

Título: Compara entre las fases de la mitosis y meiosis en la reproducción para la variabilidad biológica

Relación de cromosomas, genes y ADN con la herencia biológica

Introducción

En el siglo XIX, en un monasterio de la actual República Checa, el monje Gregor Mendel, encargado del huerto, desarrolló una serie de experimentos con plantas de chicharos **fig.1.1**. Estos experimentos fueron el inicio de una sucesión de descubrimientos que, eventualmente, han permitido comprender la forma que se transmiten las características biológicas de los padres a hijos. En esta lección abordaremos los principios de estos conocimientos.

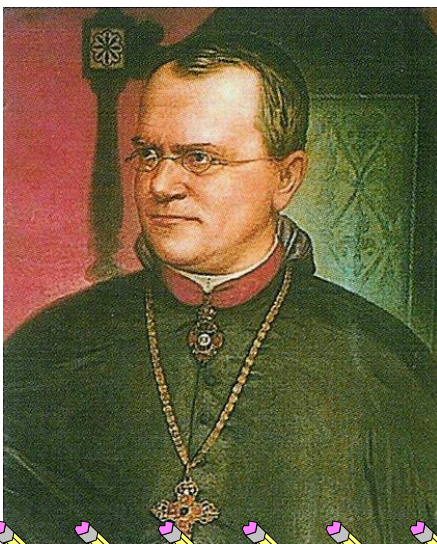


Fig.1.1. Al experimentar con chicharos, Gregor Mendel descubrió que había un “factor” (más tarde conocido como “gen”) que transmitía las características de los padres a los hijos, tanto en las plantas como en los animales.



HABLEMOS SOBRE LA DIVISIÓN CELULAR

Meiosis...

- *Consiste en la formación de cuatro células hijas a partir de una célula madre original. Se lleva a cabo en las células germinales.*
 - Tipo de reproducción sexual.
 - Células hijas diferentes en material genético a las células originales.
 - Ofrece variabilidad biológica. **(Prado, A. 2010).**

En la mayoría de las plantas y animales cuando ciertas células se dividen el resultado no es un par de nuevas células somáticas con la dotación cromosómica completa (diploides o $2n$) sino que originan células con la mitad del número cromosómico (haploides o n). Estas células reproductivas son los gametos, y la división que los origina es la **MEIOSIS**.

Cuando un gameto femenino se une al masculino el resultado es un nuevo organismo o CIGOTO con la dotación cromosómica nuevamente diploide. Este tipo de reproducción que involucra unión de diferentes gametos es la **REPRODUCCIÓN SEXUAL**.

La reproducción sexual ocurre solo en eucariotas. Durante la formación de los gametos, el número de cromosomas se reduce a la mitad y retornan al número completo cuando los dos gametos se unen durante la fecundación.

Recordemos que (a excepción de los gametos) cada célula del cuerpo o **SOMÁTICA** de un individuo posee un número idéntico de cromosomas (46 en el ser humano) los cuales se presentan de a pares. Un miembro del par proviene de cada padre. Cada miembro del par se denomina **HOMÓLOGO**, así el ser humano tiene 23 pares de homólogos.

Los procesos esenciales de la meiosis consisten en:

- Reducción del número de cromosomas.
- Segregación al azar de los cromosomas.
- Recombinación genética por intercambio de segmentos cromosómicos.

(Raisman, J. 2008).

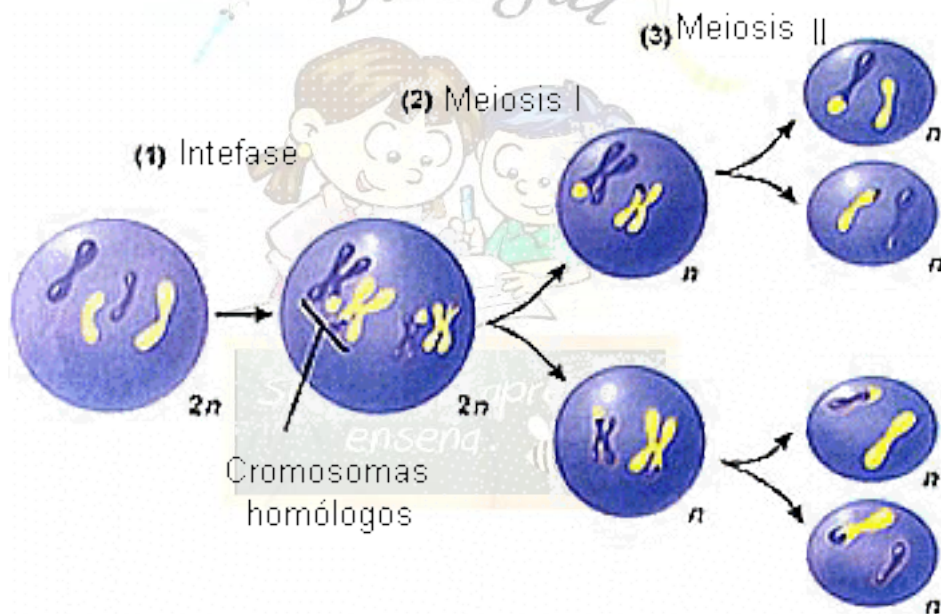
La meiosis consiste en dos divisiones nucleares; se le designa como: **meiosis I** y **meiosis II**:

- **Meiosis I**
 - **Interface:** El material genético se duplica.

- **Profase:** La cromatina se condensa y los cromosomas se hacen visibles, desaparecen la membrana nuclear y el nucleolo, se produce el entrecruzamiento de los cromosomas homólogos.
- **Metafase:** Los pares homólogos se alinean en el plano ecuatorial de la célula.
- **Anafase:** Los cromosomas homólogos se separan. Sin embargo, las cromátidas de cada cromosoma homólogo no se separan.
- **Telofase:** Los cromosomas homólogos viajan hacia los polos de la célula.

➤ Meiosis II

- **Profase:** Los cromosomas se condensan.
- **Metafase:** Los cromosomas se alinean al ecuador.
- **Anafase:** Las cromátidas de cada cromosoma se separan.
- **Telofase:** Ocurre la división del citoplasma y se separan las cuatro células restantes. (Prado, A. 2010).



GLOSARIO

- **Gameto (del griego gamos = "unión de los sexos", esposa):** Célula reproductora haploide (n) que cuando su núcleo se fusiona con otro gameto (n) del sexo opuesto origina un cigoto ($2n$), que por mitosis desarrolla un individuo con células somáticas diploides ($2n$), en algunos hongos y protistas puede, por meiosis, producir células somáticas haploides (n).

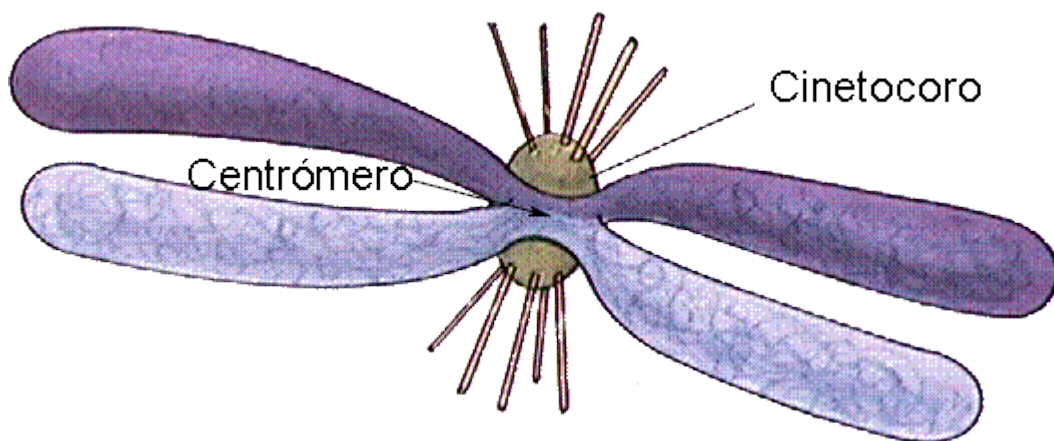
Mitosis...

- *El núcleo es una de las estructuras más importantes de las células, es el organelo que induce y dirige la división celular, además de contener la información hereditaria. Esta información se encuentra arreglada en formas de cromosomas. La función principal de los cromosomas es guardar información hereditaria, contenida en el ADN. (Prado, A. 2010).*
 - Reproducción de tipo asexual.
 - Se forman las células hijas idénticas genéticamente de la célula madre original.

La mitosis es el proceso de formación de dos células idénticas (generalmente) por replicación y división de los cromosomas de la original que da como resultado una "copia" de la misma.

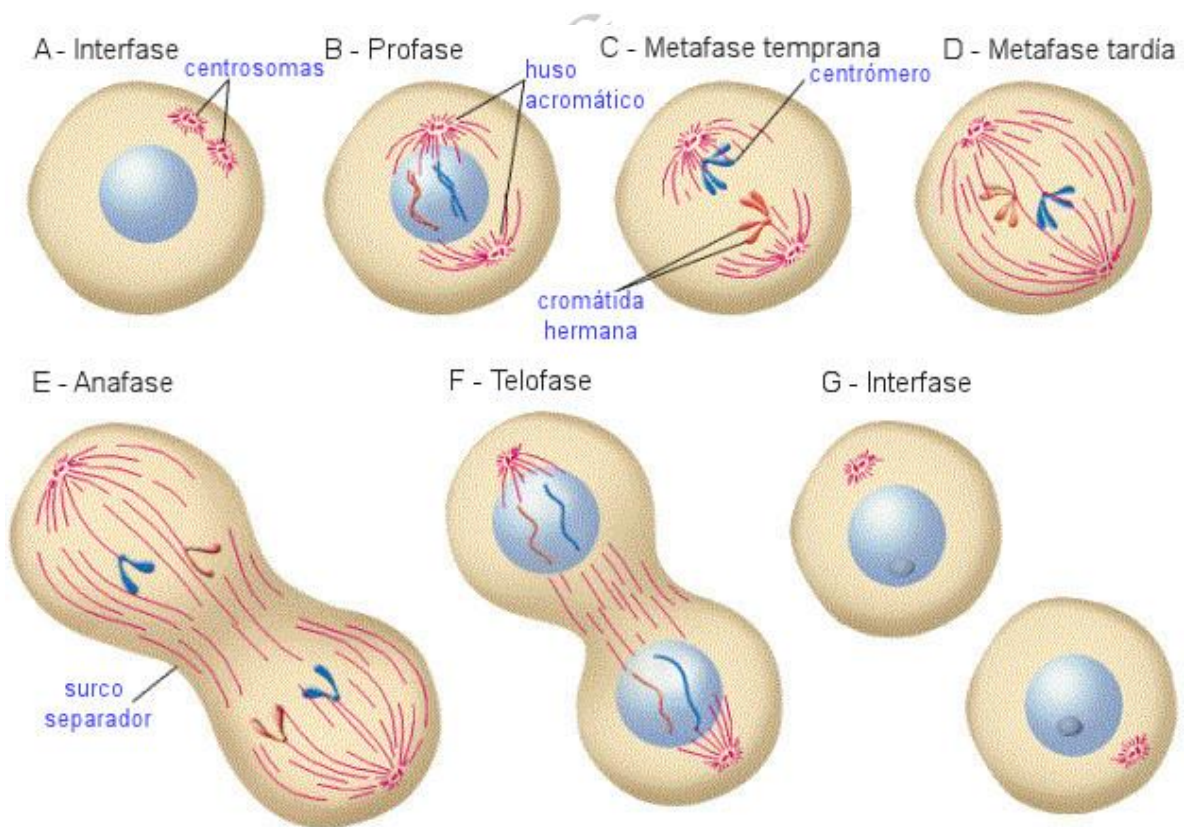
Las células eucariotas poseen un mayor número de cromosomas que por otra parte son mucho más grandes que los de los procariontes.

La estructura de los cromosomas replicados y condensados tiene varios aspectos de interés. El cinetocoro es el punto donde "anclan" los microtúbulos del huso. Los cromosomas replicados consisten en dos moléculas de ADN (junto con sus proteínas asociadas: las histonas) que se conocen con el nombre de cromátidas. El área donde ambas cromátidas se encuentran en contacto se conoce como centrómero, el cinetocoro se encuentra en la parte externa del centrómero. Se debe hacer hincapié en que los cromosomas son cromatina (ADN más histonas) y señalar la particularidad que en los extremos del cromosoma (que toman el nombre de telómero) se encuentran secuencias repetidas de ADN. (Raisman, J. 2008).



Costa de las siguientes etapas...

- **Interface:** Duplicación del material hereditario.
- **Profase:** Los cromosomas se condensan y se organizan. La membrana nuclear y el nucleolo desaparecen, se forma el huso acromático y une a los centrómeros de los cromosomas que ya están duplicados.
- **Metafase:** Los cromosomas se alinean sobre el ecuador de la célula.
- **Anafase:** Los se separan por la mitad, dirigiéndose hacia cada polo, atraídos por los centriolos.
- **Telofase:** Los cromosomas se desenroscan y la membrana y el nucleolo desaparecen, la membrana celular se constriñe y se separaran por completo las dos células.



Fenotipo y genotipo

Si observas las fotografías de tus abuelos y padres, podrás reconocer algunos rasgos que heredaste de ellos, como la forma de la cara, el tipo de ojos o el color del cabello. Las características que puedes observar en el físico de una persona constituye el **fenotipo** Fig.1.2.



Fig.1.2 las características fenotípicas permiten identificar el parecido entre personas emparentadas debido a que comparten rasgos físicos.

Es posible que tus ancestros tengan características que no presentan tus padres, pero que tus o hermanos o tú sí, como el color de ojos o el tipo de cabello. Esto significa que, además de las características hereditarias que observamos en una persona, existe información adicional que no se expresa. Para manifestar toda la información hereditaria que tiene un individuo (tanto la que se expresa como la que permanece sin hacerlo) se emplea el termino **genotipo**.

GLOSARIO

Fenotipo: conjunto de características físicas de un individuo, que son la expresión de la información genética conforme a un ambiente determinado. Por ejemplo, una planta puede tener diferente crecimiento según la cantidad de agua que dispone y no sólo por su información genética.

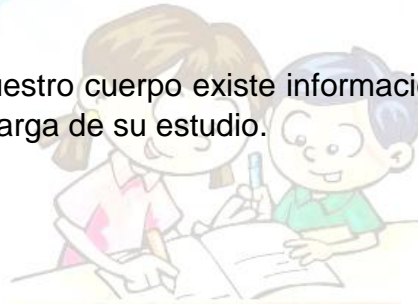
Genotipo: Conjunto de características hereditarias de un organismo, tanto las que son visibles como las que no se expresan a simple vista. El científico inglés Reinaldo Punnet **Fig.1.3** demostró las diferentes combinaciones de información hereditaria que hacen posible que un organismo se presente características no visibles en sus ancestros.



Reginald Crundall Punnett

Fig.1.3.Reginald Crundall Punnett F.R.S. (20 de junio de 1875 — 3 de enero de 1967).

En cada célula de nuestro cuerpo existe información hereditaria; la **genética** es la disciplina que se encarga de su estudio.



Si quieres aprender
enseña.

❖ *Diez años del genoma humano: promesas rotas y hallazgos inesperados*

Promesas rotas y hallazgos inesperados



En febrero de 2001, en conferencia de prensa televisada alrededor del mundo, Bill Clinton, entonces presidente de los Estados Unidos, anunció en persona la finalización de la primera fase del proyecto de secuenciación del genoma humano, esto es, del conjunto de toda la información genética de un ser humano. Clinton vaticinó que la lectura de nuestro libro de la vida permitiría encontrar la cura para todas las enfermedades que aquejan a los seres humanos y que en menos de una década la medicina personalizada sería una realidad.

El décimo aniversario de esa fecha está por cumplirse y muchos nos preguntamos ¿por qué tantas personas siguen enfrentando diariamente devastadores diagnósticos de cáncer? ¿Por qué aún sabemos tan poco acerca de muchos padecimientos que tienen un fuerte componente hereditario, como la esquizofrenia? ¿Cuándo veremos los beneficios prometidos con la publicación del genoma humano?

La secuenciación del genoma humano (es decir, la lectura de cada uno de los casi 3 000 millones de "letras" químicas que componen las largas cadenas de ADN que lo forman) fue la culminación de años de planeación y una década de cooperación entre científicos y gobiernos en Asia, Europa y América para descifrar los secretos de nuestro genoma. En la ceremonia en que se presentó públicamente se anunció también una segunda secuencia completa del genoma obtenida por el investigador Craig Venter, quien participó en el proyecto de secuenciación llevado a cabo por un consorcio de instituciones públicas y que, desencantado con la lentitud de sus avances decidió fundar una empresa privada para el mismo fin.

Si bien la competencia directa de Craig Venter a través de la compañía Celera al esfuerzo público fue controvertida y criticada por numerosos científicos, muchos reconocen que las tecnologías implementadas por Celera (que incluían métodos para automatizar el análisis del ADN y poderosas técnicas computacionales para procesar la información obtenida) fueron de gran ayuda para concluir la secuencia del genoma, que hasta entonces procedía con extrema lentitud.

Pero ¿por qué la secuenciación del genoma no ha permitido curar *todas* las enfermedades que aquejan a la humanidad? Si bien el genoma contiene las instrucciones necesarias para construir todas las proteínas del cuerpo humano, tanto las que son componentes estructurales como las enzimas —catalizadores que facilitan las reacciones químicas dentro de nuestras células—, leer estas instrucciones y saber cómo sus cambios producen enfermedades ha sido más difícil de lo que originalmente se pensó. (Urrutia, A.2011).

Los cromosomas y la información genética

En 1888 el anatomista alemán Wilhelm von Waldeyer **Fig.1.4.**, al observar por microscopio diversas células reproduciéndose, descubrió que en su interior se formaban pequeños **filamento**. Debido a que estos absorbían los colorantes que añadían a las preparaciones, los denominó **cromosomas** **fig.1. 5.**, que significa "cuerpos coloreados".

Heinrich Wilhelm Gottfried Waldeyer (6 de octubre de 1836
- 23 de enero de 1921,)

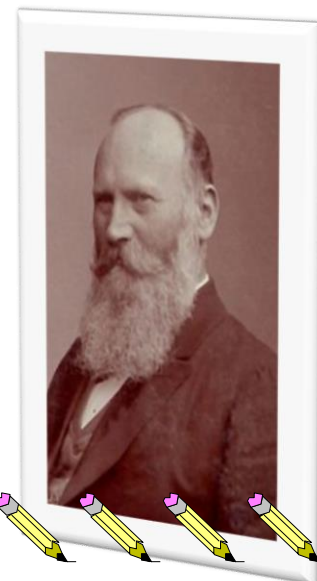
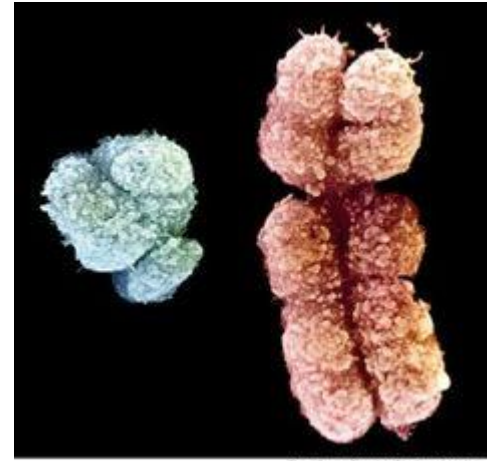


Fig.1.5. Fotografía de un cromosoma visto en microscopio electrónico.



Los cromosomas están formados por dos tipos principales de sustancias: proteínas y ácido desoxirribonucleico (siglas ADN). Los cromosomas son fundamentales para la célula, ya que en ellos se encuentra la información hereditaria.

Las células de cada especie biológica tienen un número característico de cromosomas; por ejemplo, cada célula de tu cuerpo tiene 46 cromosomas (con excepción de las células sexuales, que tiene 23). En el caso del maíz, este tiene 20 cromosomas, mientras que la mosca de la fruta tiene 6.

En cada cromosoma existen secciones con información genética muy precisa, llamas **genes**, que al expresarse proporcionan al organismo sus diferentes características (por ejemplo, el color de la piel o el tipo de nariz).

Se estima que, en los humanos, los cromosomas están formados por aproximadamente 30 000 genes.

GLOSARIO

Ácido desoxirribonucleico. Sustancia que forma el material genético de los organismos.

Filamento. Que tiene forma muy delgada, semejante al hilo.

Gen o gene. Segmento de ADN que contiene información para una característica del organismo.

Genética. Ciencia que estudia la herencia de los seres vivos.





Genética de lo humano...

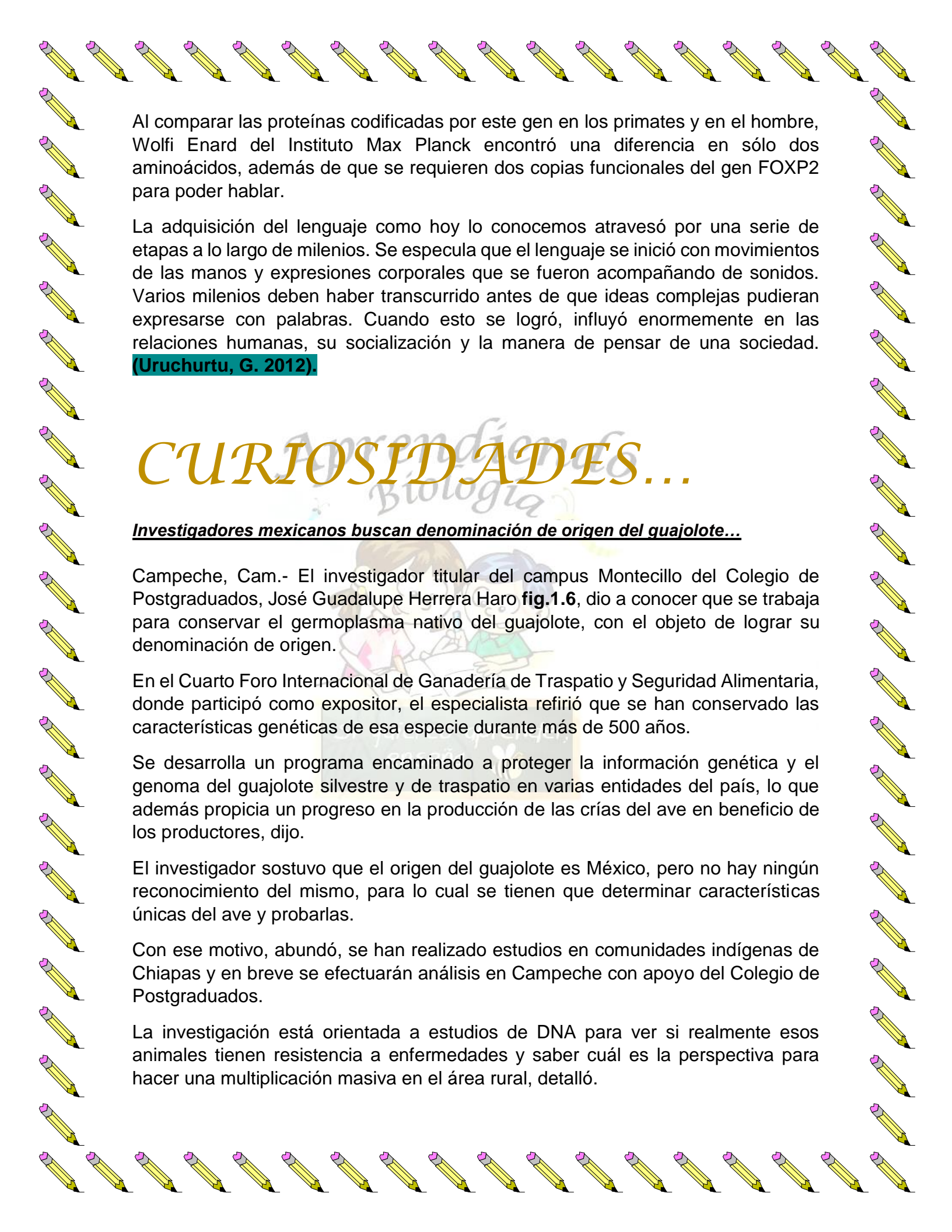
En años recientes la comparación entre el genoma humano y el de otros primates ha permitido ahondar en la búsqueda de lo que nos distingue, en particular de nuestro primo más cercano: el chimpancé.

El don de la palabra

A los chimpancés se les ha entrenado hasta a comer con cubiertos, sin embargo, por más intentos que se han hecho, no se ha logrado que hablen. Además de marcadas diferencias neurológicas, físicamente es imposible que puedan hacerlo ya que la caja de resonancia de la voz, la posición de la laringe y las cavidades nasales son muy diferentes a las del humano.

El chimpancé y otros primates presentan en el hueso hioides (un hueso impar en forma de herradura situado en la parte anterior del cuello) una depresión semicircular en donde se acomoda una bolsa de aire que se comunica con la caja de resonancia de la voz. Esta caja permite a los primates emitir sonidos que amedrenten a otros animales. El paleoantropólogo Bart de Boer, de la Universidad de Amsterdam, encontró que el hueso hioides de los fósiles de *Australopithecus afarensis*, el homínido que vivió hace más de tres millones de años en África, muestra que aún tenían esa bolsa de aire, mientras que en los fósiles del *Homo heidelbergensis* que andaba por el mundo hace 600 000 años ya sólo se encuentran vestigios de ésta. En el *Homo neanderthalensis*, que vivió hace 200 000 años, había desaparecido. Se desconoce con exactitud cuándo ocurrió esta mutación, pero evidentemente dio paso a una ventaja evolutiva: cambió un agudo grito de guerra por una forma de comunicación mucho más compleja.

En 1990 en Inglaterra se descubrió una familia (conocida como la familia KE para mantener su privacidad) en la que a lo largo de tres generaciones la mitad de sus miembros presentaba una seria dificultad para hablar. Como este defecto era heredable, se dedujo que se trataba de un padecimiento genético. Después de 2003, cuando el genoma de miembros de la familia KE se comparó con el recién secuenciado genoma humano se observó que aquellos que tenían dificultad para hablar mostraban una mutación en un gen llamado FOXP2. Éste fue reconocido como "el gen del habla", sin embargo, no fue tan sencillo delimitar sus funciones como se creyó al principio, pues ahora se sabe que es un gen maestro que activa y desactiva una gran cantidad de otros genes involucrados en el aprendizaje de nuevas tareas. Hablar es una función compleja que implica aprender y memorizar ciertos movimientos de la boca y la laringe para generar sonidos específicos que además se relacionan con conceptos concretos o abstractos.



Al comparar las proteínas codificadas por este gen en los primates y en el hombre, Wolfi Enard del Instituto Max Planck encontró una diferencia en sólo dos aminoácidos, además de que se requieren dos copias funcionales del gen FOXP2 para poder hablar.

La adquisición del lenguaje como hoy lo conocemos atravesó por una serie de etapas a lo largo de milenios. Se especula que el lenguaje se inició con movimientos de las manos y expresiones corporales que se fueron acompañando de sonidos. Varios milenios deben haber transcurrido antes de que ideas complejas pudieran expresarse con palabras. Cuando esto se logró, influyó enormemente en las relaciones humanas, su socialización y la manera de pensar de una sociedad.

(Uruchurtu, G. 2012).

CURIOSIDADES...

Investigadores mexicanos buscan denominación de origen del guajolote...

Campeche, Cam.- El investigador titular del campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, José Guadalupe Herrera Haro **fig.1.6**, dio a conocer que se trabaja para conservar el germoplasma nativo del guajolote, con el objeto de lograr su denominación de origen.

En el Cuarto Foro Internacional de Ganadería de Traspatio y Seguridad Alimentaria, donde participó como expositor, el especialista refirió que se han conservado las características genéticas de esa especie durante más de 500 años.

Se desarrolla un programa encaminado a proteger la información genética y el genoma del guajolote silvestre y de traspatio en varias entidades del país, lo que además propicia un progreso en la producción de las crías del ave en beneficio de los productores, dijo.

El investigador sostuvo que el origen del guajolote es México, pero no hay ningún reconocimiento del mismo, para lo cual se tienen que determinar características únicas del ave y probarlas.

Con ese motivo, abundó, se han realizado estudios en comunidades indígenas de Chiapas y en breve se efectuarán análisis en Campeche con apoyo del Colegio de Postgraduados.

La investigación está orientada a estudios de DNA para ver si realmente esos animales tienen resistencia a enfermedades y saber cuál es la perspectiva para hacer una multiplicación masiva en el área rural, detalló.

En ese trabajo de campo, apuntó, lo único que hacen es “detectar e identificar, sacar muestras de sangre, algunos folículos y poder ver si realmente tienen esas características”.

Añadió que en el caso del guajolote industrializado se han manipulado tanto las crías en los procesos de reproducción, que se han seleccionado y explotado cualidades que resultan indeseables en el mercado, ya que aquellos pavos genéticamente modificados poseen carne dura, reseca e insípida”.

“Si no existe un plan de conservación genómica del guajolote nacional, el pequeño productor se enfrenta a un mercado desleal, ya que su producto doméstico no tiene la misma capacidad de generar hatos que compitan con las marcas extranjeras”, continuó.

Por ello la idea de estudiar al guajolote, con las herramientas que otorga la biotecnología, a fin de tener elementos para proteger su genoma y rescatar el fondo genético del ave, lo cual se podría nombrar como “una especie de denominación de origen”, al igual que la del tequila. zocalo.com.

Fig.1.6. José Guadalupe Herrera Haro.





FUENTES DE CONSULTA

Cibergrafía:

- Raisman, J. 2008: http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/meiosis.htm.
- Raisman, J. 2008: http://www.biologia.edu.ar/cel_euca/mitosis.htm.
- <http://www.zocalo.com.mx/seccion/articulo/investigadores-mexicanos-buscan-denominacion-de-origen-del-guajolote-141410>.

Bibliografía:

- Cota, E. 2012. Ciencias I Biología, Trillas, México, D.F.
- Prado, A. 2010. Ingreso a bachillerato, Trillas, México, D.F.

Hemerografía:

- Urrutia, A. 2011 "Diez años del genoma humano: promesas rotas y hallazgos inesperados" ¿Cómo ves? #83, UNAM, México, D.F.
- Uruchurtu, G. 2012. "Genética de lo humano" ¿Cómo ves? #169, UNAM, México, D.F.

*Si quieres aprender,
enseña.* 