestos por Mendel:

- a) Actúan por pares y los cromosomas del núcleo se encuentran en pares
- b) Se segregan durante la formación de los gametos, y los cromosomas se separan durante la meiosis
- c) Se segregan de manera independiente y los pares de cromosomas se reparten por separado en las células hijas, al final de la meiosis

Por lo anterior, Sutton y Boveri postularon la Teoría Cromosómica que establece “Que los genes están localizados en los cromosomas”, la cual se basa en los trabajos de Mendel, Sutton y Boveri.

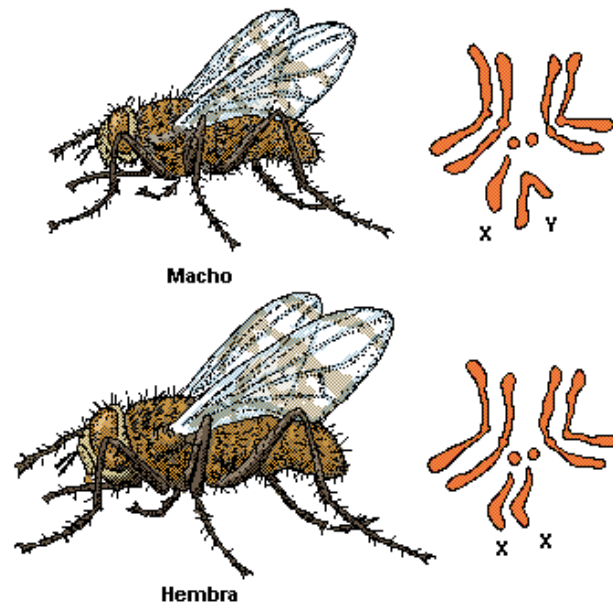
Después de los trabajos de Sutton el investigador Thomas Hunt Morgan, en 1906 desarrollo nuevas hipótesis genética para consolidar la teoría cromosómica de la herencia. Morgan basó sus conclusiones en los experimentos que realizó con la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*, algunas de las razones por las que la *Drosophila* es un insecto excelente para los estudios de genética son:

1. Es fácil de criar en frascos con medios de cultivo y fáciles de preparar además sus necesidades alimenticias son mínimas.
2. Se reproduce fácilmente y produce un gran número de óvulos fértiles
3. El ciclo de vida a temperatura ambiente requiere de 10 a 15 días, en donde las hembras ponen cientos de huevos
4. Tiene muchos tipos de características hereditarias que se pueden observar y estudiar
5. Sus cromosomas de sus glándulas salivales son gigantes
6. Tiene 4 pares de cromosomas fáciles de observar al microscopio.

Morgan examinó los cromosomas de la *Drosophila* y encontró diferencias entre los del macho y la hembra. La hembra tiene: Cuatro pares de cromosomas iguales y el macho tres pares de cromosomas iguales y un par diferente entre si, uno es grande y cilíndrico (X) y el otro pequeño en forma de anzuelo (Y)

Los dos cromosomas que son diferentes en el macho y en la hembra se llaman cromosomas sexuales y son XY ó XX respectivamente.

Los pares que son iguales y que determinan los caracteres no sexuales se denominan autosomas



Morgan trabajo mucho tiempo con la *Drosophila*, que normalmente tiene los ojos de color rojo, pero inesperadamente apareció un macho de ojos blancos y decidió cruzarlo con una hembra normal de ojos rojos, Morgan sabia que de acuerdo a las leyes de Mendel, en la generación F1 todos los descendientes serian de ojos rojos, porque es un carácter dominante, y que en la segunda generación F2 tendría un 75% de moscas de ojos rojos por un 25% de mosca de ojos blancos, lo cual así fue, pero con lo que Morgan no contaba era con que todas las moscas de ojos blancos eran machos, y las hembras de ojos rojos, porque esa característica solo se encuentra en el cromosoma sexual masculino de la *Drosophila*.

Morgan dedujo: si el color de los ojos se determina por un gene localizado en los cromosomas que establecen el sexo, este gene debe estar localizado en el cromosoma X puesto que lo presentan ambos sexos.

	$X^r$	$Y$
$X^R$	$X^R X^r$	$X^R Y$
$r$	$X^R X^r$	$X^R Y$

- $X^R X^r$  = mosca hembra de ojos rojos, pero portadora de ojos blancos
- $X^R X^r$  = mosca hembra de ojos rojos, pero portadora de ojos blancos
- $X^R Y$  = mosca macho de ojos rojos
- $X^R Y$  = mosca macho de ojos rojos



F<sup>1</sup> = Fenotípicamente 100% de ojos rojos

Morgan continúa sus experimentos y ahora cruza Mosca hembra de ojos rojos portadora de ojos blancos con mosca macho de ojos rojos, y obtiene en F<sup>2</sup>:

	X <sup>R</sup>	Y
X <sup>R</sup>	X <sup>R</sup> X <sup>R</sup>	X <sup>R</sup> Y
X <sup>r</sup>	X <sup>R</sup> X <sup>r</sup>	X <sup>r</sup> Y

- X<sup>R</sup>X<sup>R</sup> = mosca hembra de ojos rojos
- X<sup>R</sup>X<sup>r</sup> = mosca hembra de ojos rojos, pero portadora de ojos blancos
- X<sup>R</sup>Y = mosca macho de ojos rojos
- X<sup>r</sup>Y = mosca macho de ojos blancos

Pero Morgan no se dio por vencido y sigue con sus experimentos hasta obtener una hembra de ojos blancos, donde cruza una mosca hembra de ojos rojos portadora de ojos blancos con un macho de ojos blancos donde obtiene:

	X <sup>r</sup>	Y
R	X <sup>R</sup> X <sup>r</sup>	X <sup>R</sup> Y
r	X <sup>r</sup> X <sup>r</sup>	X <sup>r</sup> Y

- X<sup>R</sup>X<sup>r</sup> = mosca hembra de ojos rojos, portadora de ojos blancos.
- X<sup>r</sup>X<sup>r</sup> = mosca hembra de ojos blancos
- X<sup>R</sup>Y = mosca macho de ojos rojos
- X<sup>r</sup>Y = mosca macho de ojos blancos

### IMPORTANCIA DE LA TEORIA CROMOSOMICA

- A) Los genes son las unidades de la herencia que determinan las características específicas de un organismo
- B) Los cromosomas, localizados en el núcleo celular son los portadores de los genes
- C) Las dos leyes de Mendel, de la segregación y de la segregación independiente se explican con base en el comportamiento de los cromosomas durante la meiosis

En sus trabajos Morgan descubrió que después de la meiosis, los gametos de los machos tienen 3 autosomas y un cromosoma sexual, que puede ser X ó Y (complemento haploide), mientras que los de la hembra presentan tres autosomas y un cromosoma sexual, siempre X. Por lo tanto, al ocurrir la fecundación si se une



un óvulo el espermatozoide que porta el cromosoma X, se desarrollara una hembra, pero si se une el que porta el cromosoma Y, se desarrollara un macho.

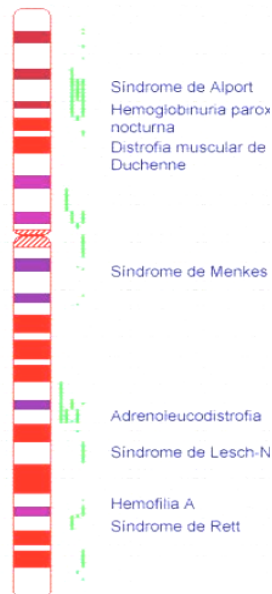
Este proceso que determina el sexo también se presenta en la mayoría de los animales y el ser humano. Es decir, todas las mujeres en sus óvulos portan el cromosoma X, en cambio, el cambio en el hombre produce 50% de espermatozoides con X y 50% con Y. El sexo de la descendencia depende del tipo de espermatozoide que fecunde al óvulo. Si el espermatozoide porta un cromosoma X será niña y si porta un cromosoma Y será niño.

En las polillas, las mariposas y las aves es la hembra la que determina el sexo en los descendientes.

### Herencia ligada al cromosoma X

El sexo de los niños depende de los cromosomas sexuales que herede. Un niño tiene un cromosoma Y y una niña tiene dos cromosomas X. Sólo unos pocos genes, ninguno necesario para la supervivencia, se ubican en el cromosoma Y, por el contrario muchos genes importantes se localizan en el cromosoma X. Los genes en el cromosoma X se llaman genes ligados a X y las características que ellos rigen se llaman características ligadas a X. Un hombre, con un solo cromosoma X, posee una copia de cada gen ligado a X. Una mujer con 2 cromosomas X, tiene 2 copias de cada gen ligado a X.

#### Cromosoma X

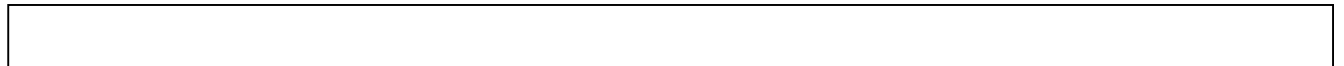


#### Alelos recesivos





Un alelo recesivo ligado a un cromosoma X se expresa en la mujer únicamente cuando se presenta duplicado, es decir, cuando la mujer es homocigótica para el alelo. Su genotipo, si es homocigótica para el alelo  $a$ , se simboliza  $XAXa$ , por lo tanto, el alelo recesivo se oculta. Sin embargo, en un hombre un alelo recesivo ligado al cromosoma X se expresa siempre, debido a que el posee una única copia del gen. Su genotipo se simboliza  $XaY$ . Por consiguiente, sólo se necesita una copia del alelo recesivo para que su característica se manifieste en un hombre, mientras que se necesitan 2 copias para que la característica aparezca en una mujer.



Entre los genes que porta el cromosoma X de los seres humanos, y que no se encuentran en el cromosoma Y, están los que afectan la discriminación de colores, la coagulación de la sangre, la distrofia muscular, etc.

Otros genes recesivos que se encuentran ligados al cromosoma X del hombre se expresan como: ceguera nocturna congénita, atrofia del nervio óptico, ictiosis (condición áspera y escamosa de la piel), hipogamaglobulinemia (incapacidad para producir suficiente gammaglobulina) con la consecuente deficiencia de anticuerpos contra las infecciones bacterianas, diabetes insípida y deficiencia de la deshidrogenasa de la glucosa-6-fosfato.

### **Ceguera para el color**

Desde hace mucho tiempo se sabe que hay personas que pueden pasarse una señal roja de tránsito pensando que es verde, padecen ceguera para el color. La herencia de este carácter está ligada al cromosoma X y es recesivo. Sin embargo, hay varios tipos de ceguera al color y esta condición es producida por varios genes.

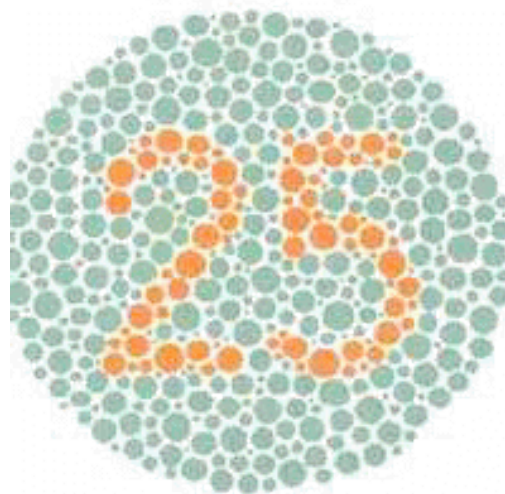
Aproximadamente el 75 % de las personas que tienen ceguera para el color son de tipo deutánico, tienen una mala percepción del color verde. Un gen normal en el cromosoma X contribuye a la formación de los conos de la retina que son sensibles al color verde. El alelo mutante de este gen produce conos deficientes y funcionan de manera pobre o no funcionan del todo en la percepción del verde. El resultado es que confunden el color verde con el rojo. Hay variaciones de esta condición, algunas formas muestran un defecto muy severo en la percepción del color verde, mientras que otras permiten varios grados de percepción del mismo si los colores son brillantes y la iluminación es buena.



La mayor parte de personas del restante 25 % con ceguera para el color, poseen el tipo protánico, en el cuál hay una percepción pobre del color rojo. En el cromosoma X, un locus diferente interviene en la producción de conos en la retina, sensibles al color rojo y el alelo mutante recesivo produce conos deficientes o que no funcionan en la percepción del rojo. El resultado es similar al tipo deutánico, hay confusión de los colores verde y rojo. Por esta razón se pensó que sólo se estaba involucrado un locus.

La capacidad para percibir los colores depende de 3 genes que codifican 3 pigmentos visuales diferentes. Cada uno reacciona a la luz visible de una región diferente del espectro. Uno de los pigmentos reacciona a las longitudes de onda rojas; otro, a la verde y el tercero a las azules. El gen que codifica el pigmento que reacciona a la luz azul está en un autosoma, pero los genes que codifican para los pigmentos que reaccionan a la luz verde y roja están en el cromosoma X.

Los hombres cuyo gen para el pigmento sensible al verde es defectuoso, no pueden distinguir el color verde del rojo. Inversamente, un defecto en el gen sensible para el pigmento rojo dará como resultado que vea el rojo como verde. El primer caso es aproximadamente 3 veces más frecuente que el segundo.

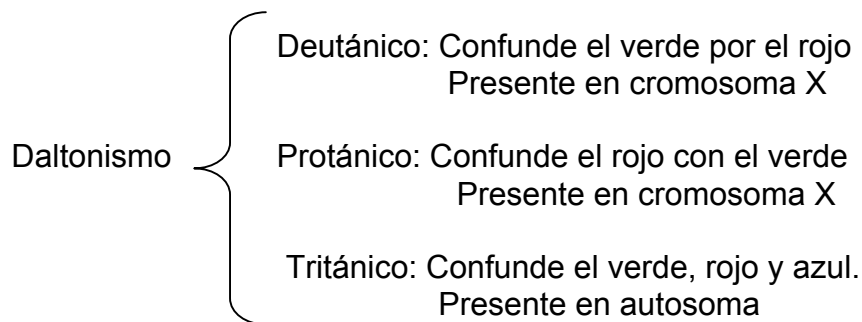




También se ha encontrado que algunos hombres no pueden distinguir ni el rojo ni el verde, debido a que son homocigotos para ambos genes.

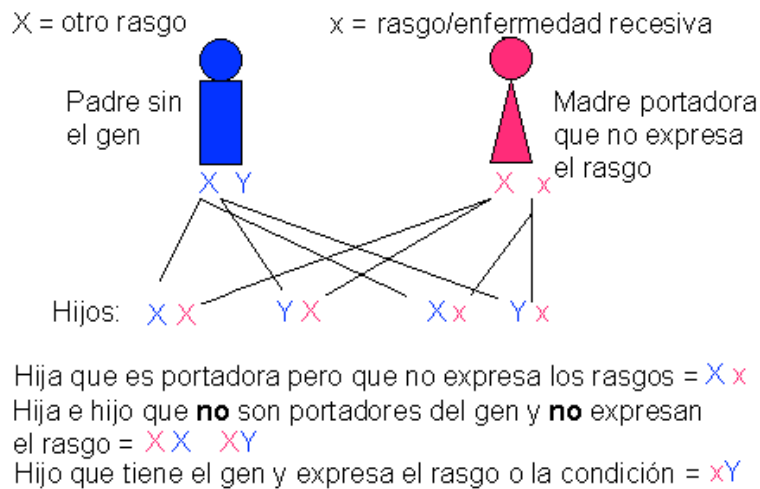
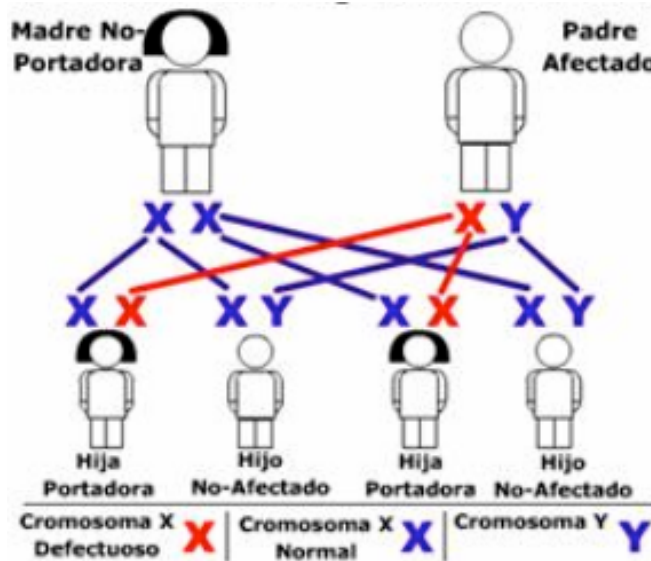
Otro gen ligado al cromosoma X ocasiona defectos en los conos azules, rojos y verdes. Este tipo tritánico de ceguera para el color da como resultado una sensibilidad reducida para todos los colores.

En las mujeres heterocigóticas, los alelos defectuosos son recesivos con respecto a los alelos normales situados en el otro cromosoma X, de modo que la visión suele ser normal. Sin embargo, hay casos en los que la mujer heterocigótica tiene ceguera al color en un ojo, pero visión normal al color en el otro. La ceguera completa a los colores rojo-verde en las mujeres ocurre sólo cuando ambos cromosomas X llevan el mismo alelo defectuoso. Sin embargo, si el cromosoma X con alelo defectuoso se transmite de madre a hijo, este será ciego al color, porque carece de un segundo cromosoma X.





### Patrón de herencia ligada al cromosoma X



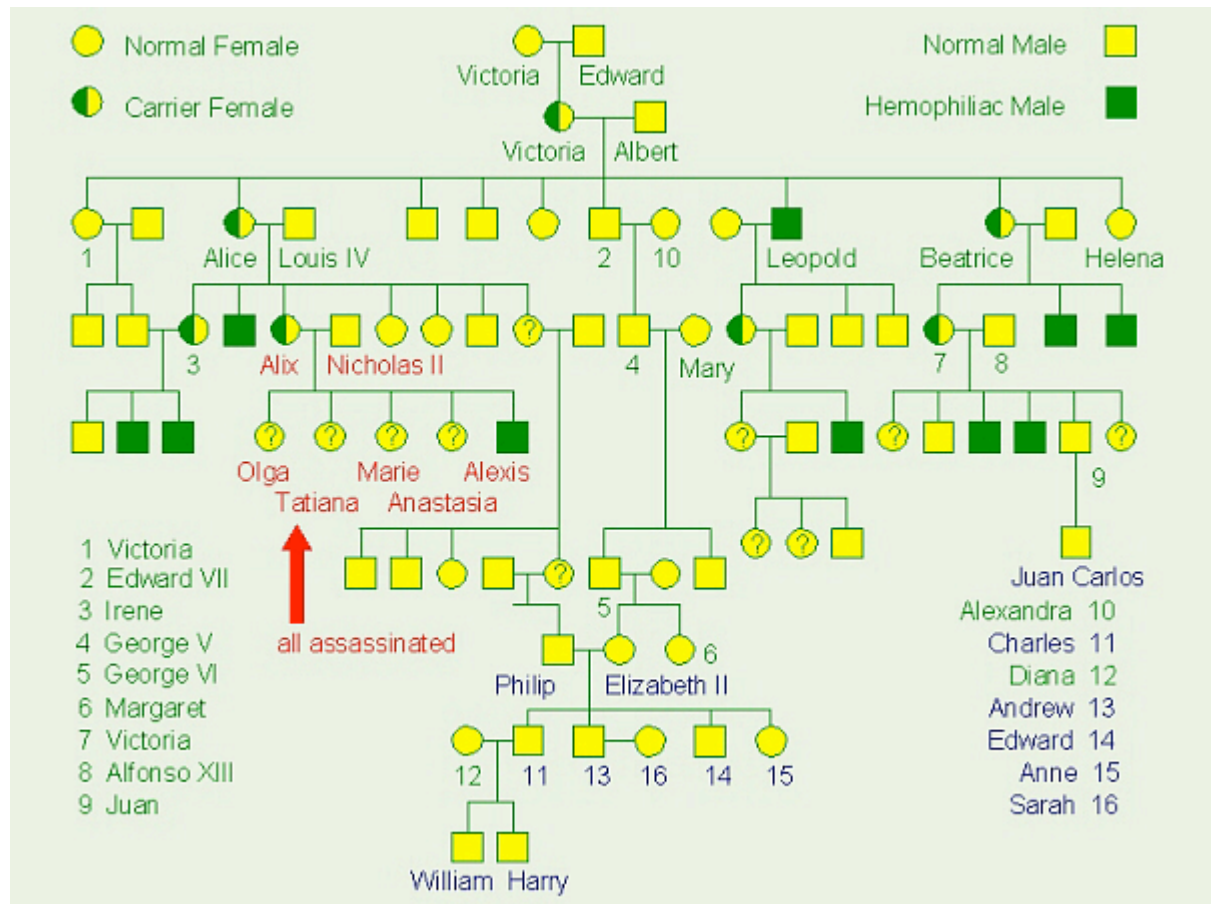
### Hemofilia o enfermedad hemorrágica

Incluye un grupo de enfermedades en las cuales la sangre no coagula normalmente. La sangre de los afectados carece de uno de los factores necesarios para su coagulación normal y aunque coagula, el tiempo se prolonga mucho. La sangre normal se coagula de 2 a 8 minutos después de que ha salido de los vasos sanguíneos, pero en las personas afectadas por hemofilia este tiempo puede ser de 30 minutos o muchas horas.



La hemofilia es una afección que se conoce desde los tiempos de los hebreos primitivos que al circuncidar a los niños sangraban hasta morir. Al parecer el gen para la hemofilia fue introducido en Europa a través de la Reina Victoria de Inglaterra, probablemente por una mutación en una célula germinal de sus progenitores.

Árbol genealógico de la reina Victoria y Eduardo de Inglaterra

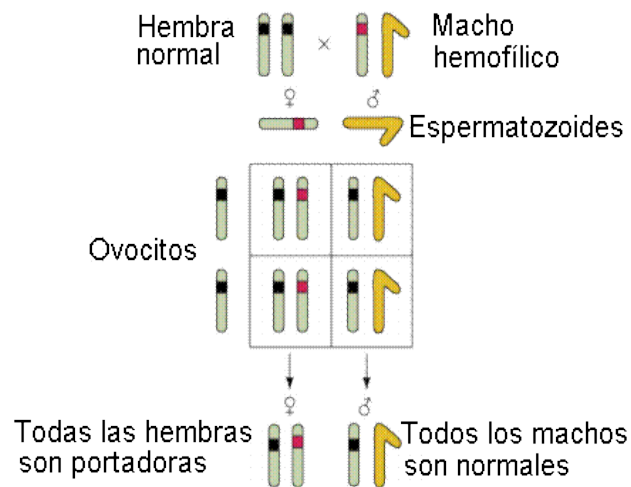


La coagulación ocurre por una serie de reacciones complejas en las que cada una depende de la presencia de ciertos factores proteicos esenciales en el plasma sanguíneo. La falla para producir una proteína esencial del plasma, conocida como factor VIII, la globulina antihemolítica da como resultado la forma más común de hemofilia, la hemofilia A que está asociada con un alelo recesivo de un gen que porta el cromosoma X. Con este tipo de hemofilia, aún las heridas más leves conllevan el riesgo de desangrarse hasta morir. Las personas con hemofilia A pueden ser tratadas con el factor VIII extraído de sangre humana normal pero el costo es muy alto.



Muchos genes en muchos cromosomas contribuyen en la coagulación normal de la sangre, pero 2 loci génicos localizados en el cromosoma X son los responsables de los trastornos más comunes de la coagulación, la hemofilia A y la hemofilia B. Un alelo recesivo que interfiere con la coagulación normal puede aparecer en cualquiera de estos 2 loci. Cuando este alelo se presenta en el cromosoma X de un hombre, ocasiona la hemofilia pues no tiene ningún alelo normal para cubrir el defectuoso.

### Hemofilia en los machos



En la actualidad, el factor VIII se produce mediante tecnología del DNA recombinante, lo que constituye una fuente segura de esta proteína y elimina el riesgo de contaminación con agentes infecciosos durante la transfusión, incluido el VIH, virus que provoca el sida.

Se han modificado alrededor de 200 genes que se encuentran en doble dosis en las mujeres, mientras que en el varón como tiene un solo cromosoma X. Si se presenta un alelo mutado tendrá manifestaciones clínicas aun si el gen es recesivo:

1. Habitualmente todos los varones están afectados
2. Todas las hijas de un varón afectado serán portadoras
3. La Transmisión ocurre a través de una mujer portadora

Un ejemplo clásico de un padecimiento con este patrón de herencia es la hemofilia De la cascada de coagulación las mutaciones en este conducen a hemorragias espontáneas. Otras enfermedades son las distrofias musculares tipos Duchenne (DMD) y Becker (DMB) causadas por mutaciones en el gen DMD que se localiza en Xp21 y que codifica una proteína denominada distrofina. Las alteraciones de esta proteína causan debilidad muscular progresiva y consecuente pérdida de la deambulación.



## Herencia dominante ligada al X

Las características principales de la herencia dominante ligada al X son:

1. Todas las hijas de varones afectados heredaran el padecimiento.
2. No hay transmisión de varón a varón ya que el padre hereda a los hijos solo el cromosoma Y.
3. Frecuentemente en una familia existen más mujeres que hombres afectados.

En algunos padecimientos el efecto del alelo mutado en X es más grave e incluso letal en los varones. Por lo que en las familias generalmente no se ven pacientes del sexo masculino afectados y existe el antecedente de múltiples abortos.

Un ejemplo donde la enfermedad tiene manifestaciones más graves en los varones, es el síndrome de Alport, causado por mutaciones en cualquiera de los tres genes que codifican para el colágeno tipo IV, localizado en tres cromosomas diferentes: Xq22, 2q35 y 13q33. Esta enfermedad se caracteriza por nefropatía progresiva, sordera y alteraciones oculares. Generalmente los varones afectados por este síndrome mueren por insuficiencia renal a edades más tempranas que las mujeres.

## Hemofilia en las mujeres

Durante muchos años no se observó hemofilia en las mujeres, se pensaba que era porque no podían sobrevivir a la pubertad si tenían hemofilia. Además los cálculos sobre la frecuencia de este gen mutante mostraron que había poca probabilidad de que una mujer fuera homocigota para el mismo. Un hombre tiene sólo una probabilidad en 10 000 de resultar con hemofilia, las mujeres deben tener el doble de esta posibilidad para ser portadoras.

Las probabilidades de que la hija de 2 progenitores heterocigotos resulte homocigota recesiva es de un medio. Por lo tanto, la probabilidad de que una mujer tenga un padre hemofílico y una madre portadora y que reciba los 2 genes para la hemofilia es sólo de 1 en 1,000 millones. Esta es todavía una estimación muy alta debido a que las 3 cuartas partes de los varones que padecen hemorragias mueren antes de llegar a la edad adulta y algunos de los que llegan a ella nunca tienen hijos debido a su condición.

En algunas regiones aisladas las probabilidades pueden ser mayores debido a matrimonios entre parientes cercanos. En Inglaterra se registraron tres casos de mujeres que siendo hemofílicas llegaron a la madurez y dos de ellas tuvieron hijos. Esto es posible porque, parece que tenían un gen que no causaba una coagulación muy retardada.



La probabilidad de que en el futuro haya mujeres hemofílicas puede aumentar ya que en la actualidad a los varones que tienen este padecimiento se les administra globulina antihemofílica y un número mayor de ellos sobrevive y se casa.

### **Distrofia muscular**

Es el nombre que se da a un grupo de enfermedades caracterizadas por el agotamiento muscular. El tipo más común y grave, la distrofia muscular de Duchén, afecta los músculos cardíacos y esquelético está acompañada de retraso mental en el 30 % de los casos. La distrofia muscular está ligada al cromosoma X y ocurre casi exclusivamente en varones con una incidencia de uno en 3500 varones recién nacidos. Los principales síntomas se presentan entre los dos y seis años de edad y la mayoría muere alrededor de los 20.

En diciembre de 1987, Luís Kundkel de la Universidad de Harvard USA comunicó que había aislado una proteína defectuosa llamada distrofina en pacientes con distrofia muscular. Esta proteína corresponde solo al 0.002 % de las proteínas musculares de individuos normales.

El gen de la distrofia es el más grande de todos los genes humanos conocidos, con unos dos a tres millones de pares de bases, incluidos aproximadamente 60 exones y enormes intrones. Este gen fue clonado a partir de UNAM, y a partir de su secuencia de nucleótidos, se dedujo la secuencia de aminoácidos. El análisis de la secuencia de aminoácidos de la proteína reveló regiones homólogas entre esa molécula y dos proteínas de citoesqueleto, la alfa-actina y la espectrina de las células musculares, y que probablemente están involucradas en el anclaje del citoesqueleto a la membrana plasmática.

El 60 % de los pacientes con distrofia presentan deleciones pérdida de una parte de material genético y de la información genética contenida en el cromosoma Painter Muller.

La ausencia de distrofina funcional trae como consecuencia el endurecimiento de los músculos, condición conocida como fibrosis. El resultado de esta reduce el suministro de sangre a las células musculares y estas mueren. Se piensa que este fenómeno causa debilidad y finalmente la muerte de los afectados con distrofia muscular de Duchenne.

En genética y biología, una mutación es una alteración o cambio en la información genética de un ser vivo y que, por lo tanto, va a producir un cambio de una o varias características, que se presenta súbita y espontáneamente, y que se





puede transmitir o heredar a la descendencia. La unidad genética capaz de mutar es el gen, que es la unidad de información hereditaria que forma parte del ADN. En los seres multicelulares, las mutaciones sólo pueden ser heredadas cuando afectan a las células reproductivas. Hugo de Vries en 1901 fue el primero en utilizar el término de mutación.

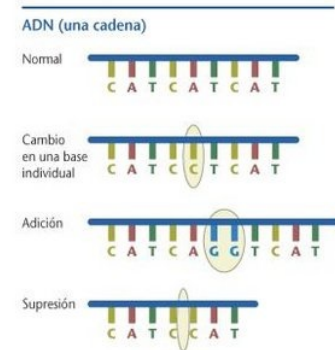
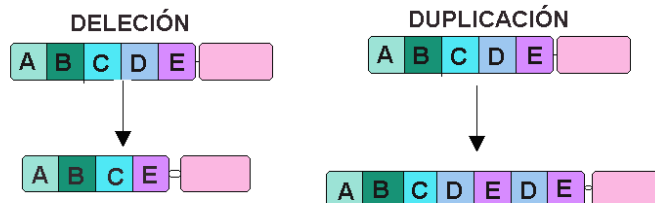
### Tipos de mutación

Según el mecanismo que ha provocado el cambio en el material genético, se suele hablar de tres tipos de mutaciones: **mutaciones génicas o puntuales**, **mutaciones cromosómicas** y **mutaciones cariotípicas o genómicas**. Hay una tendencia actual a considerar como mutaciones en sentido estricto solamente las génicas, mientras que los otros tipos entrarían en el término de aberraciones cromosómicas.

#### A) Mutaciones génicas o puntuales

Son las mutaciones que ocurren al alterar la secuencia de nucleótidos del ADN. Entre las cuales podemos distinguir:

- **Mutación por sustitución de bases:** Se producen al cambiar la posición de un nucleótido por otro, por ejemplo, donde debería haber un nucleótido de citosina, se inserta uno de timina.
- **Mutación por pérdida de nucleótidos o delección:** En la secuencia de nucleótidos se pierde uno y no se sustituye por nada.
- **Mutación por inserción de nuevos nucleótidos:** Dentro de la secuencia del ADN se introducen nucleótidos que no deberían estar.
- **Mutación por inversión de nucleótidos:** Se producen giros de 180 grados, es decir dos segmentos de nucleótidos de hebras complementarias se invierten y se intercambian.
- **Mutación por traslocación de pares de nucleótidos complementarios.**





## B) Mutaciones cromosómicas

Este tipo de mutaciones provoca cambios en la estructura de los cromosomas que afectan a la secuencia de los hipotéticos fragmentos en que podría subdividirse transversalmente un cromosoma. Muchas de ellas son apreciables al microscopio gracias a la “técnica de bandas” con la que se confecciona el cariotipo. Sobre las mutaciones cromosómicas encontramos:

- **Mutación por inversión de un fragmento cromosómico.** Sucede cuando un segmento cromosómico se rompe y se vuelve a unir, pero en forma invertida en la secuencia original.
- **Mutación por delección o pérdida de un fragmento cromosómico.** Ocurre cuando un segmento de cromosoma se rompe o se pierde.
- **Mutación por duplicación de un fragmento cromosómico.** Suelen presentarse cuando múltiples copias de un gen se repiten en un cromosoma. Suelen estar asociadas casi siempre con delecciones en otro cromosoma.
- **Mutación por translocación de un fragmento cromosómico:** es decir por un cambio en la posición de un fragmento cromosómico. La translocación puede ocurrir en un solo cromosoma, entre cromosomas homólogos o entre cromosomas diferentes. En ocasiones no existe intercambio recíproco, estas translocaciones les llaman también transposones.

El efecto de estos diferentes tipos de mutaciones estructurales se puede ejemplificar al cambiar las palabras de un mismo mensaje originando ideas diferentes:

- a) el próximo martes voy a cenar con mi amiga (Original)
- b) El próximo martes voy a cenar con (Delección)
- c) El próximo martes no voy a cenar con mi amiga (Inserción)
- d) El próximo martes voy a cenar con mi amiga (Duplicación)
- e) Amiga voy el próximo a cenar con mi martes (Inversión)

SÍNDROME	TIPO DE MUTACIÓN	CARACTERÍSTICAS Y SÍNTOMA DE LA MUTACIÓN
<b>Cri – du – chat (maullido del gato)</b>	Delección o pérdida del brazo corto del cromosoma 5	Niño de escaso entendimiento, llanto parecido al maullido de un gato, cabeza pequeña, ojos muy separados. Algunos llegan a la edad adulta
<b>Philadelphia</b>	Delección o pérdida de un fragmento del cromosoma 22	Se encuentra en la médula ósea en casi el 90 % de los pacientes que padecen leucemia mielocítica crónica (es un tipo de cáncer)



### C) Mutaciones cariotípicas o genómicas

Son las mutaciones que afectan al número de cromosomas o todo el genoma.

- **Poliploidía:** Es la mutación que consiste en el aumento del número normal de “juegos de cromosomas”.

3N = triploide, 4N = tetraploide, 5N = pentaploide, etc.

Los seres poliploides pueden ser autopoliploides, si todos los juegos proceden de la misma especie, o alopoliploides, si proceden de la hibridación, es decir, del cruce de dos especies diferentes. Los organismos poliploides con juegos cromosómicos impares son estériles.

Los agricultores provocan la poliploidia por medios artificiales, la utilizar una sustancia llamada colchicina, con ello originan nuevas razas que se caracterizan por producir frutos con el doble de tamaño que los normales. La realización en ciruelas, uvas, cerezas, fresas, coles, etc... Estos frutos tienen 4 juegos cromosómicos (4n).

El trigo silvestre es un organismo diploide, cada juego cromosómico consta de siete cromosomas  $2N (7) = 14$

El trigo del pan es un organismo hexaploide, cada juego cromosómico consta de siete cromosomas  $6N (7) = 42$

- **Haploidía:** Son las mutaciones que provocan una disminución en el número de juegos de cromosomas.

- **Aneuploidía:** Son las mutaciones que afectan sólo a un número de ejemplares de un cromosoma o más, pero sin llegar a afectar al juego completo. Las aneuploidías pueden ser monosomías, trisomías, tetrasomías, etc, cuando en lugar de dos ejemplares de cada tipo de cromosomas, que es lo normal, hay o sólo uno, o tres, o cuatro, etc. Entre las aneuploidías podemos encontrar diferentes tipos de trastornos genéticos en humanos como se muestran en los siguientes esquemas, en los cuales se muestran las trisomías más frecuentes tanto en los autosomas, como en los cromosomas sexuales.

**ALTERACIONES EN LOS AUTOSOMAS**

SÍNDROME	TIPO DE MUTACIÓN	CARACTERÍSTICAS Y SÍNTOMAS DE LA MUTACIÓN
<b>de Down “mongolismo”</b>	Aneuploidía que consiste en una trisomía 21	Niños de cara ancha y redonda, con retraso mental, ojos oblicuos, piel rugosa, crecimiento retardado, estatura de 1.20 m aprox., Los avances médicos han logrado prolongar su promedio de vida
<b>de Edwars “síndrome del duendecillo”</b>	Aneuploidía que consiste en una trisomía 18	Niños que presentan profundas alteraciones mentales y malformaciones que les dan aspecto parecido a duendecillos, anomalías en la forma de la cabeza, boca pequeña, lesiones cardiacas. El 90% de los casos cuando mucho sobreviven hasta los seis meses
<b>de Patau</b>	Trisomía 13 ó 15	Labio leporino, lesiones cardiacas, polidactilia.

**ALTERACIONES EN LOS CROMOSOMAS SEXUALES**

SÍNDROME	TIPO DE MUTACIÓN	CARACTERÍSTICAS Y SÍNTOMAS DE LA MUTACIÓN
<b>de Klinefelter</b>	44 autosomas + XXY	Hombres altos estériles con extremidades largas, deficiencia mental, desarrollo de senos, pene muy pequeño y escaso pelo corporal. Escaso desarrollo de las gónadas, aspecto eunocóide.
<b>del duplo Y</b>	44 autosomas + XYY	Elevada estatura, personalidad infantil, bajo coeficiente intelectual, tendencia a la agresividad y al comportamiento antisocial.
<b>de Turner</b>	44 autosomas + X	Mujeres gruesas de baja estatura en las que no hay desarrollo de los caracteres sexuales (infantilismo) Poseen bajo coeficiente mental, son estériles y presentan un pliegue de piel a los lados del cuello conocido como “cuello alado” Aspecto hombruno, atrofia de ovarios, enanismo.
<b>de Triple X</b>	44 autosomas + XXX	Físicamente son normales y algunas veces se pueden reproducir. Solo se detecta en la etapa reproductiva.

**Causa de las mutaciones**

- **Mutaciones naturales o espontáneas:** Son las que se producen en condiciones normales de crecimiento y del ambiente. Representan la base de la evolución.



- **Mutaciones inducidas:** Son las mutaciones provocadas artificialmente por algún agente exógeno generalmente conocido llamado agente mutágeno. Entre los agentes mutágenos encontramos:

#### **Agentes físicos:**

- Radiaciones ionizantes: Como los rayos ultravioleta, los rayos X, partículas alfa, beta y gamma de fuentes radiactivas como el radio, uranio, cobalto, rayos cósmicos que aumentan con la disminución de la capa de ozono.
- Choque térmico.
- Ultrasonidos de altísima energía.
- Centrifugación masiva.

#### **Agentes químicos:**

Análogos de bases de ácidos nucleicos como la 5-bromouracilo, alcaloides como la cafeína, agentes que atacan al ADN (formalina), ácido nitroso, agentes alquilantes como el gas mostaza, (utilizado en la guerra) colorantes de acridina (proflavina, acridina), carcinógenos (benzopireno), sulfato de cobre, (utilizado en la producción de pinturas acrílicas y vinílicas) ácido bórico, ácido fórmico, colchicina, uretano, (empleado como agente antineoplásico) drogas como el LSD, nicotina, edulcorantes como el ciclamato (utilizado como alimento de engorda de ganado) peróxidos como el agua oxigenada y otros muchos más.

#### **Agentes biológicos:**

Los agentes biológicos como los virus y las bacterias que parasitan a los organismos pueden causar mutaciones por ejemplo en virus el causante de la rubéola y en bacterias la *Enterobacter* causante de la gastritis

#### **Efectos de las mutaciones**

Ninguno de los agentes mutágenos produce mutaciones específicas. Entre los efectos de las mutaciones encontramos:

#### **Efectos Nocivos**

Son especialmente peligrosas en los gametos, cigotos o células de un embrión del que pueden surgir individuos u órganos anómalos. Si afecta a células en continua división puede surgir un cáncer, al alterar los oncogenes o los genes supresores. La mayoría de las mutaciones son letales, pero también pueden producir numerosas enfermedades hereditarias, congénitas y enfermedades crónicas en el adulto. Muchos de los contaminantes ambientales son agentes



mutagénicos que no sólo afectan al ser humano sino también a los componentes biológicos de los ecosistemas, provocando en muchos casos severos desequilibrios y daños permanentes.

### **Efectos Beneficiosos**

Las mutaciones pueden inducir cambios que adaptan los seres vivos al medio ambiente. Una sustitución de un nucleótido en la secuencia del ADN puede pasar desapercibida, pero también puede producir alteraciones importantes en la función biológica de una proteína. Las mutaciones nuevas tienen mayor probabilidad de ser perjudiciales que beneficiosas en los organismos, y esto se debe a que son eventos aleatorios con respecto a la adaptación, es decir, el que ocurra o no una mutación particular es independiente de las consecuencias que puedan tener en sus portadores.

Las tasas de mutación han sido medidas en una gran variedad de organismos. En humanos y en organismos pluricelulares, una mutación ocurre entre 1 de cada 100.000 gametos o 1 de cada 1.000.000. A pesar de que la incidencia de las mutaciones es relativamente grande en relación con el número de organismos de cada especie, la evolución no depende ni mucho menos de las mutaciones que surgen en cada generación, sino de la acumulación de toda la variabilidad durante la evolución de las especies.



### **DNA recombinante**

DNA recombinante es el que ha sido alterado por la recombinación de genes de un organismo distinto, por lo regular de otra especie.

Al revelar los numerosos métodos mediante los cuales las células procesan, añaden, eliminan y transfieren información genética, los Biólogos moleculares abrieron el camino para el desarrollo de sus propias manipulaciones genéticas.

En los últimos años se han desarrollado técnicas que han permitido abordar el análisis y la manipulación del DNA en una forma antes inimaginada. Este conjunto de técnicas se conocen como tecnología del DNA recombinante, nombre que pasa por alto el hecho de que la recombinación del DNA, según todas las evidencias, se llevaba a cabo espontáneamente aún antes de la aparición de la primera ameba, mucho antes de la aparición de un primario curioso.

La tecnología del DNA recombinante ha hecho posible investigar más a fondo la estructura y función de los genes eucarióticos que eran inaccesibles por otros métodos. Así mismo esta tecnología abrió de manera contundente el camino a una nueva comprensión de la genética humana, ya que permite el diagnóstico exacto de muchas enfermedades hereditarias y, muy probablemente, su



tratamiento en el futuro. Cada descubrimiento que se produce revoluciona los conocimientos de genética molecular, muchas veces, obliga a generar nuevas interrogantes e inquietudes, muchas de las cuales tienen profundas implicaciones éticas.

Algunas de las técnicas básicas del DNA recombinante son:

1. Métodos de obtención de fragmentos específicos de DNA que permite su análisis, aislamiento y manipulación de genes individuales.
2. Métodos de obtención de copias múltiples de fragmentos idénticos de DNA, como la clonación y la reacción en cadena de las polimerasas (PCR).
3. Localización e identificación de fragmentos específicos de DNA o RNA por hibridación de ácidos nucleicos, método que también permite estimar similitudes entre ácidos nucleicos de origen diferente.
4. Secuenciación del DNA, es decir, determinación del orden exacto de los nucleótidos en un fragmento de DNA, lo que hace posible, una "lectura" directa de la información genética codificada.
5. Ingeniería del DNA o ingeniería genética, mediante la cual se puede modificar una secuencia de DNA para generar nuevas versiones de genes que luego pueden ser reintroducidas en una célula u organismo.

La tecnología del DNA recombinante tiene muchas aplicaciones prácticas. Una de las áreas de estudios que avanza con mayor rapidez en la actualidad es la ingeniería genética es decir, la modificación del DNA de un organismo para producir nuevos genes con nuevas características.

### **Definición de ingeniería genética**

Uso de técnicas de laboratorio para manipular genes. Metodología por la que secuencias específicas de DNA, con frecuencia de organismos distintos, se unen entre si *in vitro* para dar secuencias contiguas (DNA recombinante).

### **Ingeniería genética**

La ingeniería genética se ocupa de la modificación de material genético para alcanzar metas específicas. A las células u organismos creados por la Ingeniería genética se les han suprimido, agregado o modificado genes. Estos organismos se llaman transgénicos u Organismos genéticamente modificados (OGM). Los objetivos principales de la Ingeniería genética son:

1. Aprender más acerca de los procesos celulares, entre ellos la herencia y la expresión de los genes.



2. Ofrecer una mejor comprensión y tratamiento de las enfermedades, en particular de los trastornos genéticos.
3. Generar ventajas económicas y sociales, como la producción eficiente de moléculas biológicas valiosas y mejorar plantas y animales destinados a la producción agrícola o ganadera.

Los ingenieros genéticos usan los conocimientos sobre tres aspectos en torno a los genes, para transferirlos de un tipo de organismo a otro, combinándolos.

- Primero, el lenguaje de los genes es el mismo en todas las células: una secuencia particular de tres bases dentro del ADN es el código para el mismo aminoácido sin considerar el tipo de célula.
- Segundo, los ribosomas, el RNAm, el RNAt y las enzimas sintetizan proteínas de forma similar en todas las clases de células.
- Tercero, los fragmentos extraños de DNA (como los de un virus) se copian y traducen en proteínas del mismo modo como el propio DNA de la célula.

Con esta información, los ingenieros genéticos concluyeron que podían transferir un gen de un tipo de célula a otra y la célula hospedera sintetizaría la proteína del gen transferido. El control humano de la síntesis de proteínas llegó a ser una realidad cuando las enzimas que modifican el DNA y el RNA fueron identificadas y aisladas.

La transferencia de genes se logra utilizando como vectores a los virus o plásmidos (pequeñas moléculas circulares de DNA presentes en algunas bacterias) y enzimas de restricción que cortan y pegan los segmentos de DNA a otras moléculas diferentes. Al transferir segmentos de DNA se obtienen moléculas que contienen dos o más regiones de DNA de diferentes genes o especies; a estas moléculas se les denomina DNA recombinante (DNAr), por ejemplo un plásmido que contiene un fragmento de DNA humano es una molécula de DNAr.



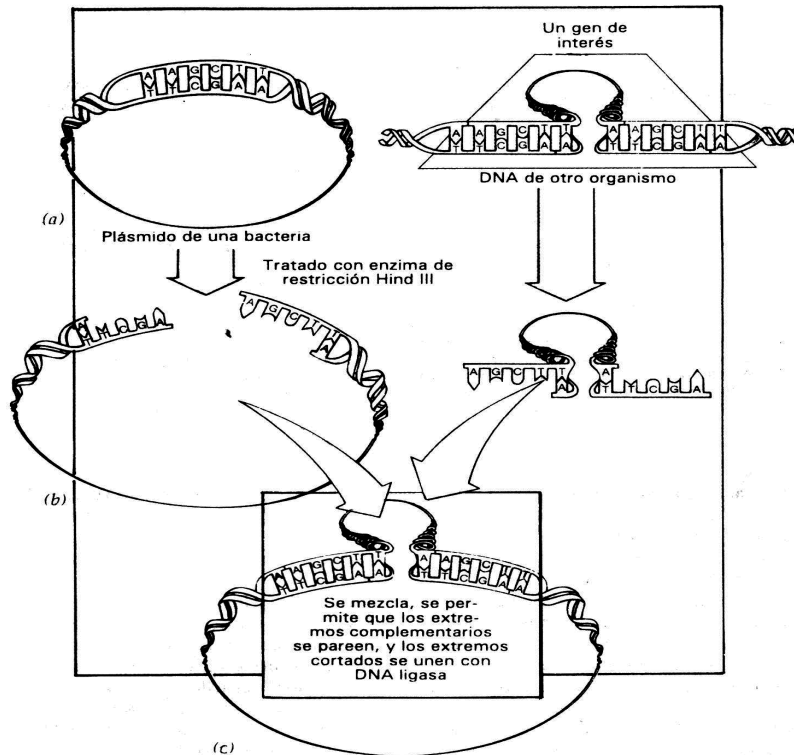


Fig. 14-3. Una molécula de DNA recombinante puede producirse uniendo moléculas de DNA de distintas fuentes. (a) Primero se cortan las moléculas, con la misma enzima de restricción, para formar moléculas de DNA con extremos monocatenarios complementarios (b). En este ejemplo, una molécula es un plásmido bacteriano circular. El DNA recombinante (c) se construye mezclando los dos tipos de moléculas de manera que sus extremos cohesivos se aparean. La DNA ligasa forma entonces enlaces covalentes fosfodiéster 5' → 3' entre las uniones de las dos moléculas.

Fuente: Vilee, Claude y otros, 1998.

Cuadro 1. Enzimas que usa la ingeniería genética.

Nombre de la enzima	Función
Transcriptasa reversa	Hace una copia de DNA a partir de RNA
DNA fosfatasa	Remueve los fosfatos presentes en los extremos del ADN que han sido cortados por enzimas de restricción
ADN cinasas	Transfieren un grupo fosfato de una molécula de ATP a los extremos de moléculas de ADN
Transferasa a terminal	Hace, crea o extiende las moléculas del ADN mediante la adición de nucleótidos al extremo 3' de una cadena creciente, esto es al azar porque no hay un molde que copiar
Enzimas de restricción	cortan el ADN en secuencias de bases específicas
DNA polimerasa	Forma enlaces entre nucleótidos de DNA
RNA polimerasa	Forma enlaces entre nucleótidos de RNA
DNA ligasa	Une fragmentos de DNA
Desoxirribonucleasa	Rompe enlaces entre nucleótidos de DNA
Ribonucleasa	Rompe enlaces entre nucleótidos de RNA

Fuente: Berinstein y otros, 1998.



5

G Δ Δ T C

3

3

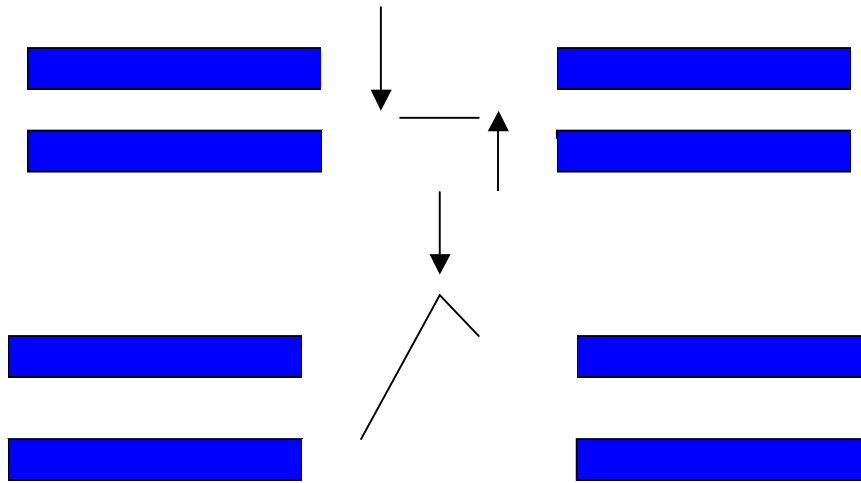
C TTA G

5

Las enzimas de restricción fueron descubiertas en los años 70 en varias especies de bacterias incluyendo *Escherichia coli*. En el curso del estudio sobre bacteriófagos se encontró que los virus que infectan una cepa de *E. coli* eran, a veces, incapaces de infectar otra cepa. Se descubrió que esta "restricción" de la infección viral se debe a la presencia, en ciertas especies de bacterias, de enzimas que cortan moléculas de DNA extraño antes de que sea replicado o transcrito. Así estas enzimas protegen a las bacterias del DNA extraño que ingresa a las células, incluso de otras cepas bacterianas.

La característica importante de las enzimas de restricción es que cortan el DNA sólo en la secuencia de nucleótidos muy específicas cuya longitud varía entre 4 y 8 pares de bases. Estas secuencias se conocen como secuencias de reconocimiento, dado que son "reconocidas" por las enzimas de restricción específicas.

Secuencia de reconocimiento de la enzima EcoRI



Fuente: Lodish H. y otros, 2002.

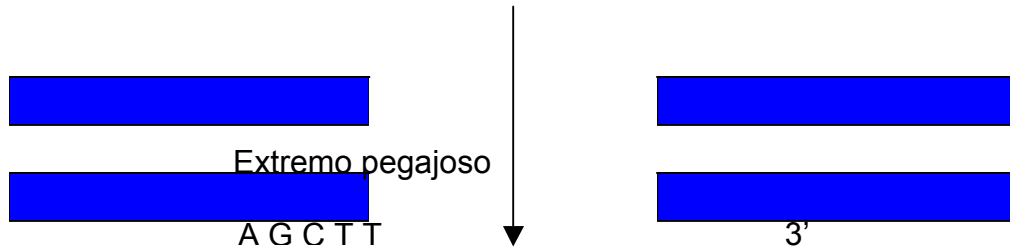


Una enzima de restricción de *E. coli* llamada EcoRI, corta la molécula de DNA sólo en la secuencia GAATTC. Las células que producen EcoRI también producen una enzima metiladora específica que añade un grupo metilo (CH<sub>3</sub>) a una de las adeninas de la secuencia GAATTC, protegiendo así a su propio DNA del reconocimiento y corte.

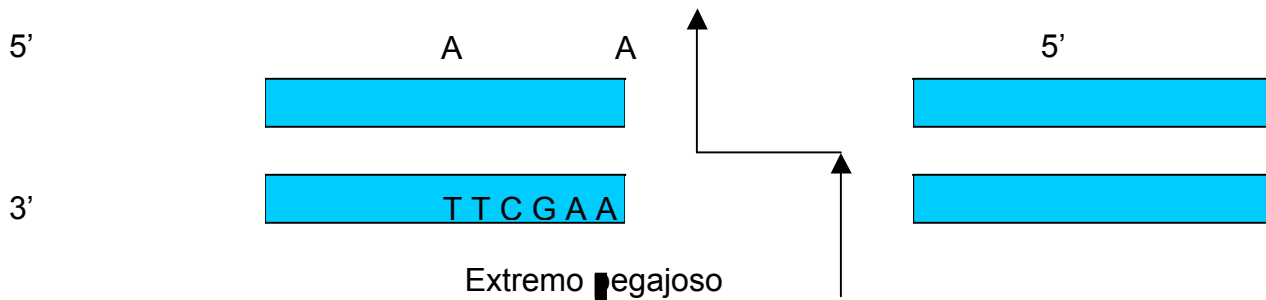
EcoRI enzimas de restricción de *E. coli*, efectúa cortes escalonados en la secuencia repetida específica de 6 pares de bases. Este corte produce fragmentos con extremos complementarios monocatenarios “adhesivos”.

Las bacterias con enzimas endonucleasas de restricción también tienen enzimas que modifican metilando las bases en el sitio de reconocimiento de restricción. Por ejemplo, la *E. coli* tienen EcoRI metilasa, esta cataliza el agregado de un grupo metilo a dos adeninas de la secuencia de reconocimiento EcoRI, así no que no es cortado por EcoRI evitando que se destruya su propio DNA.

Otro aspecto importante de las enzimas de restricción es que no todas hacen cortes rectos en ambas cadenas de la molécula de DNA. Algunas incluyendo la EcoRI cortan las cadenas con algunos nucleótidos de diferencia, dejando extremos “pegajosos” que pueden volver a parearse entre sí cuando se forman espontáneamente puentes de Hidrógeno entre bases complementarias; esto sucede entre fragmentos de moléculas de DNA de células diferentes. Como ejemplo de 3 enzimas de restricción y las secuencias que reconocen



**Hpa1= Haemophilus parainfluenzae**



**Hind III Haemophilus influenzae**



Fuente: Curtis, Helena y otros, 2000.



## Aplicaciones de la Biotecnología

Biotecnología: todo uso o alteración industrial o comercial de organismos, células o moléculas biológicas para alcanzar metas prácticas específicas.

En los comienzos de la investigación del ADN recombinante, los Biólogos se dieron cuenta de que si los fragmentos de DNA que codifican ciertas proteínas (particularmente las de importancia médica o agrícola) pudieran transferirse a bacterias y ser expresadas, las bacterias podrían funcionar como “fábricas” que suministrarían una fuente ilimitada de proteínas.

El término Biotecnología fue creado en 1917 por un ingeniero húngaro, Karl Ereky, para describir los procesos en los que se formaban productos a partir de materiales crudos, con la ayuda de la actividad metabólica de organismos vivos. Hoy el término biotecnología engloba todo tipo de producción industrial de “bienes y servicios” por medio de procesos que utilizan a los organismos (Curtis).

Diferentes tipos de bacterias y levaduras han sido modificadas genéticamente para producir compuestos químicos útiles para la sociedad. En este sentido, se han propuesto 3 áreas de trabajo: agricultura, industria y medicina. Por ejemplo, la modificación genética de las levaduras que producen vitamina B12, realizada en 1971. Así como, las bacterias *E. coli* que fueron modificadas para producir insulina.

Hasta 1983 sólo se habían modificado genéticamente organismos unicelulares. En este año se produjeron las primeras plantas transgénicas, pues se transfirió el gen B-faseolina de una especie de *Phaseolus* (frijol) a plantas de girasol y tabaco (*Nicotiana*) (Murai y otros, 1983). Al mismo tiempo y en forma independiente, se modificaron las plantas de tabaco para expresar los genes de otras plantas, utilizando vectores de *Agrobacterium tumefaciens* (Horsch y otros 1984). Esta técnica hizo posible la agrobiotecnología (Kung 1993). La primera variedad transgénica comercial fue un tabaco resistente a virus que comercializó el gobierno de China en 1992 (James y Kratinger 1996).

Los avances más importantes de la Biotecnología han tenido lugar en la manipulación de genes de plantas y animales. Esta es el área de estudio que más controversias ha despertado, además se ha dado una aplicación completamente diferente a las plantas y animales como fabricas que producen compuestos químicos.



Cuadro 2. Variedades Transgénicas.

Cultivo	Origen del gen	Efecto
Papa	Gallinas Gusano de seda Bacteria Bacteria	Resistencia a enfermedad Resistencia a enfermedad Resistencia a herbicidas Resistencia a insectos y virus
Maíz	Trigo Luciérnaga Bacteria Bacteria Bacteria	Resistencia a insectos Introducción de genes marcadores Resistencia a herbicidas Polen estéril Resistencia a insectos
Soya	Bacteria Bacteria	Resistencia a herbicidas Aceite de mejor calidad
Jitomate	Flounder Virus Bacteria Bacteria	Resistencia a heladas Resistencia a enfermedad Resistencia a insectos Maduración modificada
Tabaco	Hamster chino	Mayor producción de esteroides
Arroz	Porro y chicharos Bacteria	Nuevas proteínas Resistencia a insectos
Remolacha azucarera	Bacteria	Resistencia a herbicidas
Melón, pepino y girasol	Nuez de Pará Bacteria Virus	Nuevas proteínas Modificación de la maduración Resistencia a virus
Nabo	Hongo Bacteria Bacteria	Aceite de mejor calidad Resistencia a herbicidas Polen estéril
Alfalfa	Bacteria	Producción de vacuna oral contra el cólera
Lechuga, pepino	Tabaco y petunia	Resistencia a enfermedad
Algodón	Bacteria Bacteria Tabaco	Resistencia a herbicidas Resistencia a insectos Resistencia a herbicidas
Lino	Bacteria	Resistencia a herbicidas
Papaya	Virus	Resistencia a virus

Fuente: Barcenas y otros, 2004.



### Animales transgénicos

En el ganado lechero los transgenes son utilizados para modificar los constituyentes de la leche, como la cantidad de queso al aumentar el contenido de k-caseína.

La expresión de un transgen de lactasa en la glándula mamaria resulta en la producción de leche sin lactosa, de mayor aceptación por las personas no tolerantes a la lactosa.

En cabras y ovejas la investigación transgénica también se ha enfocado a la glándula mamaria porque estas especies producen 35 gr de proteínas por litro de leche, lo que las convierte en organismos idóneos para la producción de proteínas terapéuticas.

Cuadro 3. Transgenes expresados en glándulas mamarias.

	<b>Promotor</b>	<b>Especie</b>
A 1-Antitripsina	Proteínas ácidas del suero	Ratón
Factor IX (coagulación)	$\beta$ -lactoglobulina	Oveja
Proteína C	Proteína ácida del suero	Cardo
Eritropoyetina	$\beta$ -lactoglobulina	Conejo
Urocinasa	$\alpha$ -Caseína	Ratón
CFTR (Regulador transmembranal de fibrosis quística)	$\beta$ -Caseína	Ratón
Superóxido dismutasa	Proteína ácida del suero	Ratón

Fuente: Orozco y Gariglio, 2000.

Los transgenes también son utilizados para estimular el desarrollo muscular o disminuir el tejido adiposo en los animales, para aumentar la producción de carne magra por ejemplo en los cerdos (Orozco 2000).

Cuadro 4. Hormonas recombinantes y linfocinas humanas de uso clínico.

<b>Proteínas</b>	<b>Funciones terapéuticas</b>
<b>Hormonas</b>	
Insulina	Disminución de los niveles de glucosa sanguínea
Hormona del crecimiento	Estimula el crecimiento de los niños
Factor 1 del crecimiento similar a la insulina (IG-F1)	Diabetes, osteoporosis
Eritropoyetina	Tratamiento de la anemia en la insuficiencia renal



Péptido natiurético auricular	Insuficiencia cardíaca congestiva, insuficiencia renal
Péptido relacionado con el gen de la calcitonina	Terapia cerebro-vascular
<b>Linfocinas</b>	
$\alpha$ -interferón	Tratamiento de leucemias crónicas
$\beta$ -interferón	Tratamiento del carcinoma celular renal
$\gamma$ -interferón	Tratamiento del sarcoma de Kaposi
Interleucina 1	Activación de las células T
Interleucina 2	Estimulación del crecimiento de células T
Interleucina 4	Activación de las células B
Factor de necrosis tumoral (TNF)	Destrucción de las células tumorosas y hematopoyéticas
<b>Factores de crecimiento</b>	
Factor de crecimiento epidérmico	Tratamiento de heridas, quemaduras y úlceras
Factor estimulante de colonias de granulocitos (GCSF)	Auxiliar en la terapia del cáncer y tratamiento de la disminución de la médula ósea

Fuente: Murrel y Roberts, 1993.

### Seguridad en el uso de la Biotecnología

Los Organismos Genéticamente Modificados (transgénicos) resultan de la combinación del genoma de especies que en condiciones naturales permanecen aisladas, por ejemplo, el maíz que es resistente a insectos cuando contiene material genético de las bacterias. En este sentido, los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han firmado una serie de acuerdos internacionales dirigidos a garantizar que los transgénicos no nos causen enfermedades o dañen el ambiente.

Entre los acuerdos firmados se tiene el Convenio Sobre Diversidad Biológica y la Declaración de Río, emitidos en 1992 en la Cumbre Sobre Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, Brasil. También se cuenta con el Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad de la Biotecnología (año 2000) que regula el comercio internacional de los transgénicos, estableciendo como obligatoria la evaluación de los riesgos derivados del uso de dichos organismos.

En estos acuerdos se plantea que el "principio precautorio" regula el uso de los transgénicos, es decir, se establece que la falta de información científica sobre los riesgos que resultan del uso de los transgénicos no debe ser tomada como una ausencia de riesgos y por lo tanto siempre debemos ser precavidos. Por ejemplo, una forma de maíz transgénico provoca alergia en quien lo consume pero esto se supo después de que se comercializó, en este caso, no se respetó el principio precautorio.





PARA PRESENTAR EL EXAMEN REFERENTE A ESTA UNIDAD ES INDISPENSABLE QUE REALICES LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES EN TU CUADERNO DE TRABAJO

## 6.2 HERENCIA MOLECULAR

### ACTIVIDAD 1

Relaciona ambas columnas, anotando dentro del paréntesis la letra que corresponda

- |     |   |     |  |
|-----|---|-----|--|
| ( ) | Proceso por medio del cual la molécula de ADN construye copias de si misma                        | A.- | Mecanismos de traducción                 |
| ( ) | Es un conjunto de mensajes o símbolos que se utilizan para traducir cierta información            | B.- | RNA de transferencia                     |
| ( ) | Es el proceso por medio del cual se decodifica la información del ADN y se construye una proteína | C.- | RNA mensajero                            |
| ( ) | Este ARN tiene como función llevar los aminoácidos a los ribosomas                                | D.- | Código genético                          |
| ( ) | Proceso a través del cual la molécula de ARN mensajero copia la información codificada en el ADN  | E.- | Replicación del ADN                      |
| ( ) | RNA que se sintetiza en el núcleo y tiene como función copiar la información del ADN              | F.- | Transcripción de la información genética |

ACTIVIDAD 2 Complementa las siguientes cuestiones

- ¿Cuáles son los elementos que forman un desoxirribonucleótido?  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_
- ¿Cuáles son los elementos que forman un ribonucleótido?  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_
- Son las bases nitrogenadas que se encuentran en el DNA  
\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_
- ¿Qué es la duplicación del ADN?  
\_\_\_\_\_
- ¿Qué organismo se ha utilizado para la demostración del proceso de la replicación del ADN?  
\_\_\_\_\_



6. ¿Cómo se aparean los ribonucleótidos del ARN con los desoxirribonucleótidos? \_\_\_\_\_
7. ¿Cómo se llama a la secuencia de tres nucleótidos que codifica para un aminoácido en el código del ARN?  
\_\_\_\_\_
8. ¿Cuál es la función de la DNA polimerasa?  
\_\_\_\_\_
9. Son las estructuras a las que se pega el ARN mensajero sintetizado en el núcleo \_\_\_\_\_
10. ¿Qué tipo de ARN lleva el anticodón? \_\_\_\_\_
11. En el flujo de información del ADN a la proteína, ¿Cuáles son las funciones de la Transcripción y la Traducción?
12. ¿En qué moléculas orgánicas se traduce finalmente la información codificada en el ADN? \_\_\_\_\_
13. En el código del ADN cada grupo de tres bases nitrogenadas recibe el nombre de \_\_\_\_\_ y codifica para un \_\_\_\_\_
14. El código genético es \_\_\_\_\_, ya que en todos los seres vivos, el mismo triplete codifica a \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD 3 De las siguientes cuestiones subraya la respuesta correcta

1. Son las funciones que realiza el DNA:
  - a) participa directamente en la síntesis de proteínas saliendo del núcleo y siendo traducido en el ribosoma
  - b) participa indirectamente en la síntesis de proteínas, el DNA mismo permanece en el núcleo
  - c) nada tiene que ver en la síntesis de proteínas, solo intervienen en la división celular
  - d) intervienen en la síntesis de proteínas dentro del núcleo
2. ¿Cuál de las siguientes es una molécula de una sola cadena que contiene la información para ensamblar una proteína específica?
  - a) ARN de transferencia
  - b) ADN de exón
  - c) ARN ribosómico
  - d) ADN de intrón
  - e) ARN mensajero
3. Anticodón es el termino que se aplica a
  - a) la lista de aminoácidos que corresponde al código genético
  - b) el concepto de que a veces varios codones codifican a un solo aminoácido
  - c) la parte del RNA<sub>t</sub> que interactúa con el codón
  - d) la parte del RNA<sub>t</sub> que se une a un aminoácido
  - e) los varios tramos de tres nucleótidos que codifican una señal de "alto"



4. La síntesis de una proteína con base en la secuencia del RNA mensajero
  - a) es catalizada por la DNA polimerasa
  - b) es catalizada por la RNA polimerasa
  - c) se conoce como traducción
  - d) se conoce como Transcripción
  - e) se lleva a cabo en el núcleo
  
5. Selecciona la secuencia que ordena los eventos que se llevan a cabo en la REPLICACION del ADN
  - A) Cada una de las cadenas aisladas servirá de molde para sintetizar la nueva cadena
  - B) Se tienen cuatro cadenas de ADN, dos originales y dos nuevas cadenas complementarias que se enrollan formando nuevamente una doble hélice
  - C) La enzima ADN polimerasa une los nucleótidos complementarios en el orden correcto, estableciéndose nuevamente los enlaces de hidrogeno entre las bases nitrogenadas
  - D) La doble hélice sufre un desenrollamiento progresivo y se separan las dos cadenas
  
6. Como ya se menciona, el DNA no participa directamente en la síntesis de proteínas, sino que lo hace a través del RNA, a continuación hay una secuencia de bases nitrogenadas de DNA, anota debajo de cada una de ellas la base complementaria correspondiente al RNAm y debajo de estos el nombre del aminoácido especificado por cada triplete. Auxíliate del código genético

DNA	AGC	CTG	ACC	GTA	AGT	AGC	CCC
RNA							
AMINOACIDO							

7. Anota debajo de cada aminoácido de la siguiente cadena los tripletes necesarios para la especificación

Lis - Val - Fen - Ser - Ser - Lis - Val - Lis - Pro

\_\_\_\_\_

8. Una proteína particular tiene 100 aminoácidos. En el gen de esta proteína, ¿Cuántos nucleótidos son necesarios para codificarla?

\_\_\_\_\_

### 6.2.2. GENES Y CROMOSOMAS (CARIOTIPO)

ACTIVIDAD 1 Contesta las siguientes preguntas:

1.- ¿Que es un gen? \_\_\_\_\_



b) ¿En términos moleculares como puede definirse?

c) ¿Donde se localizan?

2.- ¿Que es un locus?

3.- \_\_\_\_\_ Son los responsables de que heredemos ciertas características de los progenitores.

4.-gen \_\_\_\_\_ es el que se expresa en condición homocigótica (AA) y heterocigótica (Aa), mientras que el gen \_\_\_\_\_ sólo se expresa en condición homocigótica (aa).

5.-¿ Que son los cromosomas?

ACTIVIDAD 2 Coloca los nombres correspondientes: De acuerdo a la figura 3.

1.- \_\_\_\_\_ Cuando los dos brazos tienen casi la misma longitud (el centrómero está en la mitad del cromosoma)

2.- \_\_\_\_\_ cuando los dos brazos tienen una longitud significativamente diferente (el centrómero está más cerca de un extremo del cromosoma que del otro extremo)

3.- \_\_\_\_\_ cuando hay sólo un brazo claramente distinguible (el centrómero está en el extremo del cromosoma)

4.- \_\_\_\_\_ cuando los brazos tienen una longitud ligeramente desigual (el centrómero está un poco arriba de la parte media del cromosoma )

Clases de cromosomas por la posición del centrómero:

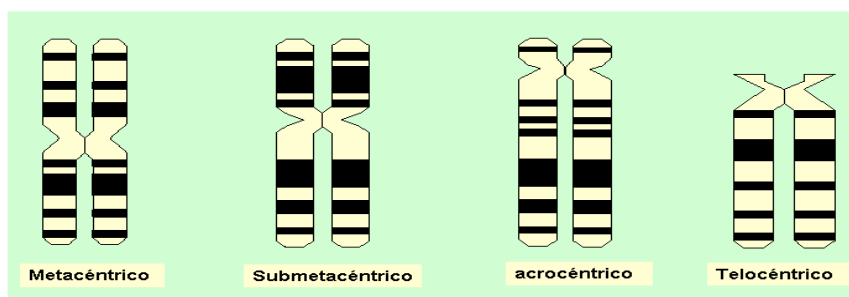


fig.3

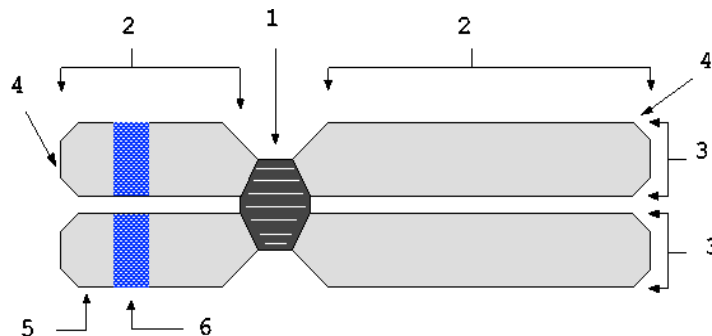


ACTIVIDAD 3 Coloca dentro del paréntesis la letra correspondiente de las partes estructurales del cromosoma.

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| ( ) Son estructuras idénticas en morfología e información ya que contienen cada una moléculas de ADN   | a) SAT (Satélite)              |
| ( ) Extremo de cada brazo del cromosoma se le denomina   | b) Centrómero                  |
| ( ) Se sitúan los genes que se transcriben como ARNr, con lo que se promueve la formación del nucleolo y de los ribosomas  | c) Cinetócoros                 |
| ( ) Es el segmento del cromosoma entre el organizador nuclear y el telómero correspondiente  | d) Cromátidas                  |
| ( ) Es el segmento del cromosoma entre el organizador nuclear y el telómero correspondiente  | e) Telómero                    |
| ( ) Las cromátidas están unidas por  | f) NOR (Región org, nucleolar) |
| ( ) Zonas discoidales situadas a ambos lados del centrómero que durante la división celular tienen como función hacer que los microtúbulos del huso se unan a los cromosomas |                                |

ACTIVIDAD 4 Coloca los números que correspondan a las partes del cromosoma:

- ( ) Centrómero, ( ) NOR ( ) SAT ( ) Brazos ( ) Cromátidas  
( ) Telómeros





ACTIVIDAD 5. Completa los párrafos del siguiente texto:

1) El número de cromosomas es fijo para cada especie animal o vegetal. Así, por ejemplo, las células humanas tienen \_\_\_\_\_ cromosomas,

2) El número de cromosomas de las células somáticas (no reproductoras) de la mayoría de los animales, plantas y hongos es siempre \_\_\_\_\_, excepto si se tienen \_\_\_\_\_ en el número de cromosomas, ya que cada célula somática dispone de \_\_\_\_\_ juegos de cromosomas y cada cromosoma de una serie tiene su homólogo en la otra.

3) Los cromosomas \_\_\_\_\_ provienen cada uno de un progenitor. Es por esto que contienen información para los mismos caracteres pero no necesariamente la misma información, pues uno de los progenitores ha podido aportar un gen para un carácter y el otro progenitor otro gen diferente.

4) El número de cromosomas de cada serie recibe el nombre de \_\_\_\_\_ o  $n=$  \_\_\_\_\_ y, como ya se ha dicho, ha sido heredado de uno de los progenitores.

5) El número total de cromosomas es \_\_\_\_\_ o  $2n$  en la especie humana  $2n=$  \_\_\_\_\_. Siendo  $n$  y  $2n$  las fórmulas cromosómicas \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ respectivamente.

6) El \_\_\_\_\_ contiene el ácido nucleico, ADN, que se divide en pequeñas unidades llamadas \_\_\_\_\_. Éstos determinan las características hereditarias de la célula u organismo.

7) El ser humano tiene \_\_\_\_\_ pares de cromosomas

8) Durante la fecundación, el \_\_\_\_\_ y el \_\_\_\_\_ se unen y reconstruyen en el nuevo organismo la disposición por pares de los cromosomas; la mitad de estos cromosomas procede de un parental y la otra mitad del otro.

9.-El \_\_\_\_\_ es el conjunto de características que permiten reconocer la dotación cromosómica de una célula. Para su reconocimiento son importantes ciertas características

10.- Quienes son los cromosomas sexuales o gonosomas \_\_\_\_\_



### 6.3 HERENCIA MENDELIANA

ACTIVIDAD 1 Resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno y explica como llegaste al resultado.

1. ¿Qué proporciones fenotípicas se obtienen en la primera generación en la cruce de dos plantas homocigóticas, una de semillas amarillas AA y otra de semillas verdes aa?
2. ¿Qué proporciones genotípicas se obtienen en la primera generación en la cruce de dos plantas homocigóticas, una de semillas amarillas AA y otra de semillas verdes aa?
3. ¿Qué genotipos y fenotipos se obtienen en la primera generación de la cruce de dos plantas homocigóticas, una de semillas amarillas y forma lisa AALL con otra de semillas verdes y forma rugosa aall, si los genes del color y de la forma son independientes?
4. ¿A qué se refiere la proporción de 9:3:3:1 que se obtienen la segunda generación en la cruce de dos individuos de la primera generación del problema anterior?

ACTIVIDAD 2 En esta actividad describiremos de que manera los genes determinan las características hereditarias de los individuos. Analizaremos resultados de algunos experimentos y entenderemos algunos conceptos importantes. Se puede trabajar en equipo de dos o tres alumnos.

Mendel realizó múltiples experimentos con plantas de chícharo. En uno de ellos cruzó plantas de flor morada (variedad pura) con plantas de flor blanca.

Sabías que todas las plantas de esta primera generación resultaron con flor morada. ¿Podrías explicar esto?

- \_\_\_\_\_

Posteriormente Mendel permitió una auto polinización de esta primera generación, es decir dejó que las plantas obtenidas (todas de flor morada) se fecundaran por si mismas. Cuando plantó las semillas de estas plantas, obtuvo algunas plantas con flor blanca ¿Podrías explicar esto?

- \_\_\_\_\_

Para descubrir lo que está pasando, imagina que repites el experimento anterior cinco veces. En la tabla siguiente se te muestran los resultados de la auto polinización de la primera generación de plantas (todas de flor morada)



PLANTAS DE LA SEGUNDA GENERACION

Experimento	Cantidad con flor morada	Cantidad con flor blanca
1	741	259
2	734	266
3	748	252
4	755	245
5	757	243

¿Observas algún patrón en estos experimentos similares?

- \_\_\_\_\_

Ahora divide (con una calculadora si es posible) la cantidad de plantas con flor morada entre la cantidad con flor blanca para los cinco experimentos y anota los resultados como en el experimento 1:

1\_                      2\_                      3\_                      4\_                      5\_

Nota que los números están muy cercanos al valor de 3. Observa los valores de la tabla anterior y contesta, ¿Qué significa este valor de 3?

- \_\_\_\_\_

—

Auto polinización de la primera generación
Segunda generación:
3 plantas de flor morada por cada planta de flor blanca

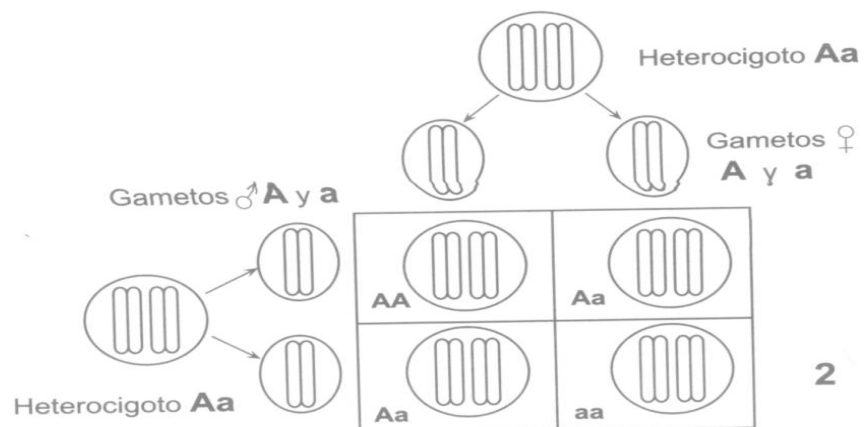
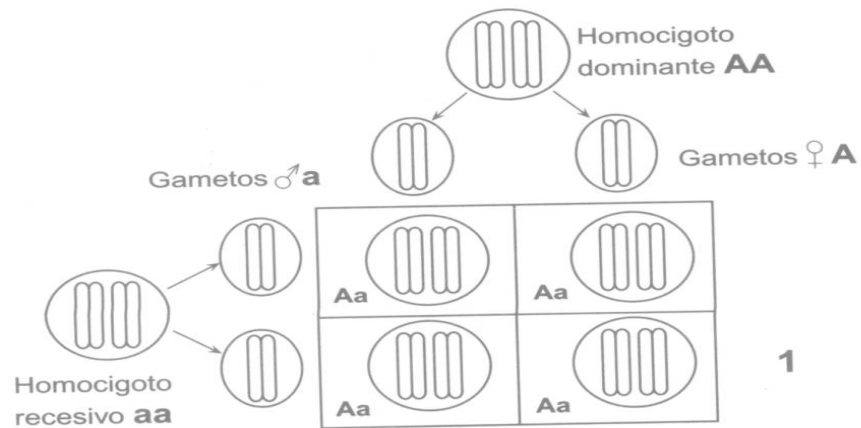
Para explicar estos sorprendentes resultados discútelos con tus compañeros de equipo y después con todo el grupo. Ahora para saber realizar cruces entre progenitores paternos y maternos utilizando el cuadro de Punnett





ACTIVIDAD 3 Ilumina las células y sus cromosomas con los colores respectivos: AA, amarillo, aa, azul y Aa verde, para representar un ejemplo de la herencia con dominancia incompleta.

El cuadro 1 es la primera generación filial, y el cuadro 2 representa la segunda generación filial.





### 6.3.1 HERENCIA NO MENDELIANA

- 1.- Pedro tiene sangre tipo O y su hermano sangre tipo AB. Los abuelos tienen sangre tipo A ¿Que genotipo tienen los padres de Pedro?
2. ¿Cómo serán los descendientes posibles en la cruce de un gallo negro NN y na gallina blanca nn, si los alelos de color son codominantes?
3. El color de pelaje de los conejos está controlado por cuatro alelos: C (color gris oscuro), cch (color gris claro) ch (albino con patas y orejas negras) y c (albino) En esta serie el primer gen domina a los siguientes en ese mismo orden. ¿De qué color serán los conejos con los siguientes genotipos?: CC, Ccch, cc, cch ch, chc, Cc.

### 6.3.1 TEORIA CROMOSOMICA

ACTIVIDAD 1. Identifica la respuesta correcta

- |  |   |
|--|---|
| 1. Los componentes de los cromosomas son   | 13. Cromosoma que tiene dos centrómeros   |
| 2. Que es un cromosoma   | 14. Cromosoma con el centrómero cerca de la mitad y con los dos brazos del mismo tamaño |
| 3. Los cromosomas que no determinan características sexuales se llaman   | a) Cromosomas homólogos   |
| 4. En la <i>Drosophila</i> y los humanos los cromosomas que determinan el sexo son   | b) Cromosomas acentrico   |
| 5. Las dos copias de cromosomas unidos por el centrómero se llaman   | c) Cromosomas metacentrico  |
| 6. Juego de cromosomas de un organismo que pueden verse durante la división celular  | d) Cromosomas dicentrico  |
| 7. Cromosomas similares en forma y tamaño que llevan el mismo arreglo de genes, pero uno proviene del macho y el otro de la hembra | e) Organismos o células con dos series de cromosomas                                    |
| 8. El numero de cromosomas de la especie humana son  | f) 22 pares de autosomas y dos pares de cromosomas                                      |
| 9. En el cariotipo diploide humano se observan   | g) DNA, RNA y proteínas histonas  |
| 10. Que significa la palabra diploide o $2n$   | h) Una molécula de DNA asociada con proteínas y otras sustancias                        |
| 11. Organismo o célula que tiene un solo juego de cromosomas   |   |
| 12. Fragmento de cromosoma que carece de un centrómero   |   |



i) Cariótipo

o) Autosomas

k) 46

p) XX y XY

m) Cromátidas

s) Haplóides o n

**ACTIVIDAD 2** Las siguientes actividades tienen como objetivo aprender conceptos y reafirmar conocimientos. Contesta brevemente

1. Investiga que propone la teoría cromosómica de la herencia
2. ¿Quiénes son los creadores de la teoría cromosómica de la herencia?
3. ¿Quién descubrió los cromosomas sexuales?
4. ¿Qué trabajos le permitieron a Morgan descubrir la diferencia de los cromosomas del macho y de la hembra?
5. Investiga quienes intervienen en el ciclo de división celular y en los procesos básicos de la reproducción

#### 6.4 DETERMINACION DEL SEXO

Algunos aspectos de la herencia dependen de cromosomas completos más que de genes específicos, ejemplo, un individuo será hombre o mujer dependiendo de los cromosomas sexuales que herede de su padre.

Un par de cromosomas sexuales determina si los órganos reproductores se desarrollan en testículos u ovarios. Estos órganos sintetizan las hormonas sexuales que controlan el desarrollo de las características masculinas o femeninas.

La mayoría de los genes en el cromosoma X humano dirigen una amplia gama de características que no tienen nada que ver con la feminidad pero si porta un gen para desarrollar ovarios.

El cromosoma Y contiene pocos genes, uno de ellos controla la formación de testículos.

**ACTIVIDAD 1** La siguiente actividad es para reafirmar el manejo de la herencia del sexo:

- 1.- ¿Qué pasa si al ser fertilizado un ovulo por un espermatozoides con los siguientes cromosomas XY? ¿Cómo se llama la alteración? \_\_\_\_\_
2. Si el espermatozoides fuera X y el ovulo XX ¿Cuál sería el resultado ¿Cómo se llama la alteración? \_\_\_\_\_
3. Explica como son los gametos ovulo en un organismo representado como 0X y ¿Cómo se llama y cuál es su número de cromosomas? \_\_\_\_\_
4. En cada uno de los ejemplos anteriores hay alteraciones en las características sexuales di en qué consisten.  
\_\_\_\_\_
5. Investiga que determina el sexo en los cocodrilos.  
\_\_\_\_\_



## 6.5 HERENCIA LIGADA AL SEXO

Los cromosomas sexuales, además, de definir el sexo del individuo, llevan genes que controlan la herencia de algunas características somáticas (del cuerpo). En la especie humana estas casi siempre constituyen enfermedades genéticas y se les llama herencia ligada al sexo.

ACTIVIDAD 1 Las siguientes actividades son para reafirmar como se transmiten las características ligadas al sexo.

1. ¿Cuál es la característica ligada al sexo en las Drosophilas?  
\_\_\_\_\_
2. Una mujer de vista normal, pero portadora del daltonismo, se casa con un hombre daltónico. En un cuadro de Punnet representa los posibles genotipos y fenotipos de sus hijos.  
\_\_\_\_\_
3. Explica solo en qué condiciones las mujeres son hemofílicas  
\_\_\_\_\_
4. ¿Como sabemos que el príncipe Alberto no fue causante de la hemofilia en los descendientes de la reina Victoria?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. ¿Cuál es la probabilidad de que una mujer con una visión normal al color, cuyo padre tenía ceguera de color pero cuyo marido tiene visión normal tenga un hijo con ceguera al color? \_\_\_\_\_
6. Explica en qué consiste la hemofilia.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Proporciona un ejemplo de herencia influida por el sexo, que no sea daltonismo ni hemofilia.

## 6.6 ALTERACIONES GENÉTICAS (MUTACIONES)

ACTIVIDAD 1

Realizar un mapa mental o conceptual sobre las mutaciones

ACTIVIDAD 2 Escribe sobre la línea cierto o falso según el enunciado

1. \_\_\_\_\_ La mutación es una fuerza evolutiva que puede dar origen a nuevas especies
2. \_\_\_\_\_ El síndrome de Cri-du-chat es una mutación por sustitución de bases



3. \_\_\_\_\_ Las mutaciones solo pueden ser heredadas cuando afecta a las células reproductivas
4. \_\_\_\_\_ Las mutaciones cariotípicas son las que afectan al número de cromosomas
5. \_\_\_\_\_ La haploidía provocan un incremento en el número de juegos de cromosomas
6. \_\_\_\_\_ Los rayos ultravioletas es un agente químico que causa mutación
7. \_\_\_\_\_ Los virus y las bacterias pueden causar mutaciones
8. \_\_\_\_\_ La nicotina es un mutágeno físico

ACTIVIDAD 3 Relaciona las columnas colocando en el paréntesis la respuesta correcta

- |  |                    |
|--|--------------------|
| ( ) Síndrome causado por la trisomía del cromosoma 21                | 1. Cri – du – chat |
| ( ) Síndrome causado por la pérdida de un fragmento del cromosoma 22 | 2. Philadelphia    |
| ( ) Síndrome causado por la trisomía del cromosoma 13 ó 15           | 3. De Down         |
| ( ) Síndrome en el que se presentan los cromosomas XXY               | 4. De Edwards      |
| ( ) Síndrome causado por la pérdida del brazo corto del cromosoma 5  | 5. De Patau        |
|  | 6. De Klinefelter  |
|  | 7. Del duplo XY    |
|  | 8. De Turner       |

### 6.7 INGENIERIA GENÉTICA

El conocimiento de los ácidos nucleicos, su estructura, sus propiedades y su acción en el proceso de síntesis de proteínas fueron el punto de partida para investigaciones genéticas en el nivel molecular, tanto en procariontes como en eucariontes. Dichas investigaciones han abierto nuevos campos de la ciencia, muchos de ellos con aplicaciones prácticas, por ejemplo, la ingeniería genética, la biotecnología y la bioinformática, proporcionando avances en la cura de enfermedades, nuevos medicamentos, mejoramiento de especies útiles al hombre.

ACTIVIDAD 1 Contesta las siguientes cuestiones para introducir el concepto de ingeniería genética

- 1.- Investigar en qué consiste la Ingeniería genética
- 2.- ¿Cuáles son los resultados de la ingeniería genética?
- 3.- Como se generan los organismos transgénicos o modificados genéticamente (OMG)
- 4- Uno de los objetivos de la ingeniería genética es
- 5.-Investiga tres aplicaciones de la ingeniería genética
6. Nombra tres ejemplos de plantas y tres de animales transgénicos
- 7.- ¿Qué es un DNA recombinante?
- 8.-En qué consiste la tecnología del DNA recombinante
- 9.- ¿Qué es la clonación?
- 10.-Para que se realiza la secuenciación del DNA
- 11.- ¿Cuál es la función de las enzimas de restricción?
- 12.- ¿Qué es un plasmido?



- 13.- ¿Cuál es la función de los plasmidos?
- 14.- ¿Quiénes son utilizados como vectores?
- 15.- ¿En qué consiste la biotecnología?
- 16.- Nombra cuatro productos obtenidos por medio de la biotecnología en las siguientes áreas
  - a. Industrial
  - b. Agricultura
  - c. Ganadería
  - d. Medicina
- 17.- En qué consiste la terapia de genes
- 18.- Investiga el genoma humano y ¿Cual es su importancia?
- 19.- Investiga que es la bioética y ¿Qué importancia tiene en el desarrollo de la ciencia?

## UNIDAD VII. ECOLOGÍA

La ecología tiene sus raíces desde que el hombre primitivo necesitó de conocimientos precisos para subsistir, de su medio ambiente, esto es de las fuerzas de la naturaleza, de las plantas y los animales que lo rodeaban, ya que estos dependían de la caza, la pesca y la recolección de frutos y semillas, por lo que necesitaban saber acerca de donde y cuando encontrar dichos recursos. Y sigue siendo más necesario que nunca para la humanidad, poseer un conocimiento preciso del medio en que vivimos, para que nuestra complicada civilización subsista.

El término **ecología** deriva de los vocablos griegos *oikos*, que significa <casa>, y *logos* <tratado o estudio>. Que en sentido literal, es el estudio de los organismos en su casa, esto es en su medio.

Conviene destacar que el uso de este término comenzó durante la segunda mitad del siglo XIX. Henry Thoreau lo empleó durante 1858 en sus cartas, pero no lo definió y es hasta 1869 cuando el biólogo alemán Ernst Haeckel lo define como el conjunto de relaciones que establece una especie animal con su entorno orgánico e inorgánico. No obstante, esta propuesta resulta un tanto modesta, al compararla con el estado que ofrece actualmente la ecología.

El descubrimiento de las relaciones que se dan entre los organismos y su ambiente permitió ver la gran complejidad de la propuesta de Haeckel, ya que se vio que si bien era cierto que una especie establece relaciones con su medio, también lo hace con otras especies con las que comparte espacio. Por esta razón, se divide a la ecología como autoecología y sinecología.



La **autoecología** estudia las relaciones de una sola especie con su medio (estudios poblacionales) y la **sinecología** estudia las relaciones entre las distintas especies de una comunidad y su medio (estudios de ecosistemas o de comunidades).

Así pues la ecología es el estudio científico de las relaciones entre los organismos y su ambiente.

Por otra parte la ecología es una ciencia integradora e interdisciplinaria ya que esta vinculada estrechamente con la biología, la genética, la evolución, la fisiología, la etología, la bioestadística, la biogeografía, la paleontología, entre otras; que son fundamentales para comprender como los individuos responden a su ambiente y lo modifican, y dicha vinculación con estas disciplinas hacen de la ecología una ciencia rica y compleja.

## CONCEPTOS

El conocimiento de los conceptos ecológicos, es importante para la resolución de los problemas ambientales, pero también debe ser un elemento principal en nuestra forma de pensar en la economía, la política y estilo de vida.

**Abundancia.**- Número de individuos de una especie en una área.

**Biocenosis.**- Comunidad de seres vivos que habitan un lugar determinado.

**Biodiversidad.**- Una medida de la variedad de tipos de organismos, en una determinada región.

**Bioma.**- Gran comunidad fácilmente diferenciada que nace como resultado de interacciones complejas de clima, otros factores físicos y factores bióticos.  
Habitualmente corresponde a la clasificación de formaciones vegetales.

**Biosfera.**- Fina capa sobre la tierra en la cual habitan todos los seres vivos

**Biotipo.**- Grupo de organismos de origen común que tienen los mismos factores hereditarios.

**Biotopo.**- Espacio físico que ocupa la biocenosis y que tiene el conjunto de factores físicos y químicos con los que interactúa.

**Cadena trófica.**- Movimiento de energía y nutrientes desde un grupo de organismos con unos requerimientos alimenticios comunes a otro grupo, en una serie que empieza en general con las algas y las plantas y que finaliza con los carnívoros, detritívoros y descomponedores.



**Ciclo biogeoquímico.**- Circulación de los elementos o compuestos químicos a través de los organismos vivos y del ambiente abiótico.

**Comunidad.**- Grupo de poblaciones de plantas y animales que viven en un área o hábitat definido que puede ser muy grande o muy pequeño.

**Densidad.**- Número de individuos por unidad de área o volumen.

**Ecosistema.**- Unidad ecológica compuesta de organismos vivientes (biocenosis), con su correspondiente medio inerte (biotopo).

**Ecotono.**- Línea imaginaria que define el término entre un bioma y otro. Es decir una zona de transición entre dos comunidades diferentes.

**Especie.**- (concepto ecológico). Linaje o conjunto de linajes afines, que evoluciona separadamente de otros y que ocupa una determinada zona adaptativa (Van Valen, 1976).

**Factores abióticos.**- Lo constituye todo lo que carece de vida, como el suelo, el agua, la luz, la temperatura, etc. En general todos los factores físicos y químicos.

**Factores bióticos.**- Todo lo que tiene vida, plantas animales y microorganismos.

**Hábitat.**- Residencia natural de una especie animal o vegetal.

**Nicho ecológico.**- Papel funcional de un organismo en la comunidad incluyendo actividades y relaciones.

Una de las generalizaciones importantes de la ecología es que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho ecológico.

**Población.**- Grupo de individuos de una especie dada que habitan una zona geográfica específica

**Sucesión ecológica.**- Proceso gradual y predecible del cambio y sustitución de una comunidad por otra, suele progresar hasta una comunidad terminal estable denominada clímax.

La naturaleza es la totalidad de lo que existe y ha desarrollado las formas de vida más variadas, algunos organismos habitan en la superficie terrestre, mientras otros se localizan en el interior de la misma en túneles profundos; otros más viven en el agua (dulce o salada); en fin cada organismo habita una área correspondiente, porque de ella obtiene los elementos que le son indispensables para vivir, esta área es su **medio**.





El **ambiente** esta integrado por un conjunto de factores bióticos y abióticos, que interactúan en un espacio y tiempo determinados (Fig. 1).

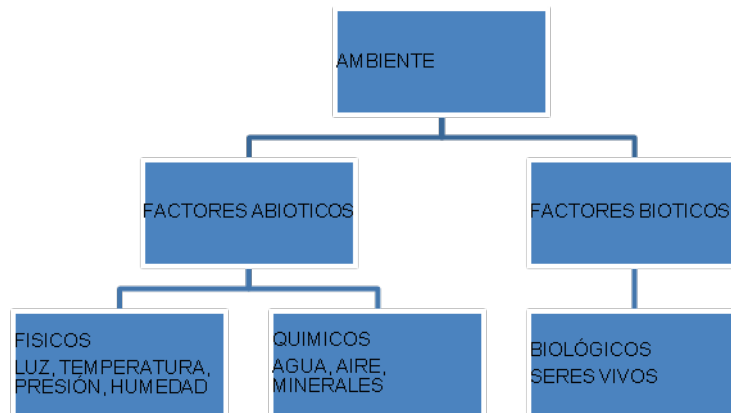


Fig. 1. Componentes del ambiente.

Todos los organismos viven en ambientes físicos variables respecto a los factores abióticos, los cuales difieren de un sitio a otro, según la latitud, la región o la localidad. Además, en cualquier lugar, el ambiente físico varía con el tiempo: anual, estacional y diariamente. Debido a que los organismos responden a una variedad de factores ambientales, cualquier factor puede potencialmente limitar la supervivencia, su crecimiento y su reproducción, e incidir directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades.

En 1840 un especialista alemán en química orgánica Justus von Liebig, desarrolló **la ley del mínimo de Liebig**, que en términos generales dice que la actividad de un organismo esta en función del factor ambiental que se encuentra en valores más limitantes, esto es que la velocidad de crecimiento y reproducción de todo organismo, depende de la presencia en mínimas cantidades de los materiales esenciales, de ahí que sólo los organismos que permanecen en un hábitat favorable puedan crecer y reproducirse en condiciones óptimas.

Sin embargo no sólo la escasez de algo podrá constituir un factor limitativo, como lo propuso Liebig, sino también el exceso de algo (como sol, luz y agua).

Así, pues, los organismos tienen un **máximo** y un **mínimo**, con un margen entre uno y otro que representa los **límites de tolerancia**. Esta idea fue incorporada a la “Ley de tolerancia” por V. E. Shelford en 1913.

Para expresar los grados relativos de tolerancia se ha generalizado en ecología el empleo de los prefijos <euri> que significa amplio y <esteno> que significa angosto, y que junto con el sufijo **termo** para variaciones de temperatura, **halino** para concentración de sales del medio, **higro** para humedad del entorno; se construyen los términos euritermo o estenotermo, euríhalino o estenohalino y euríhigro o estenohigro, entre otros.

Por otro lado las características propias de un organismo, también le imponen restricciones para adaptarse al ambiente. Cabe señalar que por adaptación entendemos, en



términos generales, el proceso por medio del cual un organismo se ajusta o acopla a su ambiente para poder sobrevivir. Las adaptaciones pueden ser morfológicas o estructurales, fisiológicas y conductuales.



Uno de los aspectos de mayor relevancia para la ecología es el estudio de las poblaciones, a la que definimos como a un grupo de individuos de una especie que habitan una zona geográfica específica.

Una población se puede definir por las siguientes características:

- ✓ Densidad de población, número de individuos por unidad de área o de volumen.
- ✓ Natalidad o tasa de nacimientos, número de individuos que nacen por unidad de tiempo.
- ✓ Mortalidad o tasa de muertes, números de individuos que mueren por unidad de tiempo
- ✓ Potencial biótico, capacidad de reproducción de los individuos de la población.
- ✓ Patrones de crecimiento o Tipo de crecimiento, puede ser crecimiento logístico, cuando existen factores que limitan el crecimiento de la población, o crecimiento exponencial, cuando no hay factores que limitan el crecimiento de la población

### **DENSIDAD**

Es el número de individuos de una misma especie por unidad de área o volumen.

Desde el punto de vista ecológico esta característica es muy importante, puesto que dependiendo de las características de tamaño y necesidades alimenticias de los individuos que integran una población, esta pueda crecer o disminuir, poniendo en juego sus mecanismos de homeostasis (autorregulación de las poblaciones) para mantener constante el equilibrio ambiental.

### **DISPERSIÓN**

Es la forma en que pueden estar distribuidos los individuos de una población en un territorio o espacio y representa una gran influencia sobre la densidad.

Los individuos de una población pueden distribuirse en base a tres grandes modelos que son al azar, uniforme o amontonada (Fig.1).

Distribución al azar. Es relativamente rara en la naturaleza. Ocurre cuando el medio físico presenta características homogéneas y los individuos pueden ubicarse en cualquier sitio del área, sin que la presencia de un individuo en un cierto punto en el espacio, afecte la ubicación de otro (Fig.1a).



Distribución uniforme. Ocurre aun cuando el sustrato o medio físico fuese constante, los individuos muestran entre sí una interacción negativa que toma la forma de competencia por cierto recurso, que puede ser el espacio propiamente dicho o el alimento (Fig.1b).

Distribución amontonada o agregada. Es la más común en la naturaleza. Es cuando se presenta una interacción positiva entre los individuos de una población, por lo que se observan agrupaciones más o menos densas dentro del área donde se distribuye la población (Fig.1c).

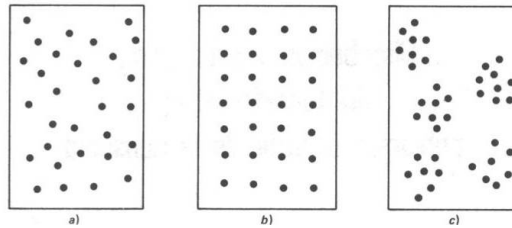


Fig. 1 Tipos de distribución de la población  
(Fuente: Franco, L.J. et.al. 1985)

Para medir o determinar la densidad y la dispersión se requiere de métodos adecuados, que varían de acuerdo con el tipo de población que se desea estudiar, algunos son: Conteo directo, el marcado, captura por unidad de esfuerzo, marcado y recaptura, entre otros.

### **DISTRIBUCION DE EDADES**

Es importante en los estudios de población, puesto que nos permite inferir el comportamiento futuro de un grupo de individuos.

En 1938 Bodenheimer catálogo tres edades ecológicas: prerreproductiva, reproductiva y posreproductiva. Sin embargo, la duración de estas tres edades en proporción con el tiempo de vida es muy variable de una especie a otra, por ejemplo los insectos tienen un periodo prerreproductivo muy largo, un periodo reproductivo muy corto y, no tienen periodo posreproductivo.

### **PROPORCION DE SEXOS**

En las poblaciones por regla general la proporción de sexos es balanceada 1:1 no obstante que se dan casos en que nacen más individuos de un sexo que de otro; dando lugar a la práctica de la poliginia (unión de un hombre con varias mujeres), y en caso contrario la poliandria (unión de una mujer con varios hombres).

Por lo que respecta a los animales, existe una gran variedad de situaciones, por ejemplo, en el caso de las gallináceas, el gallo cubre a muchas hembras, cabe señalar que hay otro tipo de aves que únicamente se aparean el macho con una hembra, entre los cuadrúpedos se dan casos en que un macho tiene que luchar con otros por la o las hembras, en cuyo caso triunfa el más fuerte sobre el más débil. No obstante, la proporción de sexos no se puede generalizar, ya que para cada especie hay una proporción entre el



número de hembras y machos, de ahí que este dato nos permita predecir el comportamiento futuro de una población.

### **NATALIDAD O TASA DE NACIMIENTOS**

Se refiere al número de individuos que nacen en un tiempo determinado.

Existen dos tipos de natalidad en la población:

- 1) Natalidad máxima, consiste en la producción teórica máxima de nuevos individuos, en condiciones ideales. Esta natalidad debe de carecer de factores ambientales limitativos, en la inteligencia que las únicas limitantes serán los factores fisiológicos; cabe destacar que este tipo de natalidad constituye una constante para una población determinada.
- 2) Natalidad real, es el incremento de población en una condición ambiental real o específica. No constituye una constante para una población, pero podrá variar con el volumen y la composición de la población y las condiciones físicas del medio.

### **MORTALIDAD O TASA DE MUERTES**

Se refiere al número de individuos de una población que mueren en un tiempo determinado.

En una población natural lo que más se observa no es la mortalidad en condiciones favorables como pudiera ser por envejecimiento, sino aquella que se presenta por determinadas causas como la destrucción del hábitat, depredación, catástrofes ambientales, entre otros.

### **SUPERVIVENCIA**

Hablar de supervivencia en una población se refiere al porcentaje de sus miembros que viven en diferentes edades. Se gráfica en forma de curvas y nos permiten conocer la proporción de individuos en las diferentes etapas de la vida de las especies y cuando se presenta el mayor índice de mortalidad (Fig.2).

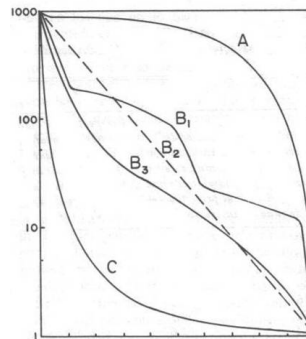
Las curvas de supervivencia presentan las siguientes modalidades.

Una **curva** altamente **convexa (C)** es característica de los seres humanos y de muchos otros animales grandes y longevos como el carnero de Dall donde el índice de mortalidad permanece bajo hasta cerca del fin de tiempo de vida.

Una **curva** altamente **cóncava (A)** se produce cuando la mortalidad es alta durante las etapas jóvenes, es característica de los organismos que tienen un gran número de crías; por ejemplo las ostras y demás crustáceos. Probablemente ninguna población del mundo real tiene un índice de supervivencia específica de edad constante durante el tiempo entero de su vida (**B<sub>2</sub>**), pero una **curva de tipo peldaño** de escalera puede presentarse cuando el índice de supervivencia experimenta cambios bruscos en transición de una, etapa del curso de la vida a otra por ejemplo, las mariposas que sufren metamorfosis completa, los



segmentos rápidos en la curva representan etapas de huevo, crisálida y adulto; en tanto los segmentos más planos representan etapas larvales y de ninfa que experimentan menos mortalidad (**B<sub>1</sub>**). También puede presentarse una **curva ligeramente cóncava o sigmoide** (**B<sub>3</sub>**) que es característica de muchas aves, ratones y conejos. En estos casos la mortalidad es alta en los jóvenes pero más baja y aproximadamente constante en los adultos (de un año o más).



EDAD EN PORCENTAJE DEL TIEMPO DE VIDA MÁXIMA

Fig. 2. Tipos de curvas de supervivencia, construidas sobre la base de sobrevivientes por millar de la escala logarítmica (coordenada vertical) y la edad en porcentaje del tiempo de vida máxima (coordenada horizontal).

(Fuente: Odum, E.P. 1984).

## POTENCIAL BIOTICO Y RESISTENCIA AMBIENTAL

El tamaño último de toda población es el resultado del equilibrio entre estos dos factores que determinan los índices de natalidad y mortalidad.

Cuando el índice de crecimiento en condiciones favorables es máximo, es decir los factores del medio son ilimitados, lo denominamos **potencial biótico**, es decir es la capacidad máxima que tienen las poblaciones para aumentar el número de individuos en condiciones ideales, que hacen posible una tasa de natalidad máxima y una tasa de mortalidad mínima.

A este potencial biótico se opone la **resistencia ambiental**, que es la suma de factores denso-dependientes o intrínsecos que surgen dentro de la misma población (enfermedades, disponibilidad de alimento y de espacio, etc.) y factores denso-independientes o extrínsecos que provienen del exterior (fluctuaciones intensas del clima, incendios, inundaciones, etc.) que contribuyen a disminuir los índices de natalidad y aumentar los de mortalidad.

## PATRONES DE CRECIMIENTO

Las poblaciones tienen formas de crecimiento que se llevan a cabo de manera más o menos predecible. Se puede mostrar mediante el uso de curvas de crecimiento que pueden ser en forma de “J” (crecimiento exponencial) o bien en forma de “S” (crecimiento sigmoide), estas formas de crecimiento pueden modificarse y/o cambiarse.



En la forma de crecimiento en “J” o exponencial, la densidad de la población aumenta rápidamente, alcanzando casi su potencial biótico, debido a las condiciones ideales del medio. Obviamente, ninguna población puede seguir creciendo sin ninguna restricción, en cualquier momento se rebasará la capacidad ambiental máxima que es la capacidad de carga del ambiente y se provocará un desplome de la población. Describen esta curva de crecimiento las poblaciones que se reproducen una vez al año, por ejemplo; los insectos fitófagos (Fig.3).

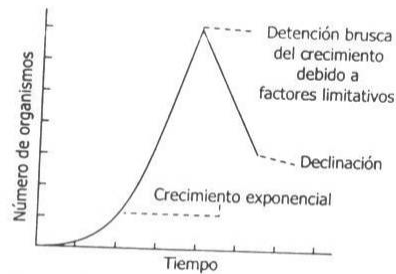


Fig. 3. Curva de crecimiento en “J” o exponencial

En la forma de crecimiento sigmoide, cuando la tasa de reproducción hace que se aproxime al límite de la capacidad de carga de su medio y las presiones ambientales empiezan a tomar mayor fuerza, la tasa de crecimiento disminuye y la curva se mantiene en un nivel más o menos constante, describiendo este tipo de curva; la cual es propia de poblaciones integradas por organismos mayores de ciclos más largos y con potenciales bióticos bajos (Fig. 4)

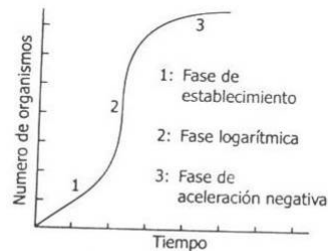


Fig. 4. Curva de crecimiento sigmoide “S”

## MIGRACIÓN

Se define como el desplazamiento de una población de organismos, más allá del área que normalmente ocupa.

Se conoce como inmigración a los movimientos de entrada al centro de la población, o bien emigración a los de salida del mismo.

Con objeto de conocer el balance real relativo al número neto de individuos que ingresa a una población, la tasa de migración se calcula así:

$$\text{Tasa de migración} = \text{inmigración} - \text{emigración} \times 100$$

(En un tiempo determinado)



## RELACIONES INTRAPOBLACIONALES

Son, ante todo, las relaciones genéticas expresadas en los procesos de reproducción y siguen diferentes formas de comportamiento; por ejemplo, los individuos de una población pueden distribuirse en el área que habitan de una manera uniforme o formando grupos, dando como resultado el establecimiento de las jerarquías o niveles de autoridad en ellos, estas describen el comportamiento social de los individuos y se ponen de manifiesto en manadas, rebaños, parvadas, hormigueros, colmenas, etc.

La **manada** está constituida por un conjunto de mamíferos de la misma especie, generalmente de gran tamaño, que son guiados por un líder o jefe; por ejemplo: manadas de renos, alces, lobos, etc.

El **rebaño**, grupo de mamíferos de tamaño mediano, comúnmente de ganado lanar, donde existe un líder al que todos obedecen, por ejemplo: ovejas y cabras.

El **hormiguero** es un nido en el que viven una sociedad de hormigas. Consta de numerosas galerías que unen distintas cámaras, en aparente desorden, donde la reina es encargada de procrear, las obreras alimentan a la reina y cuidan de los huevecillos, larvas y pupas, que en la mayoría de las veces proceden de una única reina inmóvil, los soldados, de mayor tamaño, cuidan el hormiguero.

La **colmena** es un lugar en donde se aloja a las abejas o a las avispas, para obtener de ellas miel y cera, las colmenas pueden ser de corcho, mimbre o madera. En una colmena hay diferentes castas sociales y una división del trabajo perfectamente definida. La reina encargada de la reproducción, varios zánganos, incapaces incluso de alimentarse, cuya única función es la de fecundar a la reina, y varios miles de obreras, hembras estériles que recogen el néctar y el polen de las flores para elaborar miel y cera, y que realizan el trabajo de la comunidad.

Las jerarquías de dominio traen como consecuencia dos efectos fundamentales en las poblaciones:

1. Cuando en un hábitat escasea el alimento, los animales no lo comparten por igual, de ahí que los más fuertes sobrevivan en tanto que los más débiles mueran. Así la población sufre decremento necesario, hasta llegar a la cantidad de individuos que el hábitat puede alojar.
2. Únicamente se reproducen los animales más fuertes, lo que trae como consecuencia que las crías hereden mejores características genéticas que las ayudaran a sobrevivir en el hábitat



## RELACIONES INTERPOBLACIONALES

Siempre que una población interactúa con otra, una de ellas o ambas modifican su tasa de crecimiento. Si una población es beneficiada, su velocidad de crecimiento tiende a aumentar (+), pero si es perjudicada, esta tiende a disminuir (-).

En ocasiones, las interacciones resultan provechosas para ambas poblaciones involucradas (+/+), otras tienen efectos mixtos (+/-) y otras son perjudiciales para las dos (-/-). El efecto nulo se señala con cero (0).

Existen siete modalidades de relaciones interpopulacionales (Cuadro 1):

Cuadro 1 Tipo de relaciones interpopulacionales		
Tipo de interacción	Efectos inmediatos de la interacción (Pob.1/Pob.2)	Definición
Cooperación	+/+	Ambas poblaciones se benefician La interacción es opcional para ambas especies.
Mutualismo	+/+	Ambas poblaciones se benefician La interacción es necesaria para la supervivencia y crecimiento de cada una de las especies
Comensalismo	+/0	Una de las poblaciones se beneficia, la otra resulta inafectada.
Amensalismo o Antibiosis	-/0	Una de las poblaciones es inhibida, la otra resulta inafectada.
Competencia	-/-	Una población elimina a la otra, en el proceso ambas sufren
Depredación	+/-	Una de las poblaciones se beneficia, la otra se perjudica. La interacción es necesaria para la supervivencia del depredador o del parásito
Parasitismo	+/-	

Fuente: Sutton, B. y Harmon, 1981

(Fuente: Cervantes, M. y M. Hernández, 2005)

De todas estas relaciones, las que tienen especial interés para la ecología de poblaciones son **depredación**, **competencia** y **parasitismo**.

Relaciones interpopulacionales, (simbiosis) son las que se establecen entre individuos de diferentes especies y son las siguientes:





- ✓ Mutualismo, relación que se establece entre dos o más individuos en los cuales reciben beneficios mutuos, esta relación es tan íntima que estos organismos no pueden vivir solos e independientes, ejemplo, los líquenes.
- ✓ Comensalismo, relación entre dos tipos de organismo en la cual uno de ellos se beneficia y el otro no, pero tampoco se perjudica, ejemplo: el pez remora y el tiburón.
- ✓ Parasitismo, es cuando un organismo vive a expensas del otro y la causa daño, ejemplo, las amibas y el hombre.
- ✓ Competencia, cuando dos o más especies tienen los mismos requerimientos ambientales y compiten por lograrlo lo que provoca la muerte o migración del perdedor.
- ✓ Exclusión, es cuando una especie modifica las condiciones ambientales, impidiendo el desarrollo de otros organismos, por ejemplo, los árboles frondosos reducen la cantidad de luz que llega al suelo y excluyen de ese lugar a las especies que requieren de este factor.
- ✓ Antibiosis, cuando una especie produce una sustancia que difunde a su alrededor y limita su territorio, ya que ningún otro organismo podrá crecer.

En términos generales, entendemos por comunidad al grupo de poblaciones de plantas y animales que viven en un área determinada; sin embargo en sentido estricto se considera que debe existir una interdependencia mutua entre los individuos que la conforman, manteniendo un cierto equilibrio dinámico.

Las comunidades poseen ciertas características que definen su estructura física y biológica. Estas características varían tanto en el espacio como en el tiempo.

### ESTRUCTURA BIOLÓGICA

La composición de especies, que incluye tanto su número como abundancia relativa, define la estructura biológica de una comunidad. Una comunidad puede estar formada por unas pocas especies comunes o puede poseer una gran variedad de especies. Cuando una única o unas pocas especies predominan dentro de una comunidad se les denomina **dominantes**. Las dominantes pueden ser las más numerosas, las que poseen la mayor cantidad de biomasa, las que acaparan la mayor parte del espacio o las que realizan la mayor contribución al flujo de energía. Por ejemplo, en la pradera, aunque haya arbustos y algunos árboles, los dominantes son los pastos y las hierbas, ya que controlan la mayor proporción de energía que fluye en ese medio.



Entre el conjunto de especies que componen la comunidad, unas pocas son abundantes, siendo escasas la mayoría. Al número de individuos de una especie en un área determinada se le conoce como **abundancia**.

La dominancia y la abundancia definen la diversidad de especies; cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás menor es la diversidad de la comunidad. Por ejemplo en los bosques de pino, donde hasta el 90% de la biomasa del ecosistema está formada por solo una o dos especies, y el 10% restante por una cantidad grande de plantas de baja abundancia.

## ESTRUCTURA FISICA

La estructura física de la comunidad refleja factores abióticos, tales como la profundidad y flujo de agua en ambientes acuáticos. También refleja factores bióticos, tales como la configuración espacial de los organismos.

En las comunidades terrestres la estructura está en gran manera definida por la vegetación. La **estructura vertical** sobre la tierra refleja las formas de vida de los vegetales. Las plantas pueden ser altas o bajas, caducas o perennes, herbáceas o leñosas. Tales características describen formas de crecimiento. Así podemos hablar de hierbas, arbustos y árboles.

En las comunidades acuáticas la estructura está en gran parte determinada por factores físicos tales como luz, temperatura y oxígeno.

La estratificación vertical proporciona la estructura física sobre la que se asientan muchas formas de vida animal.

La **estructura horizontal** refleja una distribución irregular entre los organismos ya que se alternan áreas de agrupamiento de especies con otras totalmente despobladas, formando parches que reflejan cambios físicos en el ambiente que influyen sobre la distribución y diversidad de la vida animal dentro de la comunidad.

El límite que puede existir entre dos comunidades en sentido horizontal se llama **ecotono**, esta zona de transición puede contar con especies propias llamadas especies de borde, o ser hábitat de organismos de ambos medios.

## SUCESION ECOLOGICA

Las comunidades naturales varían a lo largo del tiempo. Este cambio secuencial y gradual a través del tiempo en la estructura de la comunidad se conoce como **sucesión**. Los cambios que ocurren durante la sucesión son tan variados como los ambientes en los que se lleva a cabo la sucesión. Las especies iniciales o especies tempranas de la sucesión son llamadas **especies pioneras**. Si nada la perturba, la sucesión prosigue hasta formar una **comunidad climax** variada y relativamente estable, que es el término de la sucesión.

Existen dos formas principales de sucesión: primaria y secundaria. Durante la **sucesión primaria** una comunidad coloniza poco a poco la roca desnuda, arena o un estanque glacial limpio donde no hay rastro de una comunidad anterior. La generación de



una comunidad desde cero es un proceso que por lo regular toma miles o incluso decenas de miles de años (Fig.5). Durante la **sucesión secundaria** se desarrolla una comunidad después de que un ecosistema existente ha sido trastornado, como en el caso de un incendio forestal o un campo agrícola abandonado. Esta forma de sucesión se lleva a cabo mucho más rápido que la sucesión primaria, porque la comunidad anterior ha dejado su marca en forma de suelo y semillas (Fig. 6).

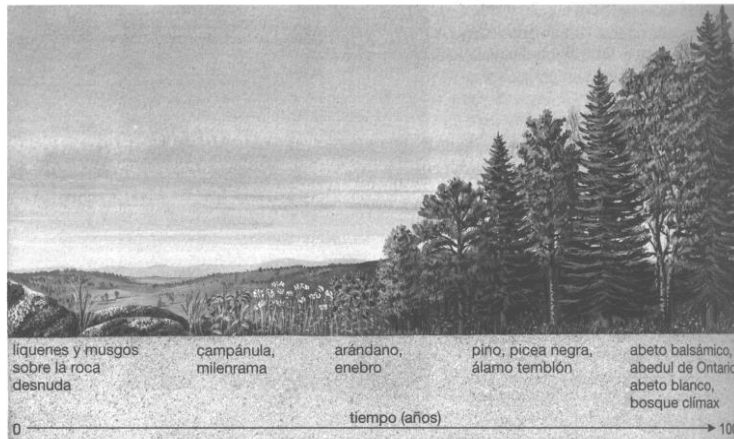


Fig.5. Sucesión primaria. (Fuente: T. Audesirk, G. Audesirk y B.E. Byers. 2004).

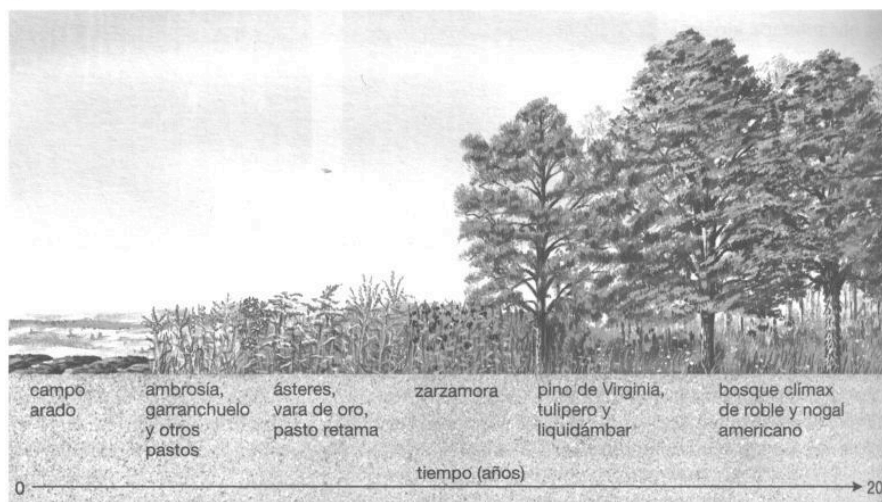


Fig.6. Sucesión secundaria. (Fuente: T. Audesirk, G. Audesirk y B.E. Byers. 2004).

También hay sucesión en los estanques y lagos de agua dulce está ocurre a consecuencia de cambios dentro del ecosistema y también como resultado de la entrada de nutrimentos del exterior. Los sedimentos y nutrimentos que introduce el agua que escurre del terreno circundante tienen efectos particularmente notables en los pequeños lagos, estanques y pantanos de agua dulce, que poco a poco experimentan una sucesión hasta transformarse en terrenos secos (Fig. 7). En los bosques, los lagos que experimentan



sucesión llegan a formar praderas. A medida que el lago se rellena a partir de los bordes, los pastos colonizan el suelo recién expuesto. Conforme el lago se encoge y la pradera crece, los árboles invaden el terreno en torno a los bordes de la pradera.

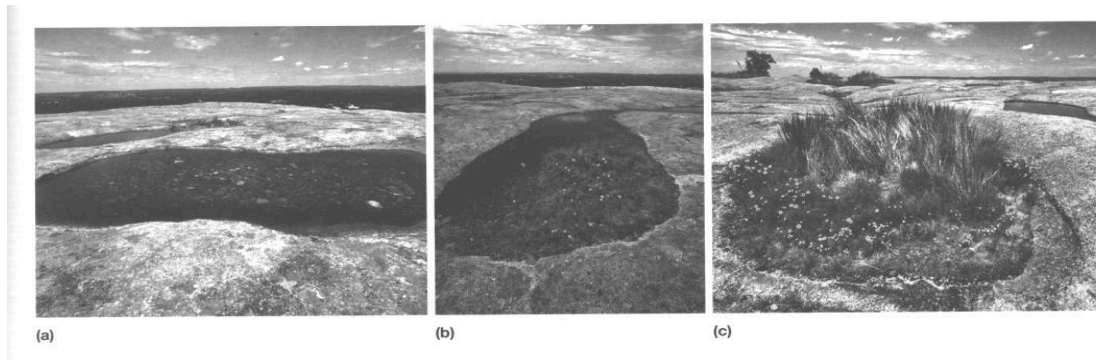


Fig.7. Sucesión en un ambiente de agua dulce. (Fuente: T. Audesirk, G. Audesirk y B.E. Byers. 2004).

## ECOSISTEMA

Los ecosistemas son la unidad de estudio de la ecología. Es un sistema cuya estructura está representada por elementos abióticos y bióticos relacionados por una red compleja de interacciones dadas por un ciclo de la materia y un flujo unidireccional de energía.

Son ejemplos de ecosistemas los bosques, las selvas, los lagos, los océanos, las praderas, etc. Los cuales, a pesar de las obvias diferencias entre ellos, podemos afirmar que todos obedecen a una estructura similar

Un ecosistema está constituido por dos tipos de factores que son: abióticos y bióticos.

Los factores abióticos son los que constituyen la parte física o inerte y química de los ecosistemas estos pueden ser los siguientes: energía solar, atmósfera, temperatura, agua, sales minerales, relieve, sustrato geológico y clima.

Los constituyentes bióticos son todos los organismos y por lo mismo constituyen la parte biológica de los ecosistemas

Todos los elementos del ecosistema interactúan de manera holística, es decir de forma integral, por este motivo no es fácil aislar a algún factor y, tampoco se puede cambiarlo sin afectar a los demás.



Los organismos constituyen la parte biológica de los ecosistemas y la relación que se establece entre ellos, dentro de un ecosistema, son fundamentalmente alimenticias, lo que permite reconocer diferentes niveles tróficos. En un ecosistema, encontramos los siguientes niveles tróficos:

Productores, son organismos fotosintéticos (algas y plantas) o quimiosintéticos (como algunas bacterias) que producen su propio alimento.

Consumidores Primarios, son organismos que se alimentan de productores (herbívoros como el conejo).

Consumidores secundarios, son aquellos que se alimentan de consumidores primarios (Carnívoros como el coyote).

Consumidores Terciarios, Son los que se alimentan de los consumidores secundarios (como el león, el tigre, etc.).

Consumidores Cuaternarios, son aquellos que se alimentan de los consumidores terciarios (el hombre).

#### **REDUCTORES O DESINTEGRADORES**

También se les conoce como descomponedores, son organismos heterótrofos que se alimentan de los restos de productores y consumidores transformando la materia orgánica en materia inorgánica, estos organismos son: las bacterias, los hongos y algunos protozoarios.

Para comprender la estructura, en su forma biológica, se debe de considerar que los organismos, además de los nichos ecológicos constituyen poblaciones y comunidades.

Una población es un conjunto de organismos de la misma especie que mantienen entre sí, intercambios genéticos y que habitan en un área determinada.

Una comunidad es un conjunto de organismos diferentes especies que mantienen entre sí relaciones tróficas o de alimentación y que habitan en una área determinada

#### **EQUILIBRIO ECOLOGICO.**

Todos los ecosistemas tienen como objetivo la tendencia a la estabilidad y autosuficiencia, es decir, a permanecer en un estado de equilibrio dinámico, que alcancen mejor cuando mejor sea la diversificación de sus especies y cuando más íntimas y complejas sean las relaciones entre ellas, cuando tengan una circulación óptima de la materia y cuando la energía se aproveche al máximo, y las pérdidas sean mínimas.



Organismos y factores ambientales están íntimamente relacionados entre sí, tanto que el estado de equilibrio se rompe fácilmente con la alteración de uno de los elementos del ecosistema; y esta es la razón por la cual muchos ecosistemas están alterándose e incluso desapareciendo por la actividad irracional del hombre, sobre todo con la contaminación, la explosión demográfica y la explotación inadecuada de los recursos naturales que alteran el ciclo de la materia (agotamiento de mantos de petróleo, extracción de elementos minerales, etc.), el flujo de la energía, la diversidad de las especies y las relaciones biológicas.

### **RELACIONES TROFICAS.**

El flujo de energía en la mayoría de los ecosistemas se inicia cuando la energía se transforma y almacena en forma de energía química por medio de los productores, los que sirve de alimento a los consumidores, y finalmente los desintegradores convierten la materia orgánica en inorgánica, reincorporándola al ecosistema. Las relaciones de alimentación que se establecen entre los organismos se denominan: Relaciones Tróficas o alimenticias (Por su etimología *trofo: que se alimenta de...*) y que pueden estudiarse como cadenas, tramas o pirámides alimenticias.

Una cadena alimenticia es una serie lineal de relaciones de alimentación entre organismos, lo que indica quien se come a quien en un ecosistema.

Sin embargo, es más correcto hablar de redes de alimentación, porque el águila no solo come víboras, sino roedores y otros mamíferos; las víboras se alimentan de ratones pero también de conejos, de tal manera que lo encontramos en la naturaleza son redes o tramas alimenticias y no cadenas. Cada eslabón de cada cadena, pirámide o trama alimentaría, representa un nivel trófico.

A medida que la energía se moviliza dentro de una trama o red alimentaría la mayor parte se pierde por la respiración, en conformidad con la segunda ley de la termodinámica que afirma: *“cada transferencia energética produce una pérdida considerable de energía”*. Este principio se conoce como regla del diezmo ecológico o ley del 10%, que significa que la energía de cualquier nivel trófico equivale al 10% de energía del nivel trófico anterior y así se limita el número de niveles tróficos que por lo general no excede de 4 o 5.

Los niveles tróficos se representan de manera gráfica como pirámides ecológicas, que nos permiten una mejor explicación de las relaciones alimenticias resultando más congruentes con la realidad.

Es importante precisar que en las pirámides ecológicas no se representa el nivel de los desintegradores porque su tamaño es tan pequeño.

### **BIOMASA.**

Es el peso de la materia viva por unidad de área o de volumen; por ejemplo, una media tonelada de maíz por hectárea de terreno o tres kilos de algas por metro cúbico de agua.



Constituida por

FUNCION

Dependen de

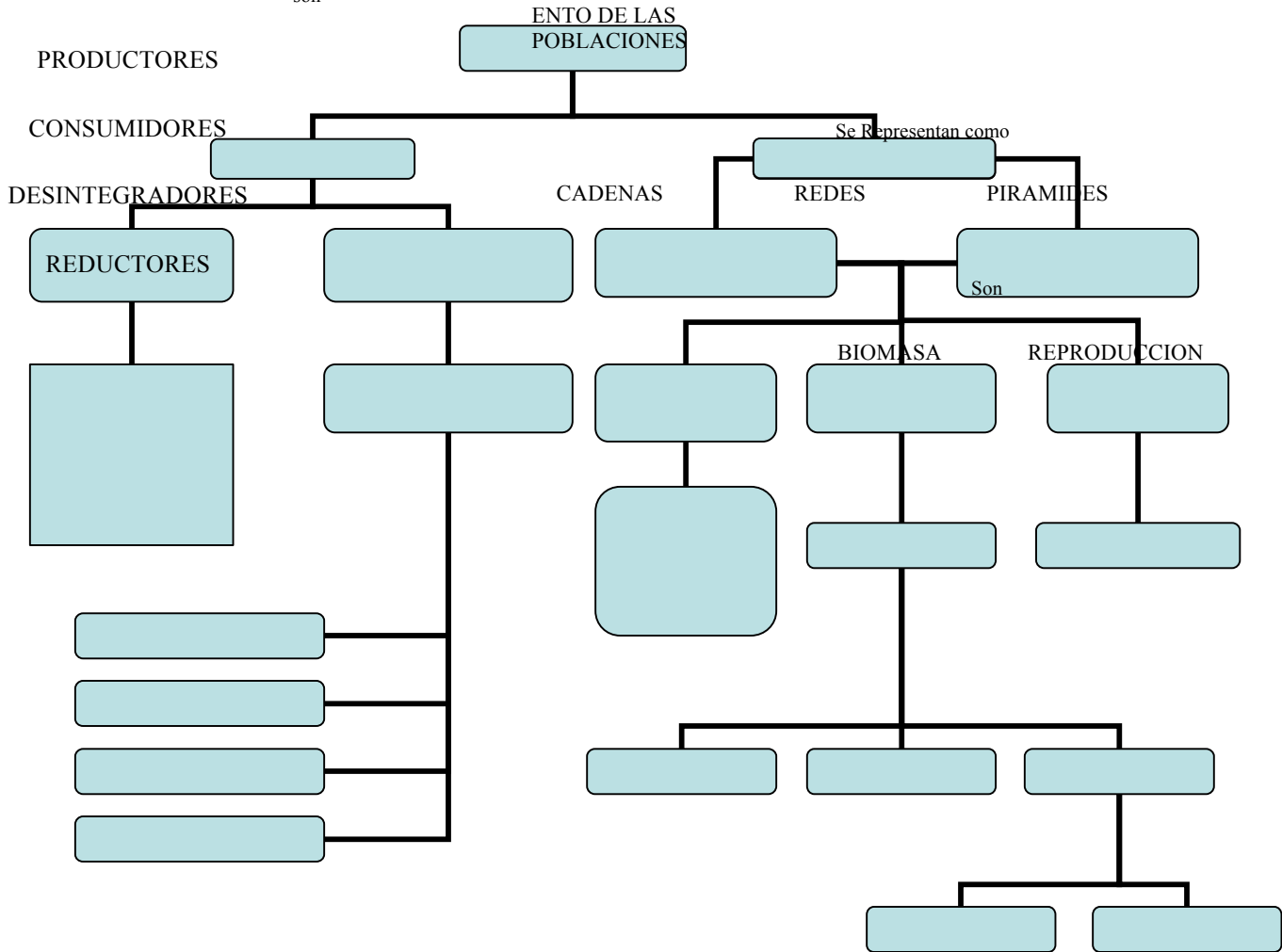
ELEMENTOS Una pirámide de biomasa nos indica el peso de materia viva por unidad de área o de volumen de cada nicho ecológico. MATERIA ENERGIA

Determinan Relaciones

Por Ejemplo

**PRODUCCION.**

Se pueden definir como la energía aprovechable para el siguiente nivel trófico, es decir, los consumidores primarios, se alimentarán de la producción de los productores, los consumidores secundarios, se alimentarán de la producción de los consumidores primarios y así sucesivamente. Estas relaciones alimenticias deben de aplicarse a la explotación de los recursos naturales para que sea racional.



Relación de conceptos sobre el tema de ecosistemas



#### **ENERGÍA SOLAR**

Del 100% de la radiación solar que llega a la tierra, el 30% regresa al espacio, el 20% es absorbido por los gases atmosféricos y el 50% restante que es absorbida por la superficie terrestre y acuática en su mayoría se disipa como calor.

La luz solar, es la fuente principal de energía de todo ecosistema, ya que es un factor de gran importancia para la realización del proceso fotosintético, fenómeno por el cual se inicia el flujo de energía en todo ecosistema.

Para entender el funcionamiento y regulación de los ecosistemas, debemos estudiar qué pasa con ellos en cuanto a la materia y la energía

#### **CICLO DE LA MATERIA**

Todos los elementos cumplen un ciclo en la naturaleza; por tal motivo se verifican los ciclos biogeoquímicos; no todas las fases de estos ciclos se realizan a la misma velocidad, pues algunos se miden en tiempos geológicos otros son muy rápidos.

El flujo de energía sufre una serie de transformaciones (aplicación de la primera ley de la termodinámica) y, en cada transformación parte de la energía se pierde en forma de calor (aplicación de la segunda ley de la termodinámica).

La energía fluye en los ecosistemas en forma unidireccional, es decir en un solo sentido.

#### **FLUJO UNIDIRECCIONAL DE LA ENERGIA**

La energía no sigue un ciclo en la naturaleza, como sucede con la materia.

Gran parte de la energía solar no es aprovechada por los ecosistemas, sino que de todo el espectro solar, que comprende longitudes de onda larga, corta y media (luz visible) los productores de un ecosistema solo absorben los rayos rojos y azules del espectro visible.

La energía luminosa que absorben los productores es transformada mediante la fotosíntesis en energía química, almacenada en los alimentos elaborados.

La energía en forma de alimentos pasara de los productores a los consumidores, pero al pasar de un nivel trófico a otro habrá pérdidas de energía para el ecosistema, energía que se dispersa y no regresa al sol; por esto se dice que la energía no cumple un ciclo sino un flujo unidireccional.

Tanto el ciclo de la materia como el flujo unidireccional de la energía, relaciona a los factores abióticos y bióticos de un ecosistema.

Temperatura. Es la intensidad de calor medida en grados, depende de la cantidad de radiación solar que incide sobre la tierra, se considera como un factor determinante para la





vida y la distribución de los seres vivos en los diferentes ecosistemas, y varía según el medio, la altitud y la latitud de una zona determinada.

### **AGUA**

Es un factor abiótico indispensable para todas las formas vivientes, cubre las tres cuartas partes de la corteza terrestre, constituye el factor determinante para la distinción de los dos grandes ambientes del planeta acuáticos y terrestres, representa el 78% de la superficie de nuestro planeta, el agua realiza un ciclo en la naturaleza que se inicia con la evaporación de agua del mar y continúa con la formación de nubes, condensación y precipitación como lluvias, granizo o nieve, que formara parte del caudal de los ríos para llegar al mar.

En este ciclo supuestamente intervienen los organismos que liberan agua en su respiración y transpiración el agua es un factor limitante para los seres vivos terrestres, pues un exceso o falta de ella provoca su muerte.

Las plantas y los animales que viven en las zonas áridas poseen adaptaciones que les permiten absorber y conservar el agua.

### **PRESIÓN ATMOSFÉRICA.**

Es el resultado de la fuerza del aire cuando actúa en un punto de la superficie de la tierra, esta varía dependiendo de la altitud, la temperatura y los procesos meteorológicos. En el mar a medida que aumenta la profundidad, aumenta la presión lo que afecta la distribución y supervivencia de los organismos marinos.

### **SUSTRATO.**

Es el material que sirve de sostén a los organismos. En los medios terrestres a este se le denomina suelo. En los sistemas acuáticos el sustrato pueden ser las rocas, la arena, el barro, o el agua.

Todo sustrato satisface la necesidad de fijación, nutrición, reserva de agua, y otras importantes funciones para los organismos.

### **ATMOSFERA.**

Constituye el manto gaseoso que envuelve a la tierra, lo constituyen una mezcla de gases como son el Nitrógeno, Oxígeno, Bióxido de Carbono, Vapor de Agua y otros más. Estos gases son fundamentales para el desarrollo de la vida en los ecosistemas y los ciclos biogeoquímicos son importantes para su circulación.

### **SALES MINERALES.**

Son sustancias químicas inorgánicas fundamentales que forman parte del suelo y del agua. Las sales minerales como las del nitrógeno, fósforo, azufre y calcio principalmente son básicas para el desarrollo de las plantas verdes y realizan funciones diversas en el resto de los seres vivos.



### **SUELO Y SUSTRATO GEOLÓGICO.**

El suelo está constituido por una mezcla de partículas que cubren la parte sólida de la tierra y es donde se desarrollan las plantas utilizándola como sustrato.

El suelo es producto del intemperismo de la roca madre, conocida también como sustrato geológico. El intemperismo se define como una serie de procesos mecánicos, físicos y químicos, provocados por el clima y los organismos, ya que cuando actúan estos sobre el sustrato geológico, tienden a provocar su fragmentación y transformación en un material llamado: REGOLITA, la cual se combina con la materia orgánica, microorganismos, agua y aire para formar el suelo.

### **RELIEVE O TOPOGRAFÍA.**

Es considerado como un modificador del clima de los ecosistemas. La altitud es un factor importante ya que cuando este sufre variación se modifica la cantidad de precipitación, la radiación solar, la exposición a los vientos y la orientación de las laderas.

### **CLIMA**

Es el estado promedio del tiempo en un lugar determinado, esta constituido por tres elementos esenciales que son: precipitación, temperatura y circulación de los vientos, estos factores actúan de manera integral e influyen de manera indirecta con la distribución de las plantas, siendo estos los siguientes:

Clima tropical, que es donde se localizan todas las selvas tropicales.

Clima Seco Estepario, es donde se localizan los matorrales y pastizales.

Clima Templado, es donde se distribuyen los bosques de encinos, con lluvias en verano

Clima frío, se relaciona con el bosque de coníferas

Clima polar, se relaciona con la tundra.

Los organismos, para su desarrollo, requieren de elementos químicos como son: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo.

Su abundancia es limitada en los ecosistemas por lo que deben presentar un mecanismo de reciclaje mediante ciclos biogeoquímicos específicos, que permiten su disponibilidad y transformación, incluyendo una fase llevada a cabo por los seres vivos, otra de reincorporación al medio ambiente y finalmente la relación con una fuente geológica (atmósfera o litosfera)

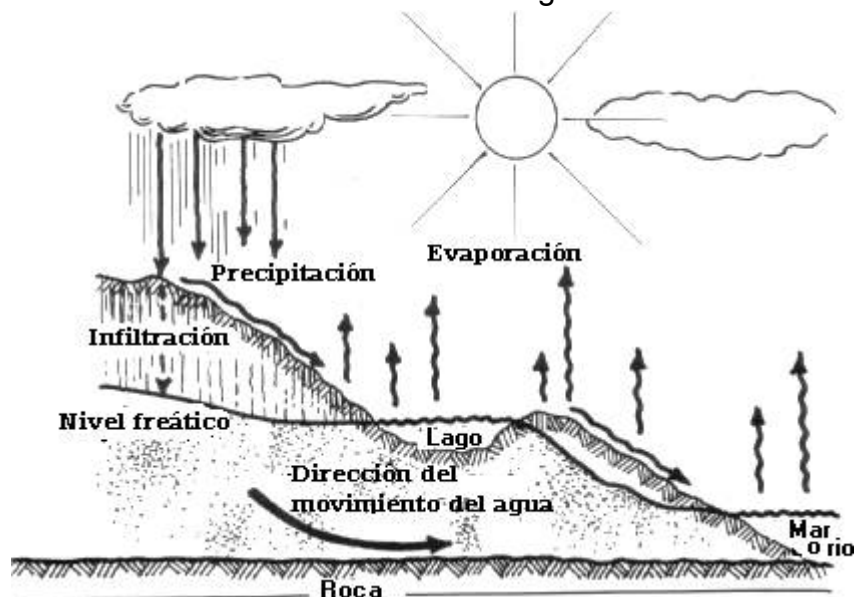


Los ciclos biogeoquímicos pueden dividirse en dos tipos básicos:

- 1) Ciclos de nutrientes gaseosos y
- 2) Ciclos de nutrientes sedimentarios.

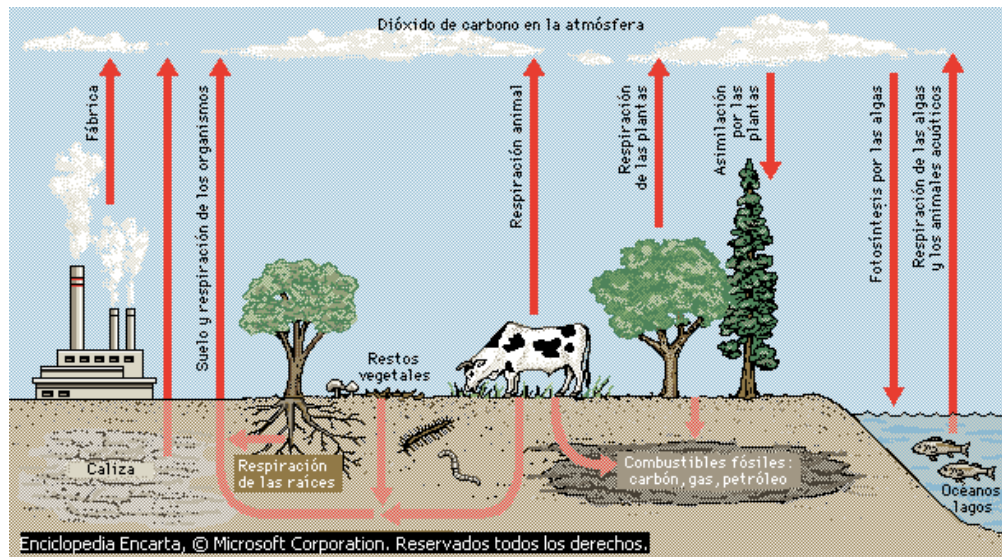
En los ciclos gaseosos, el depósito donde se colecta el nutriente corresponde a la atmósfera, existe poca (o ninguna) pérdida del elemento nutriente durante el relativamente rápido proceso de recirculación.

En los ciclos sedimentarios, el depósito nutriente está representado por las rocas sedimentarias las cuales constituyen el depósito principal. Estos ciclos son más lentos y tienden a ejercer una influencia limitante sobre los organismos vivos.



### Ciclo del agua

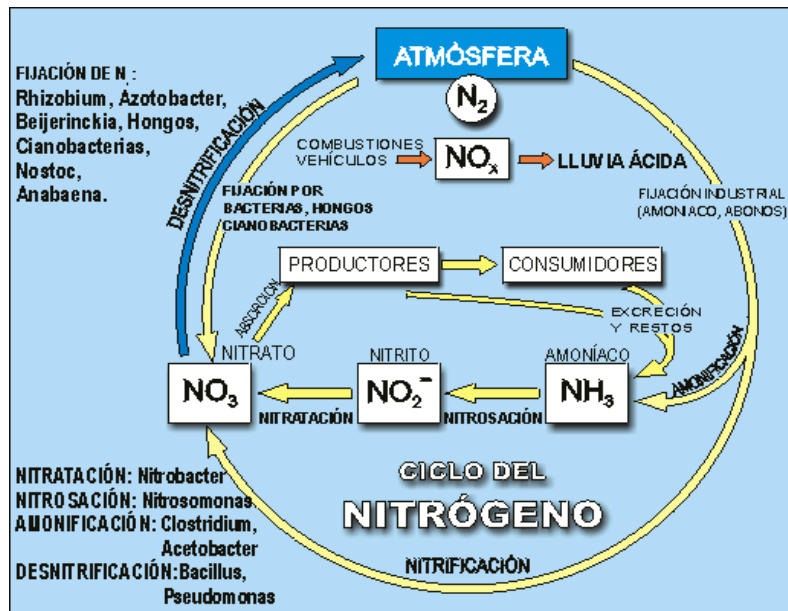
Obviamente el ciclo del agua desempeña un papel vital en todos los ciclos biogeoquímicos. Los nutrientes disueltos se transportan desde la superficie de la tierra, hasta su interior o bien hasta el mar. Los nutrientes atmosféricos llegan a menudo a la superficie terrestre con el agua de la lluvia, los nutrientes retenidos en las rocas se liberan gradualmente por la acción de desgaste causada por las lluvias, por la erosión que produce el agua corriente y por la congelación y descongelación del hielo. Cuando los nutrientes se absorben por medio de las raíces de las plantas, generalmente se encuentran disueltos en el agua.



### Ciclo del Carbono

El Carbón se encuentra en la atmósfera como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso. Las plantas toman el  $\text{CO}_2$  del medio donde viven (agua o atmósfera, y con el fabrican carbohidratos y algunos lípidos durante la fotosíntesis. Al alimentarse de plantas los animales ingieren los compuestos complejos elaborados a partir de  $\text{CO}_2$  y el agua. El  $\text{CO}_2$  regresa a la atmósfera a través de la respiración de los seres vivos, por desintegración bacteriana o como residuo de las combinaciones.

La única vía importante mediante la cual el carbono orgánico nuevo se sintetiza en la tierra es a través de la fotosíntesis, por consiguiente los organismos fotosintéticos están en la base del carbono.



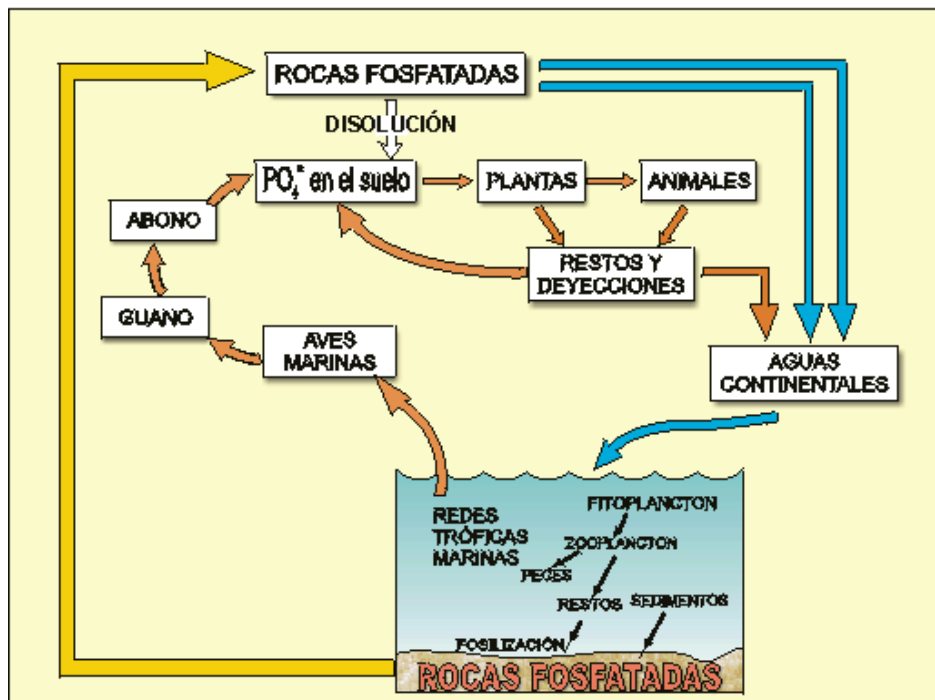


## Ciclo del Nitrógeno

Representa un ejemplo típico de nutrientes gaseosos. El Nitrógeno constituye el elemento predominante de la atmósfera (79%); sin embargo, para poder ser utilizado por los organismos vivos debe sufrir un proceso de **fijación**. Las bacterias nitrificantes fijan el nitrógeno atmosférico y lo convierten en sales de nitrógeno, nitritos o nitratos, que las plantas absorben del suelo a través de sus raíces.

Con el nitrógeno, la planta fabrica proteínas durante la fotosíntesis, las cuales son ingeridas en forma directa por herbívoros o indirecta por carnívoros. Cuando los organismos mueren, sus cuerpos son desintegrados por la acción bacteriana, formándose amoníaco; otras bacterias convierten el amoníaco en nitratos, o lo liberan en forma gaseosa por acción de bacterias desnitrificantes; de esta manera el nitrógeno regresa a la atmósfera.

## CICLO DEL FÓSFORO



Ciclo de Fósforo

El Fósforo es un elemento especial para todos los seres vivos, ya que forma parte de la estructura de los ácidos nucleicos, y de las moléculas productoras de energía (ATP). Es un ejemplo de nutriente sólido que forma parte del suelo; se le encuentra en forma de fosfatos disueltos en agua, cuyo origen es la corteza terrestre. Las plantas absorben el fósforo del suelo y lo integran al ADN, ARN y ATP de todas sus células. Los animales lo obtienen al ingerir vegetales u otros animales. Los restos de animales y vegetales muertos, así como los materiales de desecho, sufren acción de bacterias fosfatizantes, las cuales liberan los fosfatos incorporándolos al suelo.



El agua arrastra la mayoría de los fosfatos del suelo y los conduce a través de ríos, lagos y mantos freáticos hasta depositarlos en el mar. El Fósforo también es consumido por la flora y la fauna acuáticas.

Las aves marinas recuperan un poco de fosfato depositado en el mar al consumir productos acuáticos, pero la mayor parte de este elemento no vuelve al ciclo, por lo que prácticamente todo el fósforo que circula es el producto de nuevas aportaciones del sustrato geológico.

Productividad en el Ecosistema.

La Fotosíntesis es el proceso considerado como punto de inicio en el metabolismo de las comunidades, relacionada con la respiración, donde se libera la energía que es utilizada por las plantas, estableciendo sistemas alimentarios conocidos como cadenas y pirámides tróficas.

Por lo anterior, debemos entender por productividad a la transformación de energía solar en energía química, aprovechada por las plantas para crecer, propiciar la aparición de herbívoros y consecuentemente la de carnívoros.

Los hábitos alimenticios de los heterótrofos, se asocian con aspectos adaptativos, fisiológicos y etológicos que determinan su nicho ecológico o función en un ecosistema dado (productor, consumidor o desintegrado).

El flujo de energía en la biosfera se realiza en forma de moléculas de alto poder energético; estas moléculas, elaboradas y almacenadas por los **productores** (autótrofos), sirven de alimento a una serie de **consumidores** (heterótrofos); y, como etapa final, la energía no utilizada por productores ni consumidores es liberada por los **desintegradores** (reductores o putrefactores). Estas relaciones pueden esquematizarse como cadenas, pirámides o tramas alimentarias.

Las **cadena**s alimentarias constituyen una serie de relaciones entre organismos, que señalan quién se alimenta de quién, por lo que constituyen los llamados **niveles trófico**.

El primer eslabón es siempre un productor (planta), organismo autótrofo que, por medio de la fotosíntesis, a partir de organismos inorgánicos sencillos y captando la energía solar elabora moléculas con alto contenido energético que sirven de alimento a los otros integrantes del ecosistema. Por esta razón reciben el nombre de productores. Ellos utilizan algunas de estas moléculas como combustible y las degradan, con lo cual obtienen la energía necesaria para vivir, crecer y reproducirse. Al morir la planta, la energía es liberada por los desintegradores. En los ecosistemas terrestres los organismos **productores** son las plantas verdes, mientras que en los medios acuáticos, esta función la desempeñan los organismos del fitoplancton.



El siguiente eslabón o nivel trófico de la cadena está representando por los organismos consumidores o heterotróficos, que pueden ser de varios tipos:

- Consumidores primarios o herbívoros, que se alimentan de las plantas o de sus productos. Ejemplos: conejos, orugas, ardillas, etcétera.
- Consumidores secundarios o carnívoros, animales que se alimentan de los herbívoros, como algunos murciélagos y arácnidos.
- Consumidores terciarios, carnívoros, por lo general de mayor talla, que se alimentan de otros carnívoros, como los coyotes y serpientes.
- Omnívoros, que comen de todo, por ejemplo: el hombre, las cucarachas y las ratas de la ciudad.
- Detritívoros, comedores de detritos, restos de organismos muertos o porciones desprendidas de organismos vivos, como los escarabajos, algunas hormigas y termitas.

El último eslabón de la cadena está representado por los desintegradores o degradadores, representados por las bacterias y hongos, que por medio de procesos de fermentación son capaces de desintegrar los restos de organismos muertos y liberar los elementos que regresan a la atmósfera, con lo que se permite la circulación de las materias en la geosfera.

Las cadenas alimentarias de un ecosistema se entrelazan con frecuencia, formando redes o tramas alimentarias, creando series complejas de relaciones alimentarias. Cada eslabón de una cadena, pirámide o trama alimentaria, representa un nivel trófico.

A medida que la energía se moviliza dentro de una trama alimentaria, la mayor parte se pierde por la respiración, en conformidad con la segunda ley de la termodinámica que afirma: cada transferencia energética produce una pérdida considerable de energía.

Este principio se conoce como la regla de diezmo ecológico o ley del 10%, lo cual significa que la energía de cualquier nivel trófico equivale a 10% de la energía del nivel anterior. Así, se limita el número de niveles tróficos, que por lo general no excede de cuatro a cinco.

Los niveles tróficos se representan de manera gráfica como pirámides ecológicas, ya que resultan más congruentes con la realidad puesto que, lo referente al número de individuos, energía y biomasa, existe un aspecto piramidal en la organización trófica de toda la comunidad.



En los ecosistemas cuando se establecen cadenas alimentarias, el flujo de energía es de manera lineal, de tal forma que los organismos se “especializan” en un tipo de alimento. Caso contrario ocurre en las redes alimenticias donde el flujo de energía es en varios sentidos, lo que permite en los animales la diversidad de hábitos alimenticios, convirtiéndolos en “generalistas” asegurándose su preservación.

Por lo anterior, en un ecosistema terrestre determinado, interaccionan los seres vivos de la siguiente manera.

1° eslabón trófico. 2° eslabón trófico 3 eslabón trófico 4° eslabón trófico

Hierba -----Conejo-----Víbora-----Águila

Productor 1°

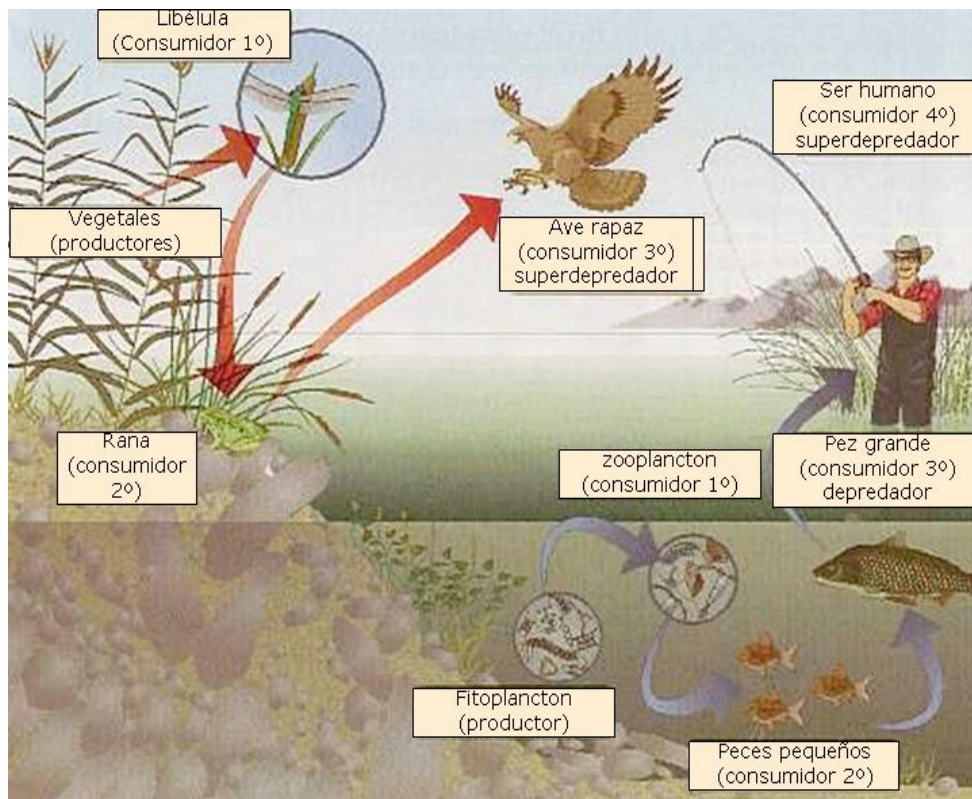
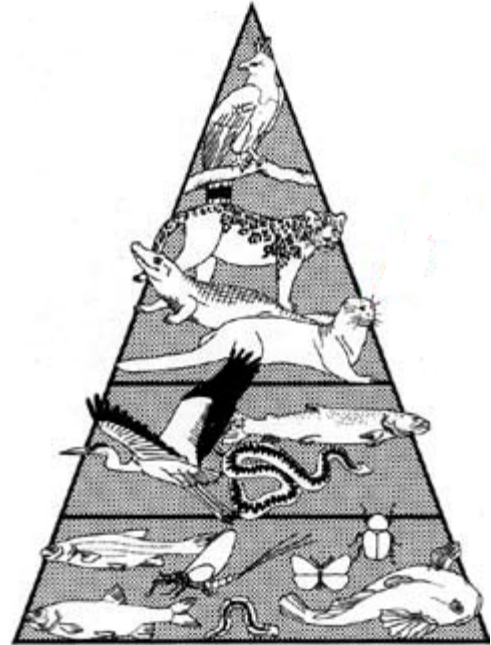
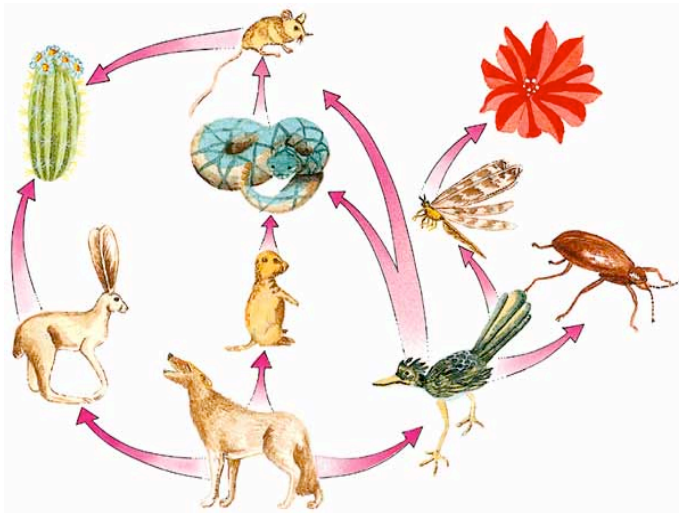
Consumidor 1°  
Productor 2°

Consumidor 2°  
Productor 3°

Consumidor 3°



Observa detenidamente la cadena alimenticia y menciona que perturbación ecológica se presenta, si la población del segundo eslabón trófico disminuye considerablemente o se extingue.





El concepto de biodiversidad se refiere en general a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas terrestres y acuáticos, los complejos ecológicos de los que forman parte, así como la diversidad entre las especies y dentro de cada especie.

A continuación se señalan los ambientes más importantes de nuestro país, tanto terrestres como acuáticos, las cuales nos ilustran la gran diversidad de ecosistemas que contiene.

Se han realizado diversos esfuerzos por clasificar el medio natural de México tomando como base criterios muy diversos y que a pesar de su variedad, la mayoría de las propuestas tienen un rasgo en común: toman a los tipos de vegetación como primer criterio de clasificación. A medida que se aplican más criterios, las clasificaciones comienzan a diferir; sin embargo, las propuestas basadas principalmente en el criterio ecológico de la distribución de tipos de vegetación y tipos de ecosistemas coinciden en un nivel muy general en sus divisiones aún cuando se utilizan criterios de diferente índole

#### Tipos de vegetación

El término “tipo de vegetación” se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. La cubierta vegetal se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por sus requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes (por ejemplo en su fisonomía, tamaño y desarrollo). Para llevar a cabo la descripción de las comunidades vegetales se pueden considerar varios aspectos, entre los que destacan la flora (las especies componentes), la fisonomía (o apariencia de la vegetación), la ubicación geográfica y las características climáticas y edafológicas. Sin embargo, frecuentemente las clasificaciones incorporan nombres regionales cuyo empleo se ha generalizado independientemente del lugar que se trate; por ejemplo, el nombre de estepa, de origen ruso, es empleado por los biogeógrafos para designar formaciones herbáceas bajas y abiertas.

La clasificación de la vegetación de México propuesta por Rzedowski en 1978, es una de las más utilizadas por los científicos en el país. Rzedowski agrupó los principales tipos de vegetación de nuestro país de acuerdo con sus características fisiográficas, climáticas, edafológicas y fisonómicas (Cuadro 1) y encontró, entre otras cosas, que la mayor parte del territorio nacional (38%) se encuentra cubierto por matorral xerófilo, seguido por bosques de coníferas y encinos (19%) y el bosque tropical caducifolio (14%).



## **Bosque tropical perennifolio**

Es el tipo de vegetación más exuberante de todos los que existen en la tierra, de árboles siempre verdes, la más rica y compleja de todas las comunidades vegetales, pues su distribución geográfica corresponde a las zonas intertropicales del mundo, y México marca el extremo norte de su extensión en América.

Este tipo de vegetación se encuentra distribuida en lugares en donde el clima cálido y el agua no son factores limitantes a su desarrollo en altitudes que van de cero a mil metros sobre el nivel del mar (msnm), aunque en Chiapas asciende hasta 1,500 m.

Se concentra en los estados del sureste mexicano: Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas y se caracteriza por ser de las zonas que mayor presión tienen para el cambio de uso del suelo, para su conversión en potreros, pastizales, cultivos de plátano, cacao, caña de azúcar, tabaco y, en las partes más altas, para café. La vegetación secundaria derivada de este grupo es conocida en México como acahuales.

Posee cinco mil especies de fanerógamas, de las que el 5% son endémicas del país. La cobertura vegetal se caracteriza por tener todos los estratos, desde los árboles de 30 o más metros de altura, el dosel medio y el sotobosque. Una característica peculiar de las selvas neotropicales es la presencia de epífitas, bejucos y lianas.

## **Bosque tropical subcaducifolio**

En este tipo se agrupan una serie de comunidades vegetales cuyas características son intermedias en su fisonomía y requerimientos climáticos entre el bosque tropical perennifolio y el bosque tropical caducifolio. Comparte especies con el bosque tropical perennifolio, el bosque espinoso y el bosque tropical caducifolio. Se presenta en altitudes que van de cero a 1,300 msnm.

En época lluviosa su fisonomía es comparable al bosque tropical perennifolio. Su altura oscila entre 15 y 40 m, aunque lo más frecuente son entre 20 y 30 m. Se distinguen dos estratos arbóreos. El inferior mide de ocho a 15m, con una mayor proporción de plantas perennifolias que el alto.

Cuando hay tala y desmonte, se propicia el desarrollo del estrato arbustivo. Durante la prolongada temporada de sequía (de 5 a 7 meses) el 50% de las especies pierden sus hojas, por lo que el paisaje presenta alternancia de plantas con y sin hoja que coincide, además, con la época de floración.

Su presencia más importante se ubica en la vertiente de Pacífico en los estados de Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Colima y Oaxaca, y en Yucatán.

## **Bosque tropical caducifolio**

Es una comunidad densa con un sólo estrato arbóreo, cuyas alturas oscilan entre los cinco y los 15 m. El desarrollo del estrato arbustivo varía mucho de una región a otra, su



característica más sobresaliente es la pérdida de las hojas en un periodo de cinco a ocho meses, que afecta a la totalidad de los individuos de la comunidad.

El bosque tropical caducifolio presenta un paisaje contrastante en las temporadas de lluvia y seca: en la lluviosa, las plantas adquieren una espesura verde, mientras que en la seca se observa un paisaje desolado.

Se desarrolla en altitudes que van de cero a 1,900 msnm, pero de manera mas frecuente no sobrepasan los 1 500.

Se estima que su área sobre el territorio es de un 8%, fundamentalmente en la vertiente del Pacífico, donde cubre grandes extensiones ininterrumpidas desde el sur de Sonora y suroeste de Chihuahua y se extiende hasta Chiapas y Centroamérica. Se presenta a menudo sobre suelos someros y pedregosos en laderas de cerros.

### **Bosque espinoso**

Este tipo comprende un grupo heterogéneo de comunidades vegetales cuya característica común es ser bosques bajos en los que la mayoría de los componentes son árboles espinosos generalmente tiene entre cuatro y 15 m de altura y en el nivel del estrato arbóreo es una comunidad densa.

En el caso de los mezquiales es un bosque abierto o semiabierto. Las comunidades vegetales no están muy bien delimitadas pues en forma paulatina pasan a otros tipos de vegetación, como el bosque tropical caducifolio, el matorral xerófilo y el pastizal.

Ocupa una gran extensión continua en la planicie costera noroccidental, desde Sonora hasta la parte meridional de Sinaloa y continua, en forma de manchones aislados, hasta el istmo de Tehuantepec. En el extremo opuesto del país ocupa una faja ancha en la región del Bajío. Hacia el norte, existen manchones aislados en San Luis Potosí, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y Chihuahua. En Chiapas y Yucatán su distribución es esporádica. Se estima su cobertura en un 5% del territorio del país. Se desarrolla en altitudes de cero a 2,200 msnm. Se encuentra en los estados de Campeche, Guerrero, Jalisco, Puebla, Quintana Roo y Yucatán.

### **Pastizal**

Este tipo se refiere a las comunidades vegetales en las que predominan las gramíneas, por lo que incluye biocenosis diversas en lo relativo a su composición florística, sus condiciones ecológicas, su fisonomía y su dependencia de las actividades humanas. Mientras que la presencia de algunas plantas esta claramente determinada por el clima, otras son favorecidas por las condiciones del suelo o por la actividad de pastoreo.

**Zacatal alpino** es el que se desarrolla en la mitad meridional del país, por encima del límite de la vegetación arbórea, en altitudes entre cuatro mil y cuatro mil 500 msnm; es decir, pastizales alpinos que se desarrollan sólo en las montañas como el Pico de Orizaba, la Sierra Negra, el Popocatepetl, el Iztaccihuatl, la Malinche, los nevados de Toluca y de Colima, el Tacaná, el Cofre de Perote, el Tancitaro, el Ajusco y el Tlaloc, por lo que su



cobertura es bastante limitada; sin embargo, vale la pena su mención por tratarse de un biotopo único en su género.

### **Zacatal halófilo**

Ejemplo de estos son los propios de suelos salinos, de fondos de cuencas cerradas y de áreas próximas a la costa o cercanas a lagunas costeras, de climas áridos y semiáridos. Son característicos del altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, tocando Jalisco, Michoacán, hasta el valle de México, Puebla y Tlaxcala.

### **Sabana**

Se caracteriza por crecer sobre terrenos planos o escasamente inclinados y tener dos épocas bien diferenciadas del suministro de agua: la de lluvia, en la que se encuentra frecuentemente inundado por la existencia de una capa impermeable en el suelo que impide el drenaje y la seca, que por esta misma capa, evita que haya agua disponible del subsuelo, lo que favorece la predominancia de las gramíneas.

La mayor parte de las sabanas en México se desenvuelven hacia el sur del país en Veracruz, Tabasco, Campeche y Chiapas y, en superficies más reducidas, en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas.

### **Matorral xerófilo**

Las comunidades vegetales de aspecto arbustivo, propias de las zonas áridas y semiáridas del país, son las que se consideran bajo esta denominación. Ocupan aproximadamente el 40% de la superficie del país, por lo que es el tipo de vegetación que mayor cobertura tiene sobre el territorio. Es característico de la península de Baja California, gran parte de Sonora y amplias áreas de la altiplanicie, desde Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y México y se prolonga en forma de una faja estrecha por Puebla hasta Oaxaca. En el oriente de la república ocupa amplias extensiones de la planicie costera nororiental, desde el este de Coahuila hasta el centro de Tamaulipas y penetra en muchos parajes de la sierra Madre oriental. Se pueden reconocer cuatro regiones significativamente diferentes: la zona árida de Sonora, la zona desértica de Chihuahua, la península de Baja California y el valle de Tehuacan-Cuicatlán, que se ubica entre Puebla y Oaxaca.

### **Bosque de Quercus**

Son comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Constituyen, junto con el bosque de coníferas, la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo.

Su distribución en el país es muy amplia; a excepción de Yucatán y Quintana Roo, se encuentra en todos los estados de la república, en altitudes que van de cero a 3,100 msnm, aunque más del 95% de su extensión se ubica entre los 1,200 y 2,800 msnm. Son el elemento dominante de la vegetación de la sierra Madre oriental, pero también se encuentran en la occidental, en el eje Neovolcánico, en la Madre del sur, al igual que en otras cadenas de montañas.



La fisonomía de este grupo vegetal es de una comunidad densa, aunque puede ser abierta, con un estrato arbóreo si es baja, o dos o tres si es mas alta, que se diferencia de uno o dos estratos arbustivos por las ramificaciones de los individuos, con alturas que varían entre los dos y 30 m, aunque llegan alcanzar hasta 50 m. Puede haber estrato herbáceo en las comunidades abiertas, pero en las densas su participación es poco significativa. La mayoría de las especies mexicanas son caducifolias, con un periodo de un mes de pérdida de hojas y de manera no simultanea, además de que pueden haber especies perennifolias, por lo que el aspecto del bosque logra mantener el verdor de manera permanente.

### **Bosque de coníferas**

Este tipo de vegetación es frecuente en las zonas de clima templado y frío del hemisferio norte, pero también se les encuentra en muchas zonas del territorio mexicano, en climas que van desde semiárido, semihúmedo y húmedo en altitudes desde cero hasta 3,200 msnm, con una amplia diversidad florística y ecológica. Su cobertura es de un 15% de la superficie del país, en comunidades de pinos o de pino-encino. Exceptuando a Yucatán, se encuentra en todas las entidades federativas De forma coincidente con las cadenas montañosas del país, su desarrollo se produce de manera frecuente entre 1,500 y 3 mil msnm. Se presenta en las sierras del norte y sur de la península de Baja California, la sierra Madre occidental, el eje Neovolcánico, la sierra Madre del sur, las sierras del norte de Oaxaca, las dos sierras de Chiapas y en la sierra Madre oriental de forma mas dispersa.

El estrato arbóreo varía entre 8 y 25 m de copas triangulares características, pero a veces puede alcanzar hasta 40 m; cuando hay varias especies presentes pueden conformar dos o más estratos arbóreos; además de un estrato herbáceo o de sotobosque, formado por gramíneas, que cambia su color a lo largo del año y un estrato rasante integrado por musgos, líquenes y hongos.

### **Bosque mesófilo de montaña**

Esta comunidad vegetal es muy semejante al bosque tropical caducifolio. La diferencia, en sentido estricto, consiste en que la primera es de hoja siempre verde, mientras que la segunda es decidua, aun cuando hay toda una variedad de situaciones intermedias en los paisajes.

Existe una porción discontinua que se extiende a lo largo de la vertiente este de la sierra Madre oriental, desde Tamaulipas hasta Oaxaca y que se interrumpe en el Istmo. Se encuentran manchones en Chiapas, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero e, incluso, el valle de México. Se desarrolla en altitudes de 400 a dos mil 700 msnm.

Su hábitat más frecuente son las laderas pronunciadas, de relieve accidentado, con suelos someros o profundos, en áreas protegidas de fuertes vientos e insolación. Su fisonomía es la de una comunidad boscosa heterogénea densa, con varios estratos arbóreos cuyas alturas varían en el estrato superior entre 15 y 35 m, aunque algunos árboles pueden alcanzar hasta 60 m, otro grupo de menor talla de entre 8 a 12 m, con especies de hojas perennes y caducifolias, uno o dos estratos arbustivos, un estrato herbáceo que no tiene



mucho desarrollo en las zonas de bosque bien conservado, pero en las áreas abiertas suele ser exuberante y un estrato rasante compuesto de hongos y musgos.



### Vegetación acuática y subacuática

Comprende varias comunidades de plantas. En general, estas comunidades tienen poca tolerancia hacia la variación de las condiciones ambientales en las que se encuentran. Se desarrollan en altitudes que van de cero hasta cuatro mil msnm; sin embargo, su desarrollo más importante se concentra, de manera preferente, cercanos a los litorales y en sitios en donde el drenaje deficiente de los suelos y la alta precipitación pluvial mantiene inundados los terrenos. Se ubica en la planicie costera del golfo que va desde Tampico, el sur de Veracruz, Tabasco y Campeche, en el Pacífico en la planicie costera de Nayarit, así como en numerosas lagunas de origen volcánico que van desde el norte de Michoacán hasta el centro de Jalisco.

Existen diferentes tipos:

**Manglar:** es una formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva o bien arborescente de 2 a 25 m de altura, de composición florística simple, prácticamente sin plantas herbáceas ni trepadoras y rara vez con alguna epífita o parásita.

**Popal:** comunidad vegetal formada por plantas herbáceas de 1 a 3 m de alto, cuyas hojas grandes y anchas de color verde claro sobresalen del agua, constituyendo una masa muy densa.

**Tular y carrizal:** comunidades de plantas herbáceas (monocotiledóneas) de 1 a 3 m de alto, de hojas angostas o bien carentes de órganos foliares. Arraigados en el fondo del terreno. Forman masas densas.

**Bosque de galería:** agrupaciones arbóreas muy heterogéneas, de 4 a 40 m de altura, que comprenden árboles de hoja decidua perenne, decidua o parcialmente decidua. Puede incluir numerosas trepadoras y epifitas o carecer por completo de ellas. A veces puede ser denso, pero a menudo está constituido por árboles muy esparcidos e irregularmente distribuidos.

México es un país que se caracteriza por poseer una variada topografía que favorece la presencia de una gran diversidad de ambientes acuáticos, tales como los mares, lagunas costeras, lagos, ríos, manantiales y zonas inundables. Estos ecosistemas acuáticos permiten que se desarrollen la vida de una gran diversidad de organismos. A continuación se mencionan los principales sistemas acuáticos mexicanos.

### Masas oceánicas

Por su ubicación geográfica en el mundo, nuestro país es privilegiado por poseer una gran riqueza de ecosistemas marinos, ya que en la porción este del territorio colinda con el Océano Atlántico y el Mar Caribe, y al oeste con el Océano Pacífico, teniendo como resultado 209 000 km<sup>2</sup> de superficie de mar y 3 149 920 km<sup>2</sup> de zona económica exclusiva.





## Arrecifes de coral

Se han registrado un total de 152 especies de corales pétreos en México; de ellos, 139 corresponden al género *Scleractinia*: 97 a las aguas del Atlántico y 42 al Pacífico. En el litoral del Golfo y Caribe de México se encuentran formaciones arrecifales ampliamente distribuidas; sin embargo, en la región Pacífica existen numerosas formaciones coralinas que no están limitadas a las aguas cálidas y tropicales del Caribe; sólo basta mencionar la región de Cabo Pulmo en Baja California Sur, única en su tipo.

## Aguas epicontinentales

En la República Mexicana existen 14 mil ecosistemas acuáticos epicontinentales (cuerpos de agua que se encuentran en la superficie del continente), de los cuales el mayor número se localiza en la zona centro occidente, que incluye los estados de Jalisco y Michoacán, siguiendo en importancia la región centro sur y la norte.

## Ríos

En México existen cerca de 42 ríos principales que transcurren en tres vertientes: del Océano Pacífico, del Océano Atlántico y la del Interior. En la vertiente del Pacífico destacan las cuencas de los ríos Yaqui, Fuerte, Mezquital, Lerma-Santiago y Balsas (Figura 1); en la del Atlántico destacan las cuencas de los ríos Bravo, Pánuco, Papaloapan, Grijalva y Usumacinta (Figura 2). Destacan los ríos Nazas y Aguanaval en la vertiente Interior.

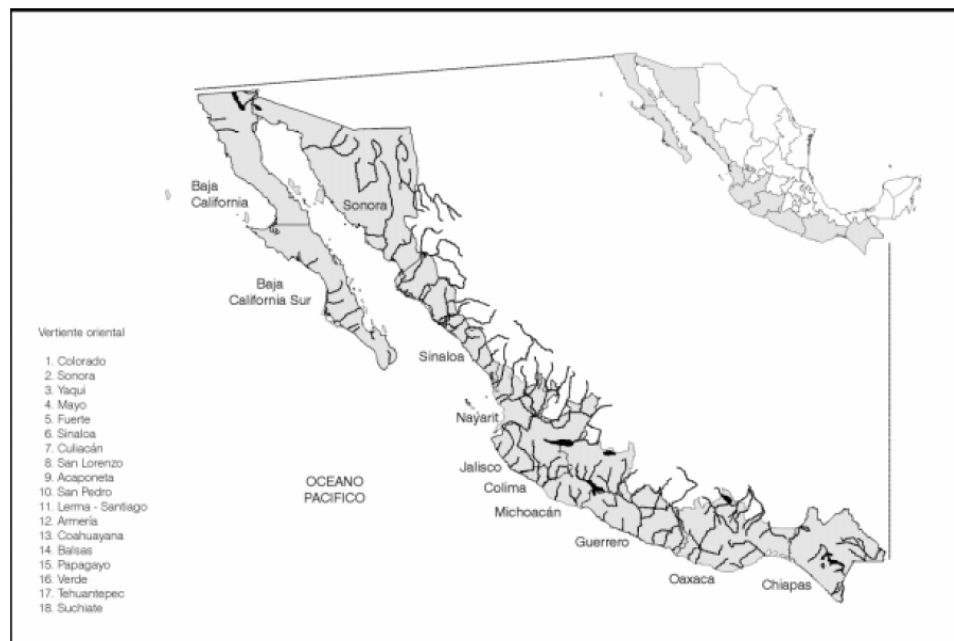


Figura 1. Principales ríos de la vertiente del Pacífico.

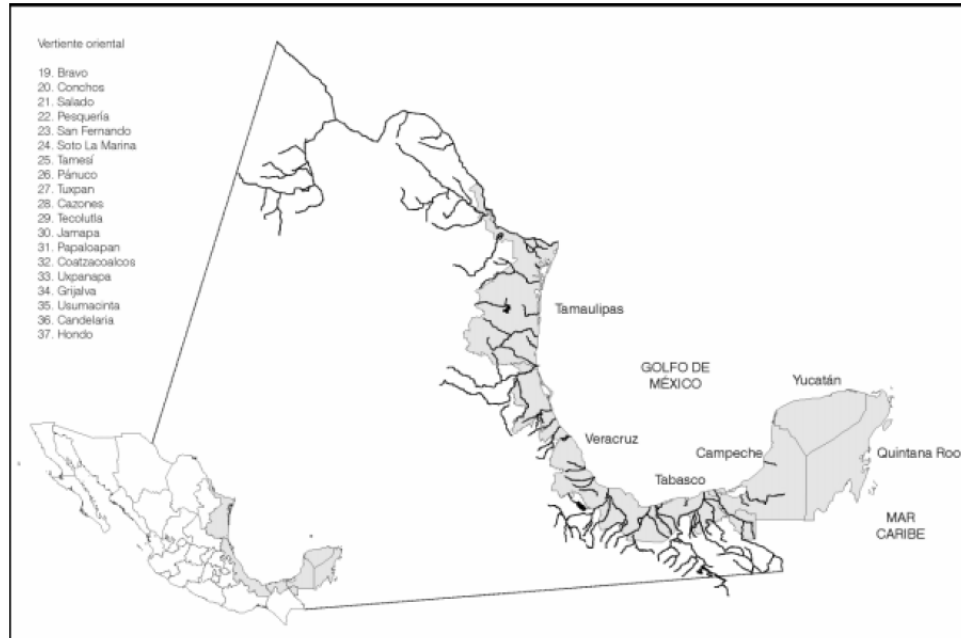


Figura 2. Principales ríos de la vertiente del Atlántico.

## Lagos

La región más rica en lagos es la que abarca el norte de Michoacán y el centro de Jalisco, donde existe gran cantidad de cuerpos de agua de tamaños, y profundidades variables. Los lagos más importantes del país son: Chapala (Jalisco), Cuitzeo (Michoacán), Pátzcuaro (Michoacán) y Yuriria (Guanajuato) (Figura 3).

## Lagunas costeras

De los más de 11 000 km de litoral con que cuenta México, sobresalen las lagunas costeras, de las cuales se calcula que existen aproximadamente 130. Es importante resaltar que los estados de Tamaulipas, Baja California Sur y Campeche son los que poseen las lagunas costeras más grandes de México (Laguna Madre, Bahía Magdalena y Laguna de Términos, respectivamente). El resto de los estados como Veracruz y Sinaloa poseen, diseminadas por todo el litoral, lagunas costeras de tamaño mediano (Figura 3). Con respecto al resto de los estados, éstos mantienen una condición relativa que abarca poco menos de 50% de la extensión total de lagunas costeras de México.

## Embalses artificiales

Estos sistemas acuáticos destacan por su abundancia, ocupan 67.13% de los cuerpos hídricos del país y cubren 188 781 ha, que representan 14.74% de la superficie inundada de aguas epicontinentales. Dentro de estos embalses destacan, por su volumen de agua, la presa La Angostura (Chiapas), Nezahualcóyotl (Chiapas), El Infiernillo (Michoacán-Guerrero) y Chicoasén (Chiapas) (Figura 3).

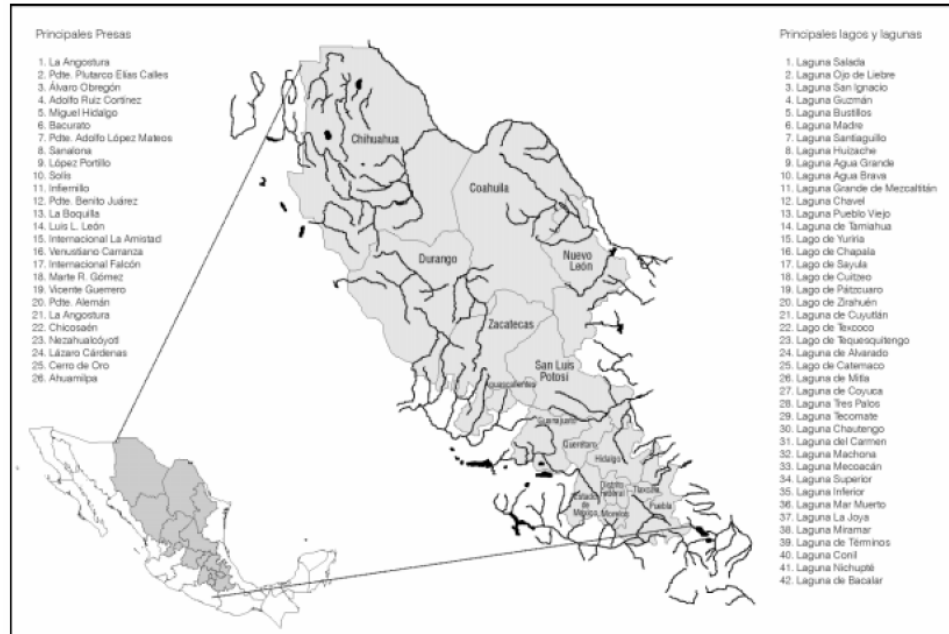


Figura 3. Principales presas, lagos y lagunas de México.

Se considera recurso natural a cualquier elemento de la naturaleza, que el hombre puede utilizar para su propio beneficio.

Es importante definir, algunos conceptos empleados con frecuencia, en relación con los recursos naturales y estos son:

✓ **CONSERVACION.** Es el aprovechamiento de los recursos naturales de acuerdo con su capacidad de regeneración.

✓ **APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE (SUSTENTABLE).** Los recursos naturales son heredados de nuestros antepasados, pero debemos de cuidarlos y mantenerlos, ya que representan el patrimonio de las generaciones futuras.

✓ **USO.** Es apropiación de algunos recursos para satisfacer las necesidades humanas, sean naturales (alimento, abrigo, salud) o culturales (papel, acero, etc.).

✓ **PRESERVACION.** Significa mantener inalterables los recursos con el fin de continuar las condiciones naturales, esto se aplica a especies o ecosistemas en peligro, por ejemplo, la selva amazónica tiene un alto valor natural y cultural para la humanidad por lo que alguna de sus partes deben de ser preservadas para las generaciones futuras.



## CLASIFICACION DE LOS RECURSOS NATURALES

Los Recursos Naturales pueden ser:

- 🌍 **RENOVABLES.** Cuando es posible regenerarlos, ejemplo: vegetación, fauna y suelo.
- 🌍 **NO RENOVABLES.** Si existen en cantidades limitadas, ejemplo: los minerales y el petróleo.
- 🌍 **INAGOTABLES.** Si los recursos no se acaban: ejemplo: el agua, la energía y el clima.

En relación con los recursos renovables debe señalarse que si se utilizan con mayor rapidez que la de su capacidad, se vuelven **NO RENOVABLES**.

### RECURSOS VEGETALES

La vegetación a proporcionado al hombre alimento, cobijo, techo y medicina, desde que esta apareció sobre la tierra. Actualmente la agricultura ha desarrollado variedades vegetales y prácticas de cultivos que permiten obtener grandes cosechas. Sin embargo no son suficientes para alimentar a la humanidad en constante crecimiento. Los recursos vegetales se clasifican en: **forestales y No forestales** y también se incluye al Reino Monera (Bacterias) y al Reino a Fungí (Hongos). Por ejemplo: las bacterias tienen usos farmacéuticos comerciales e industriales, entre ellas las que se utilizan para la elaboración de queso y yogurt. La utilización de los hongos es variada: La fermentación de ciertas levaduras produce cerveza y Pan, el antibiótico penicilina se obtiene del moho *Penicillium notatum* y existen hongos comestibles como los champiñones y el huitlacoche.

### RECURSOS FORESTALES

Comprende los bosques tropicales, templados y matorrales que el hombre utiliza para la producción de combustibles, construcción de viviendas, embarcaciones, durmientes para el ferrocarril, muebles, postes, y papel, entre otros.

Los bosques desempeñan un papel muy importante, debido a que proporcionan materias primas, producen oxígeno, fijan el suelo, detienen y filtran el agua. La destrucción de los bosques en todo el planeta constituye una de las principales amenazas para el equilibrio del ecosistema terrestre, debido a la alteración del régimen de lluvias que producen calentamiento de la superficie y favorece la desertificación.

Los recursos forestales se clasifican:

Maderables: que se utilizan para la obtención de maderas, tablas, leña y celulosa.

No maderable: que se refiere a los productos que se extraen de los árboles, como las resinas, las ceras, los alcoholes, etc...



## **BOSQUE TROPICALES**

En ellos se encuentran árboles como la caoba, Cedro Rojo, Ceiba, Chico Zapote, Caucho, y Palmas, con los cuales se construyen muebles finos; se extraen medicamentos tintes y chicle o se utilizan en la industria automotriz del vestido o del calzado entre otros.

En los últimos años muchos de estos bosques han sido talados para cultivar plantas de importancia económica tales como maíz, frijol, café, caña de azúcar y piña. El monocultivo que se practica en los bosques tropicales empobrece a los suelos y causa la erosión. La explotación racional de estos ecosistemas consiste en talar solo el 10% formando claros, que deben reforestarse con especies cultivadas en viveros y adecuadas para la región.

## **BOSQUES TEMPLADOS.**

Los árboles de este ecosistema aportan la mayor parte de la madera que se utiliza para muebles, construcción de vivienda y barcos así como para la producción de papel, aceites y pinturas.

En México, se encuentran más especies de pinos, encinos y oyameles que en cualquier otro país del mundo, también existen Fresnos, Cedros, y Madroños.

## **MATORRALES**

Constituyen la vegetación típica de zonas áridas y semiáridas. En México, ocupan cerca del 40% del territorio Nacional, y son fuente de alimento forraje, fibra y otros productos de importancia comercial.

## **RECURSOS NO FORESTALES**

Son las plantas de cultivos agrícolas, el hombre ha practicado la agricultura o cultivo de la tierra, desde que dejó de ser nómada y se volvió sedentario. La agricultura se desarrolló a partir del cultivo de cereales como el trigo, la cebada, la avena y el maíz que forman parte de la dieta humana y también se utilizan como forraje. El sorprendente desarrollo que la agricultura ha experimentado en la actualidad se debe al uso de maquinaria el empleo de semillas genéticamente mejoradas a la introducción de nuevos cultivos y fertilizantes, al control de plagas y al fortalecimiento de la tierra mediante prácticas como la rotación de cultivos.

Estos avances tecnológicos han incrementado la producción de todo tipo de plantas entre los que destacan los cereales utilizados como una importante fuente de alimentación humana y como forraje.

De acuerdo a la fuente de agua utilizada para los cultivos, la agricultura puede ser de temporal o de riego. La primera depende de las lluvias de la región y la segunda del agua que el hombre proporciona a los cultivos para lo cual construye presas y aprovecha los depósitos naturales como ríos, lagos y lagunas. Algunos métodos de riego como de aspersión y goteo permiten utilizar el agua de manera más eficiente.

Según los métodos de cultivo la agricultura también se clasifica en: intensiva y extensiva.

La agricultura intensiva, se caracteriza por el uso de maquinaria moderna y asesoría técnica. Se utiliza tanto en grandes extensiones como en pequeñas parcelas.



La agricultura extensiva, por lo general es de bajo rendimiento y en ella se emplean métodos de cultivos tradicionales.

En gran parte de México se practica la agricultura de temporal tanto intensiva como extensiva para el cultivo de cereales, leguminosas, hortalizas y frutales.

En el estado de Coahuila se cultivan plantas cíclicas, que son aquellas que se cosechan varias veces al año y plantas perennes cuyos productos se obtienen durante largos periodos (alfalfa, manzano, pastos, nogal y Vid). Los cultivos cíclicos son Maíz, trigo, avena, algodón, papa, frijol, cártamo, etc.

### **RECURSOS ANIMALES**

El proceso de domesticación animal se inicia de modo simultáneo en diferentes partes del mundo, especialmente con especies herbívoras y con aves. En la actualidad la domesticación, tiene como propósito crear razas y variedades apropiadas para el producto deseado. De este modo se cuenta con animales productores de carne, leche, lana, pie, plumas y huevos, así como las utilizadas para el transporte y la caza.

Por su estudio, los recursos animales se clasifican en: GANADERO, AVICOLA, PESQUEROS Y APICOLAS.

### **GANADERIA:**

La agricultura y la ganadería, son actividades complementarias, ya que la agricultura produce el forraje que el ganado consume y este a su vez se utiliza para arar la tierra.

La ganadería puede ser de tres tipos: DOMESTICA, ESPECIALIZADA E INDUSTRIAL

**GANADERIA DOMESTICA:** Es la cría de ganado únicamente para el mercado regional y de autoconsumo, es de poco valor económico.

**GANADERIA ESPECIALIZADA:** Cría ganado, con el propósito de mejorar las razas, producir sementales y practicar la inseminación artificial.

**GANADERIA INDUSTRIAL:** Se lleva a cabo con fines comerciales y abastecer el mercado con piel, carne, huesos y cuernos que se procesan en diversas industrias.

La ganadería **INTENSIVA**, es la cría y la reproducción controlada de gran numero de cabezas, para lo cual se requiere de alimentación y cuidados higiénicos especiales supervisados técnicamente.

La ganadería **EXTESIVA**, se realiza en amplios terrenos y con métodos tradicionales, por ejemplo se requiere de 15 a 50 hectáreas para criar una sola cabeza de ganado, en las regiones desérticas y semidesérticas de México. El mal uso del terreno produce sobre pastoreo que empobrece al suelo y frena el desarrollo de la industria pecuaria (relativa a la ganadería).



Los principales tipos de ganado son el **BOVINO, PORCINO, CAPRINO Y CABALLAR**

El ganado bovino o vacuno se cría de manera intensiva y extensiva, y se utiliza para la producción de carne leche y sus derivados.

El ganado porcino (cerdos) proporciona diversos productos como carne y grasa sus patas se utilizan como alimento, con sus cerdas se fabrican cepillos y del cuero se producen zapatos.

Las cabras o ganado caprino, tienen su hábitat en regiones secas, calidas y montañosas, como las que se encuentran en los estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luís Potosí.

La cría del ganado caballar se realiza en menor escala que las anteriores, pero con gran valor comercial, en la actualidad los caballos se utilizan, principalmente en actividades rurales de transporte y deportivas.

**AVICULTURA:** Esta muy extendida y comprende la cría de pollos, guajolotes, gansos, patos y codornices para la obtención de huevos y carne y para el caso del avestruz también su piel. En los estados de Coahuila y Nuevo León, existen granjas de crías de avestruz que se ha adaptado muy bien a las condiciones climáticas de la región, produciendo carne magra de buena calidad que ha tenido gran aceptación y piel la cual se utiliza para diversos productos.

**PESCA:** La inmensidad de los océanos podría hacernos, creer que sus recursos son inagotables. Sin embargo solo el 10% que corresponde a las zonas costeras, reúne las características necesarias para la producción de especies potencialmente útiles.

**LA PISICULTURA Y LA ACUACULTURA:** Son prácticas por las que se cultivan, en el agua peces u organismos acuáticos de importancia comercial por medio de ellas se obtienen alrededor de 15 millones de toneladas de peces, crustáceos y mariscos en el mundo.

En la actualidad, casi 90% de la producción mundial piscícola corresponde a la carpa y el resto a diferentes peces.

En México, se practica la pesca en agua salada y en agua dulce que a la vez puede ser extensiva o intensiva.

La pesca extensiva, también llamada domestica se realiza con pequeñas embarcaciones en las zonas costeras, ríos, lagos, lagunas y esteros. Su propósito es satisfacer la demanda local y el autoconsumo. En los litorales de México, se capturan especies tales como barracuda, lenguado, bonito, merlín, pámpano, pargo, tiburón, róbalo, y sábalo.

La pesca que se desarrolla en el mar con embarcaciones especiales es la intensiva o comercial, en ella se obtiene grandes volúmenes atún y camarón principalmente.



Otro tipo de pesca es la deportiva que es de gran atractivo para el turismo nacional e internacional.

### **APICULTURA**

Es la cría de abejas para obtener miel y cera. Es una actividad que recibe asesoría técnica para mejorar la crianza y protección de las abejas lo que asegura un producto de alta calidad muy apreciado en el mercado nacional e internacional. Las abejas también tienen importancia porque polinizan a las plantas.

Hoy día la tecnología empleada para la apicultura destruye el hábitat natural de las abejas silvestres por lo que la polinización depende cada día más de las abejas cultivadas.

### **SUELO.**

Sistema altamente complejo y dinámico está constituido por una capa superficial relativamente delgada de material disperso que se encuentra sobre la litosfera.

Es el resultado de la acción de los factores climáticos, en especial de la temperatura, viento y lluvia sobre la roca.

Funciones del suelo:

- Proporciona soporte mecánico
- Protege a las raíces de los rayos solares
- Suministra agua y oxígeno
- Proporciona nutrimentos
- Transporta calor, permitiendo que se mantenga una temperatura adecuada para el desarrollo de las plantas.

Además de los elementos minerales, el suelo contiene materia orgánica vegetal y animal degradada por la acción de los microorganismos del suelo; este material recibe el nombre de HUMUS y se forma en las capas superiores del suelo, donde contribuye con su fertilidad. Del total del suelo que integra nuestro planeta que es un poco mayor de 13000 millones de hectáreas, las que son adecuadas para el desarrollo de cultivos son alrededor de 1400 millones, México cuenta con una superficie próxima a los 200 millones de hectáreas de las cuales solo el 12% es apto para la agricultura. El suelo es un recurso renovable, que, sin embargo debe de ser explotado mediante técnicas que no lo deterioren ya que su renovación puede tardar de cientos a millones de años.

De su fertilidad depende la producción agrícola, ganadera y forestal. La deforestación es una de las principales causas de la erosión o deterioro de los suelos, lo que origina modificaciones al clima a la vegetación y a la fauna, a los cuerpos de agua y a los mantos acuíferos subterráneos.

### **RECURSOS NO RENOVABLES.**

Los recursos no renovables existen en cantidades limitadas, lo que significa que se pueden agotar, entre estos se encuentran los minerales, y los energéticos fósiles.





**MINERALES:** Desde la época prehistórica el hombre ha aprovechado distintos minerales para la fabricación de utensilios y armas. A partir del siglo XX la demanda de metales se ha incrementado y su requerimiento obedece a los factores históricos y económicos. Aunque parece que la riqueza mineral es inagotable. De acuerdo al uso de los minerales estos pueden ser metales y no metales.

Los metales a su vez se clasifican en metales preciosos, ferrosos y siderúrgicos. Las explotaciones mineras se clasifican en dos grupos las subterráneas y las que están en cielo abierto.

Las primeras consisten en excavar pozos y galerías horizontales a diferente profundidad y las minas a cielo abierto están al ras del suelo. En México, existen minas de ambos tipos.

Nuestro país es un importante productor de metales preciosos, ocupa el primer lugar en plata y esta entre los diez primeros países del mundo de mayor producción de oro. La plata se usa para la fabricación de artículos de joyería y de cuchillería, en creativos fotográficos, explosivos y monedas. El oro es importante en la economía mundial porque garantiza la estabilidad monetaria y equilibrio el comercio, también se utiliza en joyería, en la industria y para acuñar monedas.

**ENERGETICOS FOSILES:** Los combustibles fósiles que promovieron el desarrollo económico, industrial y social de la humanidad en el siglo XX, forman los energéticos No Renovables nivel mundial, este tipo de combustibles representa cerca del 90% de los energéticos totales. De esta cantidad el 50% corresponde al petróleo, el 28% al Carbón y el 22% al gas Natural.

Petróleo. Es un hidrocarburo del cual se obtiene combustibles como la gasolina, el diesel, gas, y subproductos como solventes, plásticos, fibras sintéticas, fertilizantes, parafinas y grasas. El petróleo en estado general es un fluido verdoso pardo o negro que se origina por la descomposición de la materia orgánica vegetal y animal sepultada en sedimentos de arcilla y fango de épocas geológicas pasadas. Se encuentra en el subsuelo formando grandes depósitos que sin embargo se han explotado de manera intensiva desde mediados del siglo XIX, puesto que el petróleo es un recurso No Renovable que al ritmo de consumo actual, las reservas podrán explotarse solo por algunas décadas más.

En México, se explota el petróleo desde 1901, cuando se perforo el primer pozo llamado el Ébano, en San Luís Potosí, en la actualidad las refinerías más importantes se encuentran en los estados de Veracruz, Tamaulipas, Nuevo León, Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca.

**Carbón.** Es un combustible fósil de diferente valor energético, según su antigüedad. El de mayor poder calorífico es la antracita, seguida por la hulla, el lignito, y la turba.

En el estado de Coahuila se encuentran importantes minas de carbón, de donde se extrae la mayor parte de este energético en el país.



**Gas Natural.** Está compuesto principalmente por el gas metano y en forma natural se le encuentra asociado al petróleo, presenta varias ventajas sobre el petróleo, ya que no contamina y es más económico.

**RECURSOS INAGOTABLES.** Son los que existen permanentemente en la tierra; entre ellas se encuentran el agua y los energéticos no petrolíferos. Solo una pequeña parte del agua del planeta se puede utilizar para el consumo y la agricultura.

Por medio de la energía hidroeléctrica se genera electricidad. Otras fuentes de energías son las eólicas (vientos), las geotérmicas (agua caliente o vapor de agua producido por la tierra), la energía solar y la energía nuclear (fisión de átomos)

**AGUA.** Desde la antigüedad el agua ha constituido un factor fundamental para las actividades económicas mundiales. El desarrollo y los avances de la tecnología han aumentado esta dependencia; se calcula que más de 40% del agua a nivel mundial se utiliza en actividades industriales.

Aunque la tierra es conocida como el “**planeta azul**” por la gran cantidad de agua que la cubre, solo se puede utilizar una fracción del vital líquido para consumo humano: 97% del agua se encuentra en los océanos, es decir no se puede utilizar de manera directa.

Las 3/4 partes restantes se encuentran en forma de hielo, en los rasquetees polares los glaciares. Solo una pequeña parte del agua se encuentra en los ríos y lagos; o sea es el agua que se puede utilizar para satisfacer las demandas agrícolas, industriales y de consumo humano.

La agricultura utiliza buena parte del agua dulce, el uso inadecuado de los sistemas de riego, como las acequias o surcos pueden causar desperdicios de agua, ya que esta se evapora y no llega a las plantas a la que esta destinada, otros sistemas como son el aspersión y el goteo, hacen un uso más eficiente de agua.

El agua se utiliza para generar energía eléctrica (hidroeléctrica), es decir que se produce por el movimiento del agua. Las cascadas o ríos rápidos son fuente de este tipo de energía.

**ENERGIA EOLICA.-** El viento que origina como consecuencia del calentamiento desigual de la superficie terrestre, produce la energía eólica (por su etimología “eolus”

que significa viento). La utilización de esta clase de energía era muy común antes de descubrimiento del petróleo, como combustible industrial.

Los molinos de viento. Los molinos de viento se utilizaban para generar trabajo mecánico, como moler granos o bombear agua. En la actualidad más de 100 países han retomado este principio para producir electricidad en regiones donde el viento alcanza, velocidades constantes no inferiores a 25 Km./hora.



Son especialmente importantes los parques eólicos, del istmo de Tehuantepec en México y los de California en Estados Unidos.

**ENERGIA GEOTERMICA.-** Se deriva del agua caliente o vapor de agua, que se produce en el interior de la tierra, las fuentes intermitentes de agua caliente o de vapor reciben el nombre de “GEISERES” y es común que se encuentren cerca de las zonas volcánicas. Si esta energía se encuentra próxima a la superficie se puede captar y almacenar. En la actualidad unos 20 países, entre los cuales destacan Italia, Japón y Estados Unidos, utilizan energía geotérmica, para producir electricidad. En México hay importantes centrales geotérmicas, como “los húmeros” en Puebla, los “azufres” en Michoacán y “cerro prieto” en Baja California.

**LA ENERGIA SOLAR.-**La utilización de esta energía es la base de la vida en la biosfera, de los orígenes de la vida, las plantas la transforman mediante la fotosíntesis en energía química, útil para el resto de los organismos.

Sin embargo, recientemente el hombre ha empezado a utilizarla como fuente de energía en sistemas solares activos y pasivos, así como en celdas fotoeléctricas.

**SISTEMAS ACTIVOS.-** son los sistemas que concentran y almacenan la energía solar para calentar el ambiente y el agua, estos sistemas son comunes en viviendas y el agua o anticongelantes que calientan y circulan por las habitaciones aumentando su temperatura.

**SISTEMAS PASIVOS.-** Capturan la luz solar y la utilizan para calentar el ambiente y el agua; la diferencia con el sistema anterior, es que el sistema pasivo no concentra ni almacena el calor, la luz solar entra por ventanas aislantes que permiten su entrada, pero no la salida del calor.

**CELDA FOTOELECTRICA:** Están formadas por 2 capas de SILICE, cuando la luz solar incide sobre ellas, modifica su estructura cristalina y provoca el movimiento de los electrones, que al pasar de una capa a otra generan una pequeña cantidad de corriente eléctrica que se capta en placas de “COBRE”.

**ENERGIA NUCLEAR:** Se deriva de la colisión entre las moléculas de ciertos átomos, como los de URANIO, por ejemplo con NEUTRONES, como resultado de impacto las moléculas de uranio se hacen inestables y explotan en un proceso llamado FISION, liberando calor, que es utilizada para generar electricidad.

En la actualidad, las formas de energía INAGOTABLES, como la geotermia, la eólica, la solar y la nuclear no han alcanzado el desarrollo tecnológico deseado, debido a que de momento es más fácil y económico utilizar otras fuentes disponibles como el PETROLEO. Sin embargo el reconocimiento de que este energético se AGOTARA, nos obliga a buscar alternativas que hagan más eficientes los RECURSOS ACTUALES y desarrollen el uso de las que acabamos de describir.



**DESARROLLO SUSTENTABLE:** El hombre se ha relacionado con la naturaleza desde que apareció sobre la tierra. Por medio de sus actividades ha intentado satisfacer sus necesidades, sin embargo, algunas de estas acciones ha provocado “transformaciones y alteraciones” del entorno, IMPOSIBLES DE REVERTIR. Es necesario revisar y reevaluar el modelo de desarrollo para así, equilibrar, las necesidades culturales con el problema ambiental y establecer una “SANA” relación entre la sociedad y la naturaleza.

Según el informe **BRUNDTLAND 1987**, el **DESARROLLO SUSTENTABLE** se define como **DESARROLLO QUE SATISFACE LAS NECESIDADES DEL PRESENTE, SIN COMPROMETER LA CAPACIDAD DE QUE LAS FUTURAS GENERACIONES, PUEDAN SATISFACER SUS PROPIAS NECESIDADES**, esta forma de valorar el presente y el futuro, puede ser una alternativa, para lograr un desarrollo, que no **DEGRADE** el ambiente.

El desarrollo sustentable, comprende 3 aspectos fundamentales: **LA EDUCACION AMBIENTAL, LOS SISTEMAS POLITICOS Y LOS SISTEMAS SOCIALES.**

1. La educación ambiental, es un proceso permanente de aprendizaje, basado en el respeto de todas las formas de vida. dicha educación afirma valores y acciones que contribuyen en la **CONCIENTIZACION HUMANA Y SOCIAL**, para la preservación ambiental.
2. Las reformas a los **SISTEMAS POLITICOS**, incluyen la implementación de prácticas productivas, que incorporan como condición para su realización, renovación y conservación de la naturaleza.
3. Los **SISTEMAS SOCIALES**, implican la participación ciudadana para dar seguimiento a los programas que pretendan una mejora en la calidad de vida, autosuficiente, alimentaría y la sana comercialización de los excedentes.

En nuestro país, las reformas sociales han impulsado la agricultura y el mercado interno y externo, desafortunadamente, algunas de ellas también han causado:

- 1.- *La sobreexplotación y destrucción de bosques y selvas.*
- 2.- *La utilización de áreas tropicales, para el uso de cultivos agrícolas.*
- 3.- *La utilización irracional de agua para el riego agrícola, la industria y la producción de energía eléctrica.*
- 4.- *La extracción intensiva de minerales y petróleo.*
- 5.- *La práctica del monocultivo, lo que disminuye la fertilidad del suelo.*
- 6.- *La captura y caza de animales, hasta su extinción*



Por ello, es evidente la necesidad de implementar una política nacional, basada en una legislación eficaz sobre los **RECURSOS NATURALES**, que establezca un equilibrio entre el interés privado y el nacional. El estado debe de regular el **USO** de los **RECURSOS NATURALES**, para promover un desarrollo sustentable, de acuerdo con las bases derivadas de la investigación científica y tecnológica, las condiciones del medio y los intereses sociales.

Es necesario formular leyes que *ORDENEN, PLANIFIQUEN Y VIGILEN* la utilización de los **RECURSOS NATURALES**. Por otra parte la sociedad debe de reconocer que la naturaleza es un BIEN que pertenece a **TODA LA HUMANIDAD** y no a **UN GRUPO** de personas.

**Impacto ambiental:** Término que define el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente.

**Estudio de impacto ambiental:** Conjunto sistematizado de conocimiento emitido por un grupo de expertos que permitan analizar una obra o actividad (antes de iniciar la obra)

**Evaluación de impacto ambiental: (EIA)** Describe el proceso jurídico administrativo impuesto por el gobierno a las agencias públicas o privadas para autorizar, rechazar o modificar un proyecto desde su etapa de planeación, mediante un método analítico que permita identificar y evaluar los impactos potenciales que puede provocar un proyecto sobre el medio ambiente.

A partir del nacimiento de la agricultura, el hombre empezó a modificar el ambiente de acuerdo con sus necesidades; a tal grado que hasta la década de 1970, la influencia de los seres humanos sobre el medio llegó a ser más importante que la del medio sobre el hombre mismo, generando con esto serias alteraciones al equilibrio ecológico.

Los principales problemas ambientales de la actualidad son:

- Explosión demográfica
- Urbanización
- Agricultura intensiva
- Industrialización

### **Contaminación**

Se le llama contaminación a la presencia en el ambiente de uno o más elementos que dañen la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, o que degraden la calidad de cualquier elemento del medio, sea biótico o abiótico. Contaminante es cualquier sustancia que al adicionarse al aire, agua o suelo, altera sus características naturales.



## Existen dos tipos de contaminación: Natural y Antrópica

**La contaminación natural.** Es producto de mecanismos y fenómenos naturales: es reciclable y permite el restablecimiento del equilibrio ecológico. Por ejemplo: emisiones volcánicas, cenizas de incendios forestales y polvos de tolveneras.

**La contaminación antrópica.** Es producto de la actividad humana y puede provocar daños irreversibles en los ecosistemas.

**Fuentes emisoras de contaminantes antrópicos.** Cualquier actividad humana libera residuos que pueden ser contaminantes.

### Las actividades humanas generadoras de contaminantes se han clasificado en:

- Domésticas
- Industriales
- Agrícolas, cada una de ellas con una cantidad y calidad de contaminantes diferentes.

### Los desechos sólidos

El hombre siempre ha generado desechos; unos son productos naturales de su fisiología y otros resultan de sus actividades socioeconómicas. Cuando estos últimos en su mayoría son de naturaleza sólida, reciben en nombre de desechos sólida (o también basura), y se clasifican de la manera siguiente:

**Biodegradables.** Aquellos que al ser descompuestos por la acción de organismos pueden reincorporarse en un ciclo biogeoquímico; ejemplo de ello son los restos de comida, aceites, hueso papel y madera.

**No degradables.** Los que al no ser descompuestos permanecen en el medio ocasionando, de manera directa o indirecta, alteraciones en él:

Algunos ejemplos son el vidrio, latas, botellas, y la mayoría de materiales plásticos o metálicos.

Un método que podría ayudar a disminuir este tipo de contaminación es la separación de los residuos en biodegradables y no degradables.



Los residuos biodegradables pueden someterse a un proceso de fermentación bacteriana, cuyo producto final, es un material semejante al lodo, el cual recibe el nombre de **composta**. Este producto es un fertilizante natural de gran valor para la agricultura: Al



mismo tiempo se obtiene biogás, que pueden utilizarse como combustible. La producción de composta puede ser industrial o doméstica. Por desgracia solo existe una planta productora de este material en México, los residuos no degradables pueden clasificarse de acuerdo con la naturaleza de sus componentes y reciclarse para producir nuevos bienes consumibles.

### **Contaminación del agua**

Se entiende por contaminación del agua la adición de materiales extraños que deterioran la calidad de esta. Existen tres tipos de contaminantes del agua: Agentes biológicos, químicos o físicos.

La contaminación biológica resulta de arrojar a las aguas continentales variedad de sustancias fermentables, de diverso origen, como pueden ser aguas negras de las ciudades o de las industrias.

La contaminación química resulta de agregar compuestos, como nitratos, fosfatos, minerales o residuos de las actividades industriales. Entre otros contaminante químicos se encuentran los detergentes, fertilizantes y derivados del petróleo.

La contaminación física del agua es ocasionada al agregarle agentes que alteran sus características físicas; por ejemplo: los residuos metalúrgicos, que la calientan y dificultan la difusión del oxígeno; igual efecto causan las hidroeléctricas.

En México existen diversas formas de tratamiento de agua negras que permite su reutilización. El agua usada en las actividades domésticas es reciclada, depurada y reutilizada posteriormente en sanitarios o en riegos de jardines.

### **Contaminación del suelo**

Los suelos constituyen para el humano el sustrato de la vida sobre la Tierra, ya que de ellos obtenemos en forma directa o indirecta la mayoría de nuestros alimentos; sin embargo son objeto de gran deterioro debido a diversos contaminantes, entre los que pueden mencionarse:

**La basura.** Ésta se deposita sobre el suelo de manera indiscriminada y altera las propiedades físicas y químicas del mismo, además de destruir la cubierta vegetal natural y ocupar lugares que se requieren para actividades más productivas para la vida.

**Los fertilizantes.** Al agregarse al suelo de manera anárquica, sin tomar en cuenta los verdaderos requerimientos de dichas sustancias, los excedentes se infiltran y llegan hasta los mantos acuíferos subterráneos contaminando los manantiales que alimentan los ríos.

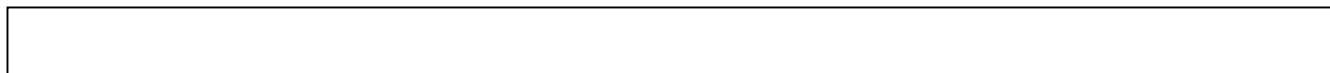
Los plaguicidas son sustancias químicas no biodegradables que envenenan no solo a las plagas si no a toda la fauna orgánica y a la vez que se alimentan de ellas y que pueden llegar a dañar al humano.

**Los herbicidas.** Se usan para el control de maleza o exterminio de plantíos no deseables como amapola y marihuana, son compuestos químicos de levada toxicidad,



permanecen en el suelo durante muchos años y al contaminar el agua o ser absorbidos por plantas comestibles pueden ser muy peligrosos para el ser humano.

**Los detergentes:** estos productos contaminan los suelos y regados con agua negras, matando la micro fauna y la micro flora del suelo o induciendo su proliferación, con lo que disminuye el oxígeno edáfico y se produce su putrefacción masiva que deteriora los suelos agrícolas.

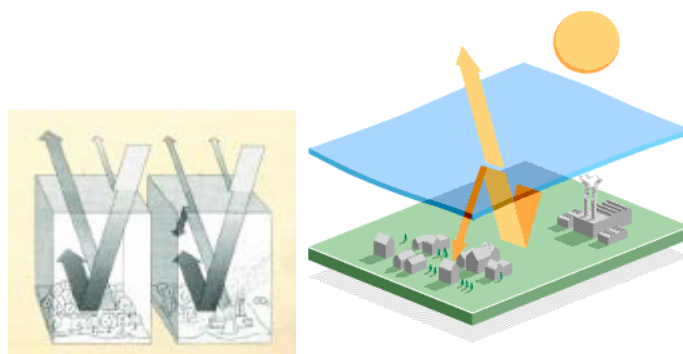


Los gases de mayor concentración que se encuentran presentes en la atmósfera (oxígeno y nitrógeno) no muestran efectos significativos sobre el clima. Si estos gases fueran los únicos componentes atmosféricos, la Tierra sería un planeta inhóspito debido a que la temperatura media sobre su superficie sería de aproximadamente  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Sin embargo, algunos gases minoritarios actúan en forma tal que permiten que la radiación solar penetre hasta la superficie terrestre y atrapan la radiación infrarroja ascendente emitida por la Tierra, que de otro modo escaparía al espacio. De esta manera se genera un fenómeno denominado efecto invernadero, por analogía a lo que ocurre en los invernaderos, en los que el vidrio actúa permitiendo el paso de la radiación solar y retiene la radiación infrarroja emitida dentro del invernadero.

Por lo tanto este comportamiento selectivo de algunos gases atmosféricos frente a la radiación solar y terrestre produce calentamiento del aire próximo a la superficie terrestre, elevando la temperatura media del planeta a  $+15^{\circ}\text{C}$ .

El efecto invernadero es un fenómeno que ocurre en forma natural en la atmósfera. No obstante, su efecto beneficioso puede ser modificado por actividades humanas que aumentan la concentración en la atmósfera de muchos de los gases que lo producen.



El fuerte aumento observado desde la época industrial en la concentración de la mayoría de los gases de invernadero, estaría altamente vinculado con el aumento registrado en la temperatura media global del último siglo. Por lo tanto, el hombre a través de sus actividades, es capaz de alterar un fenómeno beneficioso como es el efecto invernadero y provocar modificaciones en el clima, generando múltiples efectos en el equilibrio de los ecosistemas.





Los gases de efecto invernadero más importantes son: *vapor de agua*, *dióxido de carbono* ( $\text{CO}_2$ ) *metano* ( $\text{CH}_4$ ), *óxido nitroso* ( $\text{N}_2\text{O}$ ) *clorofluorcarbonos* (CFC) y *ozono* ( $\text{O}_3$ ).

### **Alternativas**

Actuación global:

- Esto puede comenzar con la disminución del uso de combustibles fósiles, cuyo resultado será una menor emisión de  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono). La implementación de tales ahorros sólo se puede lograr mediante el consenso de la población y a través de medidas educativas.
- Terminar la quema de bosques destinada a la obtención de campos para uso agrícola. El aumento de los espacios verdes en las ciudades es una medida eficiente para mejorar el clima de las ciudades.
- Reducir el empleo de fertilizantes artificiales, lo cual disminuirá la emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  (monóxido de nitrógeno), otro de los gases de invernadero.
- Fomentar la educación para evitar el derroche y que las medidas educativas se hallen en el marco del delicadísimo tema del control de la natalidad. Estos serán pilares esenciales de toda política ambiental.
- Cambiar radicalmente nuestras tablas de valores antes de este planeta sea inhabitable para el hombre y demás seres vivos.

### **Cambio climático global**

Cambio global significa, en el uso restringido que se le da hoy al término, un calentamiento global de la atmósfera producido por el aumento de la concentración de los gases de invernadero en la atmósfera. Entre los más importantes de ellos se encuentra el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el vapor de agua, los compuestos clorofluorcarbonados (CFC) y el metano ( $\text{CH}_4$ ). Su aumento tiene que ver con el incremento del consumo de energía y de la actividad agrícola - ganadera ( $\text{CH}_4$ ) e industrial ( $\text{CO}_2$  y CFC). Este aumento de temperatura trae aparejado un cambio en las otras variables climáticas, o sea un "cambio climático global".

Cambios cualitativa y cuantitativamente diferentes se han producido con cierta frecuencia durante todos los períodos geológicos y mucho antes de la aparición del hombre. Si hablamos de un posible cambio global actual pensamos en un cambio provocado por las actividades globales del hombre, que abarcan la sobreexplotación de los bosques, el uso indiscriminado de las reservas energéticas, la producción de alimentos y la actividad industrial en general. Asimismo, el crecimiento desmedido de la población mundial, en un planeta que podría absorber tal vez, los desechos de una población de mil millones de habitantes humanos, y ha llegado a un estado de crisis al casi sextuplicar la cifra.



Las actividades mencionadas están cambiando paulatinamente la atmósfera terrestre, reforzando el efecto invernadero.

*En la cercanía del suelo, la atmósfera contiene en el momento actual: 0,035% de CO<sub>2</sub>, 20,95% de O<sub>2</sub>, 78,08% de N<sub>2</sub> y 0,3% de N<sub>2</sub>O (Datos de la Organización Meteorológica Mundial, 1986.*

### Ozono

Forma molecular del oxígeno compuesta por tres átomos (O<sub>3</sub>). Es un gas azulado, muy activo desde el punto de vista químico y un poderoso agente oxidante. Se forma cuando el oxígeno es sometido a descargas eléctricas. En la atmósfera se forma en presencia de radiación ultravioleta de origen solar y otras sustancias químicas que actúan en forma catalítica, o sea que intervienen en la reacción pero no son modificadas por esta. Se lo utiliza para la purificación de aire y agua, en el tratamiento de residuos industriales y como blanqueador.

En la atmósfera el ozono es un efectivo gas de invernadero. Se lo encuentra principalmente en la estratósfera, formando la capa de ozono entre los 10 y 50 km. La existencia del ozono estratosférico fue postulada en 1880 y detectada por primera vez en 1913. También se lo encuentra, en cantidades menores, en la tropósfera, en particular en zonas urbanas y de importante actividad industrial, así como en regiones donde se realizan quemadas importantes de biomasa, por ejemplo en la quema de bosques y sabanas tropicales. El monitoreo del ozono troposférico en superficie se inició en 1860.

El ozono en la estratósfera limita enormemente la incidencia de la radiación ultravioleta solar sobre la superficie terrestre, permitiendo que la vida vegetal y animal sea posible. De allí su importancia y la necesidad imperiosa de controlar la emisión de contaminantes clorados que reducen el contenido de ozono estratosférico global y dan lugar al llamado 'agujero' de ozono en las regiones polares del planeta.

El ozono troposférico, cuya cantidad actualmente se está incrementando por las actividades antropogénicas, colabora en el incremento del efecto invernadero de la atmósfera terrestre. Debido a su altísimo poder oxidante es nocivo para la salud, afectando el aparato respiratorio; también afecta a las plantas. Por su alto poder oxidante acelera el envejecimiento de los materiales.





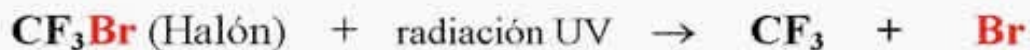
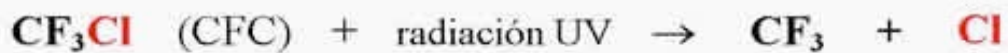
## Agujero de Ozono

Importante reducción de la concentración de ozono y consecuente adelgazamiento de la *capa de ozono* fue evidenciada principalmente sobre la Antártida a partir de 1984. Estudios posteriores permitieron observar su dinámica, el aumento de su magnitud y una situación similar, aunque menos pronunciada sobre el Ártico.

En 1990, sobre la Antártida, el agujero de ozono, tenía una extensión aproximada a la superficie de EE.UU.

Este fenómeno se produce, principalmente, por el efecto destructivo que tienen los CFC (compuestos clorofluorocarbonados) y los *Halones* (compuestos bromofluorocarbonados) sobre las moléculas de ozono a nivel estratosférico y se potencia por la presencia de una masa de aire aislada que persiste durante todo el invierno polar en el hemisferio sur (vortex polar). Esta característica climática permite la acumulación y el confinamiento temporal de los CFC y los *Halones* y la posterior destrucción del ozono. Estos compuestos se emplean para la producción de frío, como propelentes en aerosoles y en la fabricación de plásticos expandidos.

Son complejas y múltiples las reacciones químicas que describen este fenómeno, todas ellas configuran el llamado "ciclo de destrucción catalítica del ozono". Se sabe que un punto fundamental está representado por la liberación de átomos de cloro (Cl) o de bromo (Br) de los CFC y de los Halones respectivamente por acción de la radiación ultravioleta.



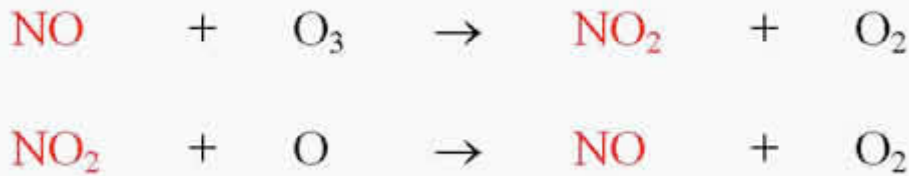
Estos átomos de cloro y/o bromo reaccionan repetida y eficazmente con las moléculas de ozono destruyéndolo (un átomo de cloro destruye aproximadamente 100.000 moléculas de ozono).



Los átomos de cloro y bromo oxidados se reciclan y vuelven a reaccionar con ozono.



Los óxidos del nitrógeno (NO<sub>x</sub>), de manera similar, provocan una reacción en cadena que destruye el ozono.



Estos óxidos son producidos, en importantes cantidades por motores de combustión (transporte urbano, aéreo,...).

Los CFC provocaron hasta el año 1990 una disminución en la columna global de ozono 1.6 a 3.0 %, como consecuencia de ello la radiación UV-B se incrementó entre el 3 y 6 %. Sobre la Antártida todas las primaveras la capa de ozono es destruida en aproximadamente un 50 % provocando un aumento de radiación UV-B que excede el 100%.

Si bien la manifestación más notoria del agujero de ozono se ha dado sobre la Antártida, estudios recientes permitieron detectar situaciones similares en ambos hemisferios y por lo tanto el carácter global del fenómeno.

Una de las principales consecuencias de este hecho es el incremento de la radiación ultravioleta que llega a la Tierra. Esta radiación es nociva para la vida, es mutagénica y potencialmente cancerígena y muchos estudios han revelado su efecto inmuno depresor (pérdida de defensas en el organismo), así como también causante de efectos negativos para la agricultura y los sistemas planctónicos. Se observaron también, efectos adversos sobre la calidad del aire en la tropósfera, ya que dicho incremento de radiación altera los procesos químicos atmosféricos de ésta región

### **Compuestos Clorofluorocarbonados (CFC)**

Los CFC son los principales responsables del adelgazamiento de la capa de ozono (agujero de ozono). Son productos de síntesis formados por átomos de carbono, cloro y flúor, que poseen propiedades físicas y químicas adecuadas para ser empleados en múltiples aplicaciones; tienen alta estabilidad química, bajos puntos de ebullición, baja viscosidad y baja tensión superficial.

Se emplean en:

- Producción de frío:
  - industria frigorífica
  - refrigeradores domésticos
  - aire acondicionado
- Producción de plásticos expandidos:
  - poliuretano
  - poliestireno
- Producción de propelentes:
  - productos en aerosol tales como:
    - alimentos
    - cosméticos



- insecticidas
- pinturas
- Producción de solventes:
  - industria electrónica (limpieza de componentes)

Estos compuestos que en la baja atmósfera son inertes y de larga vida (varias décadas), al llegar a nivel estratosférico pierden su estabilidad química y reaccionan eficazmente con el ozono, consumiéndolo.

El aporte de los CFC al calentamiento global (efecto invernadero) es significativo, durante la década de los años 80 su contribución era del 25 %.

### **Alternativas**

Minimizar el uso de productos con CFC.

Elegir productos que posean compuestos con menor Potencial de Destrucción de Ozono, tales como los hidroc fluorocarbonados (HCFC) o aquéllos que no reaccionan con el ozono, como los hidro fluorocarbonados (HFC).

### **Agujero de Ozono,**

Importante reducción de la concentración de ozono y consecuente adelgazamiento de la *capa de ozono* fue evidenciada principalmente sobre la Antártida a partir de 1984. Estudios posteriores permitieron observar su dinámica, el aumento de su magnitud y una situación similar, aunque menos pronunciada sobre el Ártico.

En 1990, sobre la Antártida, el agujero de ozono, tenía una extensión aproximada a la superficie de EE.UU.

Este fenómeno se produce, principalmente, por el efecto destructivo que tienen los CFC (compuestos clorofluorocarbonados) y los *Halones* (compuestos bromofluorocarbonados) sobre las moléculas de ozono a nivel estratosférico y se potencia por la presencia de una masa de aire aislada que persiste durante todo el invierno polar en el hemisferio sur (vortex polar). Esta característica climática permite la acumulación y el confinamiento temporal de los CFC y los *Halones* y la posterior destrucción del ozono. Estos compuestos se emplean para la producción de frío, como propelentes en aerosoles y en la fabricación de plásticos expandidos.

Son complejas y múltiples las reacciones químicas que describen este fenómeno, todas ellas configuran el llamado "ciclo de destrucción catalítica del ozono". Se sabe que un punto fundamental está representado por la liberación de átomos de cloro (Cl) o de bromo (Br) de los CFC y de los Halones respectivamente por acción de la radiación ultravioleta.

### **Atmósfera**

La palabra atmósfera es un término compuesto por dos partículas, *atomos*, que en griego significa vapor, aire y la palabra esfera. Es decir que es la envoltura gaseosa que cubre a una esfera o cuerpo celeste o a un planeta. Cada cuerpo celeste tiene una atmósfera propia, de características particulares. En el caso de la Tierra, la atmósfera seca, o sea sin considerar el vapor de agua presente en ella, está compuesta por:



nitrógeno	N <sub>2</sub>	78.08% en volumen
oxígeno	O <sub>2</sub>	20.95% en volumen
argón	Ar	0.93% en volumen
anhídrido carbónico	CO <sub>2</sub>	~0.03% en volumen

El aproximadamente 0.01% restante esta compuesto por el ozono (0.000006%) y gran variedad de gases presentes en cantidades muy reducidas, de allí su denominación de gases traza. El vapor de agua puede llegar a ser el 4% de la atmósfera cerca de la superficie del planeta pero por encima de los 10-15 km solo se encuentra en cantidades muy pequeñas, haciendo parte de ese 0,01 por ciento restante. A pesar de estar presentes en cantidades tan bajas, estos gases tienen una participación muy importante en el comportamiento del clima y el desarrollo de los procesos atmosféricos, debido a su participación en la física y la química que regulan el estado de la atmósfera.

El ozono y el vapor de agua, ambos gases de invernadero, por absorber la radiación infrarroja terrestre, son particularmente importantes para definir el clima terrestre y mantener las condiciones ambientales que permiten la vida en la Tierra. Ello es debido, particularmente, por el papel que juegan sus respectivas distribuciones verticales y su variabilidad geográfica y temporal.

En función del comportamiento de la temperatura atmosférica con la altura, convencionalmente la atmósfera terrestre ha sido dividida en cinco capas que, a partir de la superficie terrestre, se denominan consecutivamente: Tropósfera, Estratósfera, Mesósfera, Termósfera y Exósfera. Estas capas presentan distintas características y comportamientos, a saber:

### **TROPÓSFERA**

Es la capa inferior, en contacto con la superficie terrestre y contiene casi el 90% de toda la masa atmosférica. Su límite superior es la tropopausa, cuya altura varia entre los 18km sobre el Ecuador y los 8 km. sobre las regiones polares. En la tropósfera la temperatura decrece en función de la altura (aproximadamente -6°C cada 1000 metros de ascenso). En esta región se desarrollan los procesos de la temperie y buena parte de los climáticos. La mezcla de gases atmosféricos principales es homogénea, y salvo en zonas contaminadas, prácticamente no se desarrollan procesos químicos ni fotoquímicos, estos últimos debidos a la acción que tiene la radiación solar sobre ciertos contaminantes, dando origen a las deposiciones ácidas (precipitaciones, nieblas y escarchas ácidas).

La tropopausa, que puede ser simple o múltiple, es la divisoria entre la tropósfera y la capa siguiente.

**ESTRATÓSFERA** Es la capa ubicada por encima de la tropopausa. Esta región muestra un incremento de la temperatura en función de la altura, debido a que contiene a la



capa de ozono que absorbe la energía de alta intensidad (radiación ultravioleta) de la radiación solar. La estratósfera se extiende hasta aproximadamente 50 km. por encima de la superficie terrestre, donde se encuentra la estratopausa. Allí es posible encontrar temperaturas de hasta 0°C. La estratósfera, que contiene algo menos del 10% de la masa de la atmósfera, es una región químicamente activa debido a la presencia de mayores niveles de radiación solar, en particular la mencionada radiación ultravioleta. Desde hace algunos años se considera que esta región es importante para la regulación del clima y sus variaciones son consideradas como indicadores tempranos de procesos conducentes al cambio climático.

**MESÓSFERA** Por encima de la estratósfera se encuentra la mesósfera, donde nuevamente la temperatura decrece con la altura, hasta la mesopausa que se ubica a unos 85-90 km. por sobre la superficie. Aquí la actividad química es aun más importante, debido a la mayor intensidad de la radiación solar, que alcanza a esta capa atmosférica atenuada sólo levemente por la presencia de la capa siguiente.

**TERMÓSFERA** En esta capa los gases principales ( $N_2$ ,  $O_2$ , Ar y  $CO_2$ ), ya no se mezclan homogéneamente, sino que forman estratos. Los gases que la conforman, como ocurre con el oxígeno termosférico, se encuentran en su estado atómico (O), por efecto de la radiación solar no atenuada que incluye rayos X y partículas energéticas, como protones y electrones. Es por ello que llegan a ionizarse, formando la ionósfera o capa ionizada que rodea al planeta. En la termósfera la temperatura crece con la altura y puede llegar a ser superior a los 1.500°C a 300 km. de altura, según sea el estado de la corona solar.

**EXÓSFERA** Finalmente y por encima de los 400 km. se ubica la exósfera formada principalmente por helio e hidrógeno, cuyos átomos pueden alcanzar velocidades suficientemente elevadas como para escapar del campo gravitatorio terrestre.

### OTRAS DEFINICIONES

1. La tropósfera, es también conocida como atmósfera baja. Ella, junto con la estratósfera y mesósfera, conocidas en conjunto como la ATMÓSFERA MEDIA, forman la HOMÓSFERA debido a la mezcla homogénea de los gases principales.

2. La termósfera y la exósfera, denominadas ATMÓSFERA SUPERIOR también se conocen colectivamente como HETERÓSFERA, debido a que los gases en esta región de la atmósfera no se mezclan.

3) Aún cuando, generalmente, se entiende por atmósfera a la capa de aire que rodea a La Tierra, en algunos casos se la divide en ATMÓSFERA EXTERNA y ATMÓSFERA INTERNA. La primera es llamada también ATMÓSFERA LIBRE y la segunda es la ATMÓSFERA DE LOS INTERIORES, que adquiere importancia en las áreas de trabajo, vivienda, de esparcimiento, etc., ya que puede ser acondicionada, para proveer condiciones de mayor confort al individuo.

El peso total de la atmósfera terrestre es de  $5,3 \times 10^{18}$  kg. Un centímetro cuadrado colocado a nivel del mar recibe un peso de, aproximadamente, 1 kg. Aproximadamente el 90



% de la masa de aire atmosférico se encuentra por debajo de la altitud de 15 km, 99 % debajo de los 30 km y el 99,99% por debajo de los 48 km de la superficie terrestre.

### **Contaminación Atmosférica**

El Congreso de Europa de 1967 dio la siguiente definición: “Hay polución del aire cuando la presión de una sustancia extraña o la variación importante en la proporción de los constituyentes es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias, teniendo en cuenta el estado de los conocimientos científicos del momento”.

Esas sustancia extrañas que provocan la contaminación atmosférica son los agentes contaminantes, gases, líquidos y sólidos que se concentran en suspensión en la atmósfera y cuyas potenciales fuentes de origen son las siguientes:

- a) Procesos industriales: constituyen uno de los principales focos contaminantes.
- b) Combustiones domésticas e industriales: principalmente los combustibles sólidos (carbón) que producen humo, polvo y óxido de azufre.
- c) Vehículos con motor de combustión: cuya densidad en las regiones muy urbanizadas determina una elevada contaminación atmosférica (óxido de carbono, plomo, óxido de nitrógeno, partículas sólidas).

Estados Unidos es responsable de cerca de un 60 % del peso total de los contaminantes emitidos a la atmósfera y París de un 47%.

El orden de importancia de cada una de estas fuentes contaminantes tiene relación directa con la concentración de los agentes contaminantes y de las condiciones meteorológicas locales.

Existen clasificadas más de un centenar de sustancias contaminantes de la atmósfera. Las más importantes son el dióxido de azufre, el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno liberados tras una combustión incompleta de los hidrocarburos líquidos, el plomo, los fluoruros, etc.

El dióxido de azufre es uno de los contaminantes más habituales y representativos del aire de nuestras ciudades. Procede de la combustión de carbones usados en la producción de energía, en la industria y en la calefacción doméstica.

El dióxido de carbono proviene de la combustión de los compuestos orgánicos y las cantidades emitidas a la atmósfera son muy importantes, influyendo en el calentamiento atmosférico.

El monóxido de carbono junto a los hidrocarburos y óxidos de nitrógeno constituyen tres de los contaminantes más frecuentes cuyas fuentes principales provienen de los gases emitidos por motores de combustión interna (automotores).

Las circunstancias climatológicas influyen de modo determinante en la distribución de la contaminación atmosférica.





De los diferentes parámetros meteorológicos, es quizás el viento el más importante. El viento puede dispersar los agentes contaminantes y transportarlos lejos de su punto de emisión; su dirección y velocidad están en función de los cambios de temperatura cuyo conocimiento es esencial desde el punto de vista de la contaminación atmosférica.

Otros factores meteorológicos influyen asimismo en la contaminación de la atmósfera. La radiación solar interviene en la formación de nitratos y del smog en general; la humedad en la transformación del trióxido de azufre en ácido sulfúrico.

El conocimiento de todos estos factores a nivel micrometeorológico es indispensable para el estudio de los niveles de contaminación de los núcleos urbanos e industriales.

La meteorología aporta día a día, una mayor ayuda en la lucha contra la contaminación atmosférica, mediante el conocimiento de los períodos de calma o de cambios generadores de contaminaciones. También en el terreno del ordenamiento territorial y de la planificación urbanística, evitando los emplazamientos urbanos en zonas que por su situación se verían expuestas a la contaminación.

## **LLUVIA ACIDA**

Se denomina lluvia ácida a todo tipo de precipitaciones (lluvia, nieve o niebla) cuyo pH es inferior a 5 (valor de pH correspondiente a la lluvia natural, la cual es ligeramente ácida).

La combustión del carbón mineral, petróleo y derivados del petróleo (naftas, gasoil, etc.) liberan entre otros gases: dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), que en contacto con el vapor de agua de la atmósfera reaccionan químicamente produciendo ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

Estos ácidos son entonces responsables de la acidificación de las precipitaciones.

Tanto industrias, automóviles y todo tipo de máquinas empleadas por el hombre, que funcionen a carbón, petróleo o derivados, producen gases contaminantes; pues la energía necesaria para el funcionamiento de éstas máquinas proviene de la combustión de los mencionados materiales.

La lluvia ácida no sólo causa problemas locales de contaminación, sino que se expande afectando grandes áreas de terreno pues las nubes formadas con estos gases se trasladan por acción eólica (del viento) y las precipitaciones se producen en distintos lugares.

Efectos de la lluvia ácida:

- Salud humana: causa trastornos en las vías respiratorias, pues la niebla ingresa a los pulmones durante la respiración.
- Construcciones: acelera el deterioro de los edificios, un claro ejemplo son las catedrales europeas, deteriorando así parte del patrimonio cultural del mundo.
- Bosques: Se ha comprobado que la lluvia ácida ha causado la destrucción de millones de hectáreas de bosques europeos, así como también la destrucción de la flora y fauna de ríos y lagos.



Este fenómeno es muy importante en el hemisferio norte, dada la gran industrialización que posee.

Actualmente se lo considera como uno de los problemas climáticos generados por el hombre más importantes y si bien se ha iniciado la toma de medidas al respecto, de no encomiar esfuerzos para el empleo de energías alternativas, continuará afectando de manera progresiva al ambiente.

### **Alternativas**

- Promover el empleo de energías alternativas tales como la energía solar, en industrias, automóviles, etc.
- Promover el desarrollo y puesta en marcha de estrategias de control de emisiones gaseosas

### **Combustibles fósiles**

Se agrupan bajo esta denominación el carbón, el petróleo y el gas natural, productos que por sus características químicas se emplean como combustibles. Se han formado naturalmente a través de complejos procesos biogeoquímicos, desarrollados bajo condiciones especiales durante millones de años. La materia prima a partir de la cual se generaron incluye restos vegetales y antiguas comunidades planctónicas.

Constituyen un recurso natural no renovable.

El carbón o carbón de piedra se formó a partir de material vegetal. Muchas veces se pueden distinguir vetas de madera o improntas de hojas que permiten reconocer su origen.

El petróleo se formó principalmente del plancton. Frecuentemente con el petróleo se encuentra gas natural, originado durante el mismo proceso en que se generó el primero.

Ambos tipos de combustibles se encuentran acompañados de azufre y/o derivados azufrados, ya que se formaron en condiciones anaeróbicas.

El descubrimiento y el empleo de este tipo de combustibles produjeron un cambio revolucionario en las tecnologías de producción aplicadas por el hombre. Comenzaron a emplearse a partir de la Revolución Industrial y su uso se ha incrementado sensiblemente.

Si bien esto permitió un desarrollo productivo nunca antes conocido en la historia del hombre, también produjo un alto impacto negativo sobre el ambiente. La combustión de este tipo de combustibles genera emisiones de gases tales como dióxido de carbono, monóxido de carbono y otros gases que han contribuido y aún contribuyen a generar y potenciar el efecto invernadero, la lluvia ácida, la contaminación del aire, suelo y agua. Los efectos contaminantes no sólo están vinculados a su combustión sino también al transporte (derrames de petróleo) y a los subproductos que originan (hidrocarburos y derivados tóxicos). La situación se agrava cuando se considera la creciente demanda de energía, bienes y servicios, debido al incremento de la población mundial y las pautas de consumo.

### **Alternativas**

Generar políticas energéticas e industriales que vayan desplazando su empleo en la generación de energía hacia energías no convencionales.



PARA PRESENTAR EL EXAMEN REFERENTE A ESTA UNIDAD ES INDISPENSABLE QUE REALICES LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES EN TU CUADERNO DE TRABAJO

### 7.1 INTRODUCCION Y CONCEPTOS

ACTIVIDAD 1 Contesta brevemente lo siguiente:

1. Explica el concepto de Ecología.
2. Explica como apoyan a la Ecología las siguientes ciencias y disciplinas:
  - Genética
  - Química
  - Física
  - Fisiología
  - Climatología
3. Explica de qué manera los conocimientos que adquieras sobre la Ecología apoyan tu desarrollo actual y futuro.
4. Explica cómo influyen los avances de la Ecología en el futuro del hombre en la Tierra.
5. Busca en periódicos y revistas artículos sobre problemas que puedan ser resueltos por un ecólogo, y discute con tus compañeros las posibles soluciones a dichos problemas. De acuerdo a la dinámica sugerida por el profesor.
6. Explica la diferencia entre ecólogo y ecologista.

### ACTIVIDAD 2

En la siguiente sopa de letras encuentra los niveles de organización en ecología

E	R	T	N	O	I	C	A	L	B	O	P
Q	C	D	F	G	H	J	K	L	Ñ	P	A
W	O	O	T	Y	U	I	O	P	D	F	R
Z	M	E	S	P	E	C	I	E	X	B	E
A	U	E	S	I	C	G	H	J	N	M	F
R	N	T	R	J	S	Y	U	F	V	B	S
M	I	T	D	F	G	T	Ñ	L	P	W	O
Z	D	T	C	A	D	F	E	L	H	K	I
C	A	R	U	R	T	H	K	M	J	L	B
V	D	I	O	Q	W	R	V	G	A	Y	I

**ACTIVIDAD 3**

Encuentra los conceptos en la siguiente sopa de letras

P	D	K	B	I	O	M	A	S	A	A	T
R	A	H	I	P	U	F	A	A	G	U	A
E	A	B	O	F	A	A	A	G	A	G	G
S	T	T	T	F	O	H	T	F	G	A	R
I	M	A	I	K	T	A	M	I	L	C	E
O	O	E	C	Ñ	A	LL	O	F	V	S	D
N	S	T	O	M	R	X	S	C	A	V	U
S	F	L	S	H	T	X	F	M	B	G	C
H	E	D	O	D	S	R	E	R	I	R	T
K	R	V	E	R	U	T	R	C	O	B	O
O	I	Y	E	E	S	C	A	C	T	C	R
L	C	Y	A	I	A	A	E	I	I	E	E
Ñ	A	U	S	C	L	A	F	F	C	O	S
L	P	O	V	C	E	E	A	F	O	F	S
O	C	S	B	B	S	E	R	A	S	S	E
E	L	S	E	L	A	R	E	N	I	M	S

- 1.- Son la unidad de estudio de la ecología
- 2.- Factores por los que se encuentra constituido un ecosistema.
- 3.- factor abiótico indispensable para todas las formas vivientes, cubre las tres cuartas partes de la corteza terrestre
- 4.- Es el resultado de la fuerza del aire cuando actúa en un punto de la superficie de la tierra, esta varía dependiendo de la altitud, la temperatura y los procesos meteorológicos.
- 5.- Es el material que sirve de sostén a los organismos. En los medios terrestres a este se le denomina suelo.
- 6.- Constituye el manto gaseoso que envuelve a la tierra, lo constituyen una mezcla de gases como son el Nitrógeno, Oxígeno, Bióxido de Carbono, Vapor de Agua
- 7.- sustancias químicas inorgánicas fundamentales que forman parte del suelo y del agua. Algunos ejemplos son el nitrógeno, fósforo, azufre y calcio
- 8.- Es considerado como un modificador del clima de los ecosistemas. La altitud es un factor importante ya que cuando este sufre variación se modifica la cantidad de precipitación, la radiación solar, ETC.
- 9.- Es el estado promedio del tiempo en un lugar determinado, esta constituido por tres elementos esenciales que son: precipitación, temperatura y circulación de los vientos,
- 10.- Se les conoce como descomponedores, son organismos heterótrofos que se alimentan de los restos de productores y consumidores transformando la materia orgánica en materia inorgánica, estos organismos son: las bacterias, los hongos y algunos protozoarios.
- 11.- Es el peso de la materia viva por unidad de área o de volumen.



### ACTIVIDAD 4

Escribe el número de cada palabra clave en el recuadro de la definición correspondiente.

- 1.- Cadena Alimentaria  Es el organismo que desintegra los tejidos de los seres muertos.
- 2.- Descomponedores  Es el organismo que se alimenta de otros seres vivos.
- 3.- Autótrofos  Es el nombre que reciben las relaciones que establecen los organismos de un ecosistema cuando se alimentan de otros individuos
- 4.- Ecosistema  Es el conjunto integrado por una o varias comunidades que habitan en una zona y las relaciones que se establecen entre los seres que forman dichas comunidades y el ambiente.
- 5.- Heterótrofo  Es el organismo que produce su propio alimento

### 7.2 MEDIO AMBIENTE

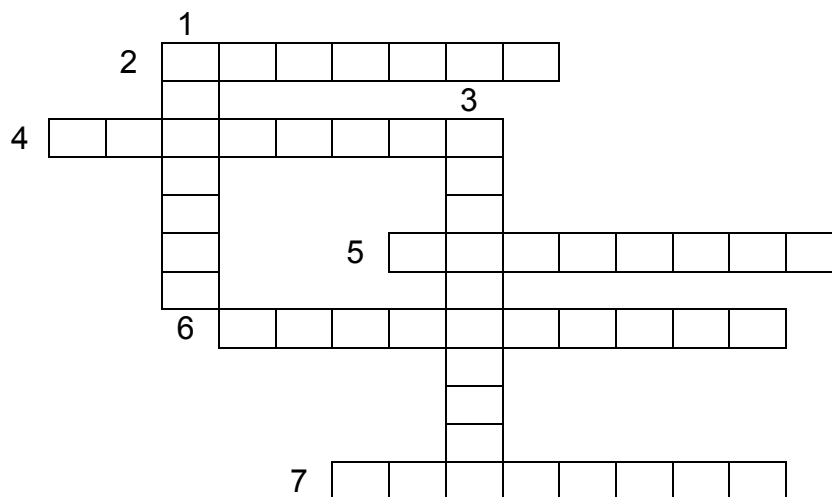
#### ACTIVIDAD 1

- Investiga cuales dependencias son las responsables de cuidar el medio ambiente en tu región

#### ACTIVIDAD 2

#### CRUCIGRAMA ECOLÓGICO:

- Resuelve el siguiente crucigrama





- 1.- Lugar donde reside un organismo.
- 2.- Biólogo que empleó por primera vez la palabra ecología.
- 3.- Estabilidad de la flora y de la fauna de una región.
- 4.- Conjunto de condiciones que necesitan los organismos para vivir.
- 5.- Región de la Tierra habitada por los seres vivos.
- 6.- Unidades que componen la biosfera.
- 7.- Rama de la Biología que estudia las relaciones entre los seres vivos y el ambiente

### 7.2.1 POBLACIONES

ACTIVIDAD 1 Anota en el recuadro la palabra que corresponde al tipo de asociación.

Parasitismo	Mutualismo	Comensalismo	Simbiosis
<input type="text"/>	Asociación entre dos individuos de diferente especie caracterizada por el beneficio que ambos organismos obtienen de esa relación		
<input type="text"/>	Relación obligatoria entre dos organismos para su beneficio		
<input type="text"/>	Relación entre organismos de dos especies, en la cual una se beneficia sin perjudicar a la otra		
<input type="text"/>	Interacción de dos organismos de manera que uno de ellos se beneficia a expensas del otro		

### ACTIVIDAD 2 RELACIONES UNIDIRECCIONALES ENTRE POBLACIONES

1. Señala el grado de frecuencia como mucha (M), bastante (B), regular (R), pequeña (P) o inexistente (I) que se dan en la relación del ser humano en las siguientes situaciones según tu opinión.
  - a) El ser humano beneficia a las plantas \_\_\_\_\_
  - b) El ser humano es más depredador en la ciudad \_\_\_\_\_
  - c) El ser humano evoluciona mejor que otros organismo \_\_\_\_\_
  - d) El ser humano es una gran aliado de los animales \_\_\_\_\_
  - e) El ser humano abusa de las plantas \_\_\_\_\_
  - f) El ser humano está en equilibrio con los animales \_\_\_\_\_

2.- Escribe la conclusión sobre la actividad anterior

3.- Señala quién se perjudica (-) o beneficia (+) en las siguientes relaciones del hombre con una especie:

- 1) Hombre: \_\_\_\_\_ Mosquito: \_\_\_\_\_ 2) Hombre: \_\_\_\_\_ Maíz: \_\_\_\_\_
- 3) Hombre: \_\_\_\_\_ Chango: \_\_\_\_\_ 4) Hombre: \_\_\_\_\_ Plátano: \_\_\_\_\_
- 5) Hombre: \_\_\_\_\_ Peces: \_\_\_\_\_ 6) Hombre: \_\_\_\_\_ Víbora: \_\_\_\_\_



## RELACIONES RECÍPROCAS ENTRE POBLACIONES

4.- Indica si perjudica (-) o beneficia (+) al ser humano cada uno de los siguientes organismos. Después, comenta en equipo por qué has juzgado así cada uno:

Mosca: \_\_\_\_\_ Gato: \_\_\_\_\_ Araña: \_\_\_\_\_

Geranio: \_\_\_\_\_ Zacate: \_\_\_\_\_ Musgo: \_\_\_\_\_

Ratón: \_\_\_\_\_ Lobo: \_\_\_\_\_ Eucalipto: \_\_\_\_\_

## 7.3 ECOSISTEMAS

ACTIVIDAD 1 Contesta las siguientes preguntas y realiza lo que se te pide en cada caso:

1. Define ¿qué es un ecosistema?
2. Escribe el nombre de tres ecosistemas que conozcas.
3. Escribe el nombre de dos factores físicos del medio ambiente y explica cómo afectan a una planta y a un animal.
4. ¿A qué se le llama límites de tolerancia de los seres vivos?
5. Con base en las características y ubicación de una población de venados, indica:
  - a) Su ecosistema:
  - b) Su hábitat:
  - c) Su nicho ecológico:
  - d) Sus factores limitantes:
6. Explica cuál es la diferencia entre hábitat y nicho ecológico.
7. Según el concepto de población cuales son las tres poblaciones más numerosas, en la región donde vives

ACTIVIDAD 2 Lee con atención el siguiente texto y contesta lo que se solicita:

La Tundra es una gran extensión de territorio cubierta por hierbas perennes, arbustos, helechos, líquenes, musgos, etc. Este ecosistema se localiza a grandes altitudes y latitudes, donde las características ambientales principales son la baja temperatura y la escasa precipitación (menor de 200 mm anuales). Aproximadamente durante 10 meses del año las temperaturas son menores a los 0° C. La estación de crecimiento se limita entre los meses de junio y septiembre. Durante los periodos de invierno los vientos tienen una velocidad entre 15 y 30 m/seg. Los subsuelos se caracterizan por ser ácidos, con un pH de 3 a 5. Los animales que predominan son el caribú, los lemmings, el oso polar, zorro del ártico, entre otros. A nivel mundial es uno de los ecosistemas menos productivos.



A). Con base en el texto identifica los factores:

ABIÓTICOS

BIÓTICOS

B). Indica cuál es el factor limitante en este ecosistema

C) ¿Cuáles son las adaptaciones de los vegetales en este bioma?

D) ¿Qué adaptaciones presentan los animales, mencionados en el texto, para sobrevivir a estas condiciones ambientales?

**7.3.2.2. RELACIONES TROFICAS**

ACTIVIDAD 1 Completa el siguiente cuadro:

Organismos	Función	Factor biótico	Nivel trófico
Alfalfa			Primero
Conejo		Herbívoro	
Coyote	Consumidor secundario		
Microorganismos			

**7.4 ECOSISTEMAS MEXICANOS**

**7.4.1. ECOSISTEMAS MEXICANOS TERRESTRES**

**ACTIVIDAD 1**

- 1.- Realizar un cuadro sinóptico de los tipos de vegetación en la Republica Mexicana
- 2.- Investigar los estados de la República Mexicana con el mayor número de ecosistemas acuáticos
- 3.- Escribe a la izquierda de cada ecosistema los nombres de dos plantas y animales, y a la derecha la localización en México

Plantas _____	Bosque Tropical Perennifolio	Localización: _____
Animales _____		_____
Plantas _____	Bosque de Encino	Localización: _____
Animales _____		_____
Plantas _____	Matorral Xerófilo	Localización: _____
Animales _____		_____
Plantas _____	Bosque de Coníferas	Localización: _____
Animales _____		_____





## ACTIVIDAD 2

1.- Escribe una x en el paréntesis de las frases que respondan adecuadamente a cada afirmación.

A) Los organismos vegetales que se encuentran en el bosque de coníferas son los que se listan:

- (     ) Pinos, abetos, órganos, zacate
- (     ) Órganos, plátano, cafeto, pinos
- (     ) Pinos, abetos, oyamel, ocote
- (     ) Trigo, pinos, plátano, palo dulce

B).- En México, las especies que forman parte del bosque de coníferas son:

- (     ) Pinos, abetos, ocote, cedro
- (     ) Ocote, alerce, plátano, pino
- (     ) Álamo, abetos, cafeto, ocote
- (     ) Cedro, ocote, abeto, cafeto

C).- Los animales del ecosistema del bosque de coníferas son los siguientes:

- (     ) Osos, lobos, alces, jirafas
- (     ) Lobos, castores, elefantes, marta
- (     ) Armiño, ardillas, lobos, zorros
- (     ) Lechuzas, tucanes, visón, marta

D).- Los organismos del estrato superior en el bosque de coníferas:

- (     ) Capturan casi toda la radiación solar que llega al lugar y con ello determinan que el siguiente estrato corresponda al estrato herbáceo
- (     ) Consumen casi toda el agua del lugar que no se encuentra congelada dejando casi sin agua a los estratos inferiores
- (     ) Albergan a todos los insectos del lugar
- (     ) Albergan a todos los herbívoros del lugar

## 1) ECOSISTEMAS MEXICANOS ACUATICOS

### ACTIVIDAD 1

1.- Este concepto se refiere a la variabilidad de la vida; incluye los ecosistemas acuáticos y terrestres, así como la diversidad entre las especies

2.- La clasificación de la vegetación en México fue propuesta en 1978 por:

3.- Escribe algunos ejemplos de ecosistemas acuáticos que existen en nuestro país.

4.-Nuestro país posee una superficie 209,000 km<sup>2</sup> de superficie de mar y 3,149, 920 Km<sup>2</sup> de zona económica este recurso se clasifica como:

5.- Menciona cuales son los arrecifes de coral que existen en México y donde las podemos encontrar

6.- En la república Mexicana existen 14 mil ecosistemas acuáticos en la superficie del continente, los cuales tambien son conocidos como:



7.-Escribe cuáles son las tres vertientes importantes por las que transcurren los ríos de México.

8.- La altura de los árboles dominantes es de 15 a 40 m (más frecuentemente entre 20 y 30 m). Del 25 al 50% de los árboles pierden sus hojas en la época seca.

9.- Sus componentes son en gran proporción árboles con espinas, de 4 a 8 m o hasta 15 m. Pueden ser formaciones densas, semiabiertas

10.- Comunidades vegetales en las que el papel preponderante corresponde a las gramíneas (i.e. estrato herbáceo dominante). Comprende las comunidades denominadas zacatonales, páramos de altura y sabanas

11.- Vegetación Acuática y subacuática, formación leñosa, densa, frecuentemente arbustiva de 2 a 2.5 m de altura, de composición florística simple, prácticamente sin plantas Este tipo de vegetación se ubica a Nivel del mar.

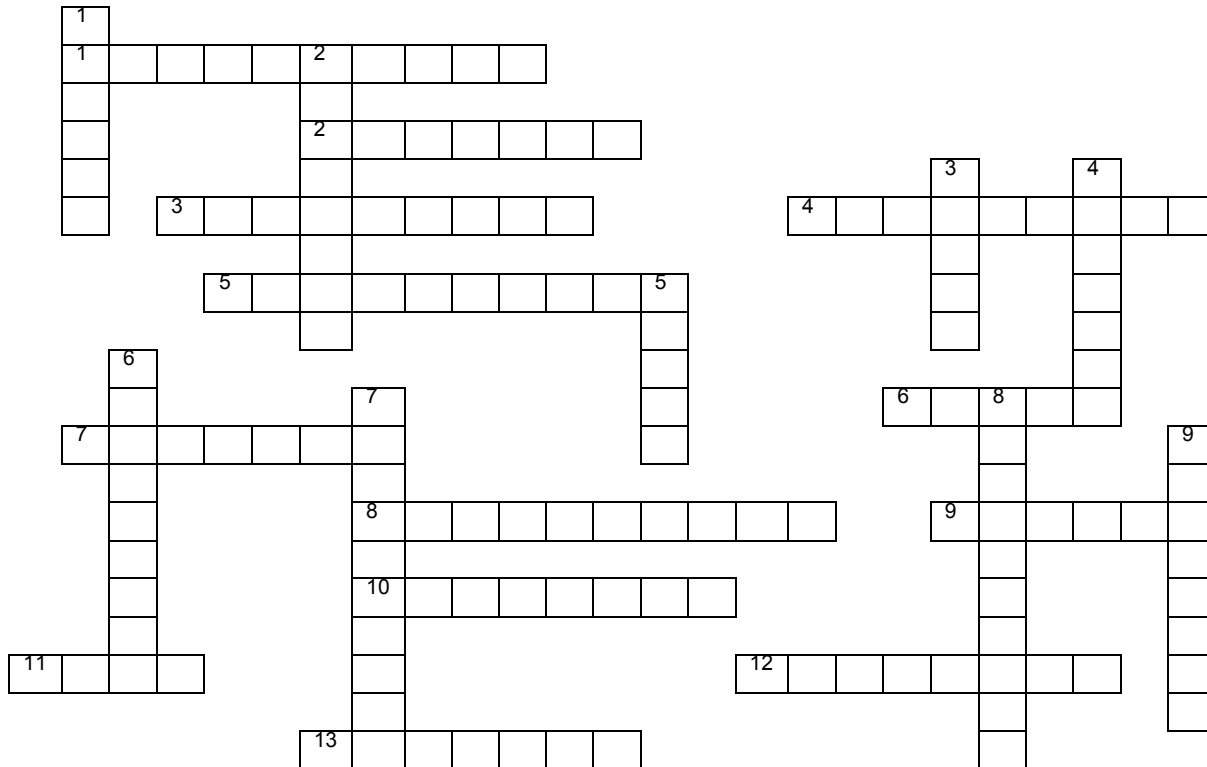
#### **7.4 RECURSOS NATURALES:**

##### **ACTIVIDAD 1**

Elabora un cuadro sinóptico de los diferentes tipos de recursos naturales

##### **ACTIVIDAD 2**

Elabora un cuadro en donde anotes de acuerdo a tus observaciones que tipos de recursos renovables, no renovables e inagotables, se encuentran en tu región, entidad o municipio en donde vives:

**ACTIVIDAD FINAL Resuelve el siguiente crucigrama:****HORIZONTALES:**

1. Características morfológicas y fisiológicas que permiten la sobrevivencia de los organismos en su medio.
2. Todos los seres vivos presentes en un lugar determinado.
3. Un organismo presenta coloraciones o manchas fácilmente distinguibles con las que intimida a sus atacantes.
4. Conjunto de organismos de la misma especie que se encuentran en la misma localidad.
5. Adaptación fisiológica para soportar las sequías estacionales.
6. Mezcla de materia mineral, orgánica, agua y aire.
7. Conducta de los organismos antes del apareamiento.
8. Proceso que permite que las poblaciones modifiquen sus características a través del tiempo.
9. Prefijo utilizado para expresar tolerancias estrechas a un determinado factor ambiental
10. Conjunto de componentes físicos y químicos que rodean a los organismos.
11. Prefijo que expresa tolerancias amplias a un determinado factor ambiental.
12. Porción de la Tierra en que aparecen las formas vivientes.
13. El lugar o el área que ocupa una especie.

**VERTICALES:**

1. Naturalista que apoya su teoría de la Evolución en la Selección Natural.
2. Se constituye por los componentes físicos, químicos y biológicos del medio.
3. Es la inclinación o pendiente con que llegan los rayos del sol a una cierta región.
4. Es el área natural o espacio físico donde se desarrolla una comunidad.
5. Papel que desempeñan los organismos en una comunidad.
6. Organismos capaces de elaborar alimentos a partir de sustancias inorgánicas y energía solar.
7. Implica que los organismos presentan un mínimo y un máximo ecológico.
8. Constituido por el conjunto de factores ambientales y organismos.
9. Ciencia que estudia los ecosistemas.



## BIBLIOGRAFÍA.

- Audersirk, T, Audersirk, G, y B.E. Byers. 2004. *Biología. Ciencia y Naturaleza*. Edit. Pearson- Prentice Hall. México. 592 pp.
- Alexander, P., Bahret, M., Chaves, J. 1992. *Biología*. Edit. Prentice Hall. México.
- Alonso T.M.E. 2003. *Biología un enfoque integrador*. Edit, Mc-Graw Hill 279 pp.
- Ayala J. F. y J. A. Kiger. 2000. Genética Moderna. Fondo de cultura Interamericano. Pag. 11,58, 59.
- Barcenas, A., Katz, J. Morales, C. y Schaper, M. 2004. Los transgénicos en América latina y el Caribe: un debate abierto. Comisión Económica para América Latina. Pp. 46, 47, 55, 56.
- Bernstein, R. y Berntein, S. 1998. *Biología*. Edit. McGraw-Hill. 227 pp.
- Biggs, A., Kapicka, C., y Lundgren, L. 2000. *Biología*. La dinámica de la vida. Edit. Macgraw-Hill. México.
- Cervantes, M. y M. Hernández. 2005. *Biología General*. Segunda Reimpresión. Edit. Publicaciones Cultural
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Convenio sobre la diversidad biológica. <http://www.biodiv.org/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Curtis, H, Barnes, S., Schnek y Flores G. 2000 *Biología* Ed. Medico Panamericana Edit.Trillas. México. 523pp.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.  
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/riodeclaration.htm>
- Franco, L.J., G. de la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L.G. Abarca, C.M. Bedia e I. Winfield.1985. Manual de ecología. Primera Edición. Edit. Trillas. 266 pp.
- Gama Fuertes Ma. de los Ángeles. 2000 *Biología II* Edit. Prentice Hill
- González, F.A. y N.J. Medina. 1996. Ecología. Edit. Mc Graw Hill. 367 pp.
- González P.A. 1999. *Biología molecular y celular*. Edit. Trillas. 168 pp.
- Krebs, J.CH. 1985. Ecología Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª. Edición Edit. Harla Harper & Row Latinoamericana 753 pp.
- Lodish H., Berk A., Zipursky S., L. Matsudaira P., Baltimore D. y J. Darnell. 2002. *Biología celular y molecular*. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. 212 -213, 453-467 p.
- Lorence A. y P. Balbas. 1998. La biología molecular: una visión general” biología: sus bases moleculares en el umbral del siglo XXI. Edit. Universidad Autónoma del estado de Morelos
- Murrell, J.C. y Roberts L.M. 1993. Introducción a la Ingeniería Genética. Editorial Limusa. P. 94.
- Nei, M. y S. Kumar. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press. U. S. A. 333 p.
- Nora Y. F. Genética médica. 1980. P. 214, Prensa Médica Mexicana
- Odum, E.P. 1984. Ecología. 3ª Edición, Edit. Interamericana 639 pp.



- Orozco, E. y Gariglio, P. 2000. *Genética y biomedicina molecular*. Colección textos politécnicos. Serie Biotecnologías. Instituto Politécnico Nacional. P. 204.
- Pie, C, M. 1999. *El mensaje hereditario*. Una introducción a la genética Edit. Trillas. México. 168 pp.
- Protocolo de Cartagena. <http://www.biodiv.org/biosafety/protocol.asp>
- Sánchez, E. y Ortiz, M. L. 2005. Biociencias. Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. P. 27.
- Smith, R.L. y T.M. Smith. 2001. *Ecología 4ª*. Edición Edit. Pearson Educación. 642 pp.
- Valdivia, U, B, Granillo, V, P, Villarreal, D, M. 2003. *Biología*. La vida y sus procesos. Publicaciones cultural. Primera reimpresión. México.
- Valdivia B., Granillo P., Villarreal M. del S. (2004) *Biología "La vida y sus procesos"* Edit. Publicaciones Culturales Pp. 465-473
- Vázquez C.R. 2000. *BIOLOGIA 1* Edit. Publicaciones Cultural
- Winchester, M. A. 1985. *Herencia*. Una introducción a la Genética. CECSA. México. 301 p.
- Winchester, A.M. 1986. *Genética. Un estudio de los principios de la herencia*. Compañía Editorial Continental. Pp. 180 – 184.

# **DIRECTORIO**

**DR. FERNANDO BILBAO MARCOS**  
RECTOR

**DR. JESÚS ALEJANDRO VERA JIMÉNEZ**  
SECRETARIO GENERAL

**DR. JAVIER SIQUEIROS ALATORRE**  
SECRETARIO ACADÉMICO

**ING. GUILLERMO RAÚL CARBAJAL PÉREZ**  
DIRECTOR DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

**PSIC. IRMA ISAURA MEDINA VALDÉS**  
RESPONSABLE DE ÁREA

**DISEÑO Y EDICIÓN**  
**M. en C. JORGE ALBERTO VIANA LASES**



“Por una humanidad culta”  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

---