

Trabajo Fin de Grado

EVOLUCIÓN NUTRICIONAL DEL SER HUMANO.

LA DIETA DEL PALEOLÍTICO

Human's nutritional evolution. The Paleolithic diet.

Autor: Arraro Mónica Ramón Montaner

Tutor: Patricia Meade Huerta

Fecha: Septiembre de 2016

RESUMEN

El género Homo ha sufrido una serie de procesos evolutivos a lo largo de su historia, desde el inicio del paleolítico hace 2,5 millones de años hasta la era actual.

La evolución del ser humano es consecuencia de los factores ambientales a los que ha estado expuesto, los principales son los cambios climáticos y del medio ambiente, que han influido en su migración, y por lo tanto, en la variedad de las fuentes de alimentación. El éxito de su evolución se ha conseguido principalmente por las modificaciones morfológicas y genéticas que surgieron en nuestros antepasados, que les permitieron una mejor adaptación a los diferentes medios y, de esta manera, su supervivencia.

En la actualidad el hombre ha conseguido adaptar el medio a sus necesidades y como consecuencia de ello el estilo de vida y hábitos dietéticos distan mucho de los de nuestros ancestros. El primer cambio importante surgió hace unos 10.000 años, tras la aparición de la agricultura y la ganadería, y el segundo tras la revolución industrial hace unos 300 años. En especial, este último cambio ha supuesto un aumento de las enfermedades crónicas relacionadas con el metabolismo de los nutrientes, resultado del estilo de vida, que no coincide con la historia de la evolución del ser humano.

En el presente trabajo se busca hacer referencia a los estudios relacionados con la evolución del ser humano, analizando por un lado las diferencias del aporte y proporción de nutrientes entre la dieta ancestral y actual, que son altamente aterogénicos para el hombre moderno y, derivan en enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico, y por otro las mejoras que se producen al introducir una dieta de tipo paleolítico en individuos con riesgo de padecer diabetes y enfermedades cardiovasculares en una intervención real.

Conocer las raíces de nuestra especie y sus hábitos alimenticios puede ser la clave para afrontar y prevenir ciertas patologías asociadas a la nutrición en la sociedad actual.

ÍNDICE

	Pág.
LISTADO DE ABREVIATURAS.	1
INTRODUCCIÓN	3
JUSTIFICACIÓN.	5
OBJETIVOS.	7
MATERIAL Y MÉTODOS.	9
RESULTADOS.	11
1. Origen de nuestra especie.	11
1.1 Historia.	11
1.2 Adaptaciones a la dieta y evolución del ser humano.	11
1.2.1 Primeras adaptaciones del ser humano.	11
1.2.2 Factores tecnológicos y dietéticos.	12
1.2.3 La aparición del fuego y las migraciones del Homo erectus.	13
1.2.4 Restricciones en la dieta y tamaño del cerebro.	13
1.2.5 Homo sapiens y adaptaciones.	14
2. La dieta paleolítica.	15
2.1 La recolección (alimentos de origen vegetal).	15
2.2 La caza (alimentos de origen animal).	16
2.2.1 Los beneficios de la carne.	17
2.3 La teoría del forrajeo.	17
3. El impacto de la agricultura y la ganadería en el ser humano.	18
3.1 La industrialización.	18
4. Comparación de nutrientes entre dieta actual y ancestral.	19

5. Adaptaciones genéticas.	24
5.1 Amilasa salival (gen AMY1).	25
5.1.1 Amilasa salival y la glucemia.	27
5.2 La lactasa.	28
5.3 Genes ahorradores de energía.	31
6. Problemas relacionados con la salud.	34
6.1 La diabetes mellitus tipo 2 (DM2).	35
6.2 Las enfermedades cardiovasculares.	36
6.2.1 Grasas de origen animal.	39
6.2.2 Proteínas de origen animal.	40
7. Los beneficios de una dieta paleolítica en la salud.	41
7.1 Estudio 1.	42
7.2 Otros estudios.	47
7.2.1 Estudio 2.	47
7.2.2 Estudio 3.	49
DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.	51
BIBLIOGRAFÍA.	53

LISTADO DE ABREVIATURAS

NEAP: ácidos netos endógenos producidos.

ADN: ácido desoxirribonucleico.

LP: presencia de lactasa.

LNP: no presencia de lactasa.

SNP: polimorfismo de un solo nucleótido.

EHH: homocigosidad haplotípica extendida.

PPARG: receptor activado por proliferador de peroxisomas gamma.

IMC: índice de masa corporal.

DM2: diabetes mellitus tipo 2.

PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.

AGMI: ácidos grasos monoinsaturados.

AGPI: ácidos grasos poliinsaturados.

EPA: ácido eicosapentaenoico.

DHA: ácido docosahexaenoico.

TG: triacilglicérol.

VLDL: lipoproteínas de muy baja densidad.

LDL: lipoproteínas de baja densidad.

HDL: lipoproteínas de alta densidad.

VCT: valor calórico total.

C- total: colesterol total.

HOMA: evaluación del modelo homeostático.

PAS: presión arterial sistólica.

PAD: presión arterial diastólica.

HbA1: hemoglobina glicosilada.

INTRODUCCIÓN

En la época actual se ha observado un aumento en la aparición de enfermedades relacionadas con la nutrición como obesidad, diabetes, hipertensión y enfermedades cardiovasculares, afectando a una gran parte de la población y convirtiéndose en un importante problema de salud pública en el mundo desarrollado. Debido al aumento de casos de enfermedades metabólicas que surgen en los países occidentales y que proliferan cada vez más en los países en vías de desarrollo que, comienzan a adoptar costumbres más occidentales, se observa una mayor concienciación sobre hábitos de vida más saludables como forma de contrarrestar los efectos que conllevan el estilo de vida actual. Cada vez se realizan más estudios y campañas para concienciar a la sociedad de la importancia de una dieta variada y equilibrada.

En este trabajo se pretende hacer una revisión de los principales estudios científicos en los que se compara la dieta del ser humano de la época del paleolítico con los hábitos nutricionales actuales y la evolución de éste a nivel del metabolismo y absorción de los diferentes nutrientes, con el fin de observar la influencia de la alimentación de hoy en día sobre la salud y más concretamente sobre la aparición de enfermedades crónicas relacionadas con el síndrome metabólico.

Por un lado se profundizará en si la causa de la aparición de estas enfermedades se debe a factores genéticos, es decir, si la evolución del metabolismo de nutrientes en el hombre no se ha adaptado a los hábitos alimenticios de hoy en día, como el mayor consumo de hidratos de carbonos refinados, grasas saturadas y alimentos procesados, y por otro si existe evidencia científica de que los beneficios de una dieta paleolítica, más rica en frutas, verduras y hortalizas pueden mejorar el estado de salud de las personas con enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación, como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y la obesidad.

El espacio de tiempo que ha transcurrido desde que se descubrió la agricultura y la ganadería, a partir del cual cambiaron nuestros hábitos alimenticios y de vida, ha sido muy corto en comparación con el tiempo transcurrido desde que se definió nuestra especie, el Homo sapiens (el ser humano moderno), y puede ser que la aparición de algunas enfermedades metabólicas sean causadas por la mala adaptación a una modificación del reparto de macronutrientes, como un mayor consumo de hidratos de carbono refinados, de azúcares añadidos y de grasas saturadas, que han ido más rápidas que la evolución de nuestro organismo.

JUSTIFICACIÓN

Cada vez se realizan más estudios que tratan de revelar la implicación de determinados nutrientes de la dieta y su frecuencia de consumo con la aparición de diferentes patologías, como es el caso de la diabetes mellitus tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares, las cuales tienen una alta incidencia en nuestra sociedad, llegando a ser la principal causa de muerte en el mundo desarrollado, como es el caso de las enfermedades relacionadas con el corazón.

Aunque existen numerosos tratamientos farmacológicos y clínicos para tratar las enfermedades, cada vez existe una evidencia más fuerte de que ciertas patologías mejoran sensiblemente con un cambio del patrón alimenticio. Aumenta el uso de la dieta como tratamiento, a nivel hospitalario, para prevenir enfermedades del síndrome metabólico cuando aparecen los primeros signos, para mejorar parámetros alterados, o como complemento en tratamientos clínicos.

Para poder tratar patologías relacionadas con trastornos del metabolismo debido a la obesidad y alteraciones fisiológicas que se producen en nuestro organismo como consecuencia, conviene estudiar los efectos de la dieta sobre estas enfermedades adaptándola a un patrón nutricional adecuado. La importancia de estudiar una dieta paleolítica, se debe a su relación con la evolución a nivel genético la utilización de nutrientes y cómo afecta la composición de una dieta o ciertos alimentos a nuestra salud.

El hombre ha sufrido cambios substanciales en su estilo de vida y en su tipo de alimentación en muy poco espacio de tiempo, que han superado el ritmo de las adaptaciones que se han producido en nuestro genoma en comparación con el gran espacio de tiempo que supuso la era del paleolítico. Existen numerosos estudios que buscan demostrar que la causa de que se produzcan ciertas alteraciones en nuestro organismo pueda ser debido a la falta de concordancia entre la dieta y nuestros genes.

OBJETIVOS

Objetivo general:

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la dieta paleolítica y sus principales implicaciones a nivel nutricional y genético,

Objetivos específicos:

Conocer las características y la composición nutricional de una dieta del paleolítico y su evolución hasta la dieta actual.

Destacar el espacio que abarcan los tres periodos de tiempo: el paleolítico, el neolítico y la revolución industrial, con respecto a los cambios que se producen en el estilo de vida del género Homo.

Comparar la dieta del paleolítico con la dieta actual de países occidentales, destacando las diferencias entre los tipos de alimentos que se consumen y la proporción de nutrientes que aportan ambas dietas.

Estudiar algunas variaciones genéticas relacionadas con el metabolismo de nutrientes que se han producido a lo largo de la evolución de los homínidos, adaptaciones producidas ante los cambios dietéticos.

Analizar los nutrientes implicados en los factores de riesgo y en la aparición de enfermedades crónicas ligados a un patrón alimenticio y estilo de vida sedentario en la época actual.

Valorar los efectos de una dieta paleolítica sobre el síndrome metabólico, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares en función del aporte de nutrientes y su proporción.

MATERIAL Y METODOS

La metodología utilizada en este trabajo se ha basado fundamentalmente en el análisis de fuentes bibliográficas relacionadas con la dieta de los seres humanos durante el periodo paleolítico de los seres humanos, su evolución y la relación que existe con la salud.

La búsqueda de revisiones científicas y artículos de investigación originales se ha realizado en diferentes bases de datos, principalmente Pubmed (Medline, National Library of Medicine, NIH, EE UU), usando como referencia datos de interés relacionados con cada uno de los apartados.

RESULTADOS

1. EL ORIGEN DE NUESTRA ESPECIE.

1.1 HISTORIA:

El paleolítico es una época que va desde 2,5 millones hasta hace unos 10.000 años aproximadamente, en la cual el ser humano migró y pobló los diferentes continentes, lo que permitió que el hombre diversificara su dieta en función de los diferentes ambientes que habitaba y a los que se fue adaptando.

El descubrimiento de las herramientas de piedra que se fabricaban también les permitió ampliar su dieta, su uso para la caza les supuso incluir en su ingesta proteína de origen animal de buena calidad. La dieta de los hombres en este periodo se componía de los alimentos que obtenían de la recolección y la caza básicamente.

Con el descubrimiento del fuego hace unos 1,5–1,4 millones de años y su dominio, consiguieron cocinar los alimentos mediante la cocción y el tostado de carnes y pescados, frutos y raíces, haciendo que los alimentos fuesen de mejor digestión y absorción respecto a sus nutrientes.

1.2 ADAPTACIONES A LA DIETA Y LA EVOLUCIÓN DEL SER HUMANO:

Como explica Darwin en su libro *El origen de las especies* (1859): “No es la más fuerte de las especies la que sobrevive, ni la más inteligente, sino la que es más sensible a los cambios.”

El éxito de la evolución depende de la capacidad de adaptarse a los cambios ambientales, y la alimentación juega un papel imprescindible en la supervivencia de una especie, tanto la capacidad de adquirir y cubrir los requerimientos nutricionales como la adaptación del metabolismo a los diferentes alimentos que componen la dieta y nos los aportan. Por lo tanto, la adaptación a nuevos alimentos y la capacidad de explotar los recursos de los que se dispongan según el ambiente en el que se encuentren supondrá un factor importante en la evolución de la especie humana (1).

1.2.1 Primeras adaptaciones del ser humano:

Hace aproximadamente unos 5 millones de años el ser humano se separó del linaje del simio, según registros fósiles coincide con un cambio en la dieta debido a una serie de factores producidos en el medio ambiente en el que habitaba esta especie, en la sabana africana, sobre

todo cambios climáticos y geológicos que contribuyeron a la desertización, favoreciendo la escasez de alimentos como frutas y hojas suaves, y apareciendo otros nuevos como semillas, insectos, raíces y pastos, recursos que habían sido menos explotados, y por tanto produciéndose así un cambio en el hábito de alimentación de estos seres vivos.

Este cambio progresivo del medio ambiente también empujó la adaptación de la vida terrestre, al descender de los árboles. De manera que aparecieron los primeros homínidos bípedos que son los antepasados más directos de los seres humanos, y así las importantes consecuencias de este fenómeno que se verán más adelante.

La dentición de estos homínidos parece ser que también sufrió modificaciones para adaptarse a los alimentos más secos, duros y con cáscara frente a los frutos que eran más blandos, cambios tanto morfológicos como estructurales favoreciendo la adaptación de la molienda, la punción, y el triturado, y por tanto la ingesta de estos alimentos más duros, proporcionándoles nuevos nutrientes en su dieta y una ventaja en la selección natural (1).

1.2.2 Factores tecnológicos y dietéticos:

A lo largo de la evolución del ser humano, la tecnología adquiere un papel fundamental en los cambios de los hábitos alimenticios en nuestra especie.

Varios primates actualmente son capaces de utilizar piedras como herramientas para obtener el alimento, usándolos por ejemplo con los frutos secos, pero no están anatómicamente adaptados para fabricarlas y usarlas con precisión. Sin embargo, el bipedismo en los primeros humanos les permitió liberar sus manos de la locomoción, esto junto con el cambio físico que sufrieron las manos, supuso tanto un perfeccionamiento en el uso de herramientas como el inicio de su fabricación. Esta habilidad fue decisiva en el acceso a nuevos alimentos, sobre todo de origen animal.

Hay abundantes evidencias arqueológicas que indican que la ampliación de la dieta y variedad de alimentos está relacionada con el uso de herramientas de piedra, lo que proporcionó como consecuencia una mayor calidad y aporte de nutrientes, hecho importante que favoreció la separación en la escala evolutiva de los primeros simios bípedos del chimpancé, dando lugar al género Homo.

Otros cambios en el organismo que se producen como resultado de la alimentación es el aumento del tamaño corporal, de la capacidad craneal, el acortamiento del tracto digestivo, mejores adaptaciones a las dietas altas en grasa y colesterol y cambios en la microbiota intestinal, además de las características fisiológicas y metabólicas que nos diferencian de los grandes simios (1).

1.2.3 La aparición del fuego y la migración del Homo erectus:

Con los avances en la caza, gracias a la mejora de las herramientas de piedra que se fueron perfeccionando y a la organización social, nuestros antepasados pudieron incorporar más cantidad de carne y más variedad de alimentos en su dieta. A esto también contribuyó la expansión del ser humano desde África hacia otros continentes como Asia y Europa, gracias también a la diversidad de especies tanto animales como vegetales, estos humanos pudieron beneficiarse de la variedad de climas y hábitats, y por lo tanto de nuevos nutrientes.

El dominio del fuego tuvo un gran impacto en la calidad de la dieta, facilitando la masticación y la digestión de hidratos de carbono complejos, verduras y carnes. La cocción de los alimentos también le proporcionó al organismo una mejor biodisponibilidad de los nutrientes, lo que facilita su asimilación e integración en el organismo ayudando al metabolismo de estos (1).

1.2.4 Restricciones en la dieta y el tamaño del cerebro:

Existen estudios que tratan de explicar cómo una dieta con alta densidad de energía y con alimentos más completos en nutrientes permitió la encefalización en el ser humano. La principal diferencia está en la composición corporal de los seres humanos frente a otros simios con menor capacidad craneal, el aumento de su masa grasa como consecuencia de su dieta le aportó mayores reservas de energía en forma de grasa corporal, las cuales serán importantes en las épocas de mayor escasez de alimentos y durante el embarazo. El cerebro es un órgano muy costoso energéticamente, en los periodos de desarrollo fetal y durante el crecimiento de los homínidos a edades tempranas un mayor porcentaje de masa grasa corporal les proporciona la energía necesaria para alimentar un cerebro de mayor tamaño, el cerebro de un bebé puede llegar a consumir en reposo hasta el 80% de las calorías diarias y en el humano adulto puede llegar a gastar hasta el 25% del gasto energético basal. Esto puede haber permitido un mayor desarrollo de la capacidad craneal del género Homo con respecto a otros primates.

El Gen MCPH1 que codifica para la proteína microencefalina está asociado a la microcefalia, su defecto produce un trastorno de déficit en la neurogénesis que provoca la reducción del tamaño del cerebro. La microencefalina participa en la mitosis neurogénica y existe evidencia científica que sugiere su relación con el desarrollo del cerebro y el aumento de la capacidad craneal en el ser humano. Esto fue positivo en el Homo erectus, el cual muestra una mayor capacidad craneal en comparación con el Australopithecus, que desarrolló importantes avances tecnológicos (1).

1.2.5 Homo sapiens y adaptaciones:

La propagación del Homo sapiens, el ser humano moderno, se extendió desde África hasta el sur de Eurasia durante unos 100 mil años, y hace aproximadamente 40.000 que se definió como especie.

La movilidad, la mejora de las tecnologías y la aparición de relaciones sociales más complejas favoreció el desarrollo de una caza más eficiente y la recolección de alimentos, lo que proporcionó una mejor explotación de los recursos de los diferentes hábitats, por tanto una mejor adaptación al medio en función de la zona geográfica, el clima, las estaciones...

Las variaciones genéticas que aparecen en el hombre moderno son debidas en gran parte a su amplia alimentación y a la variedad de nutrientes, las cuales también modificaron su metabolismo y sus procesos fisiológicos (1).

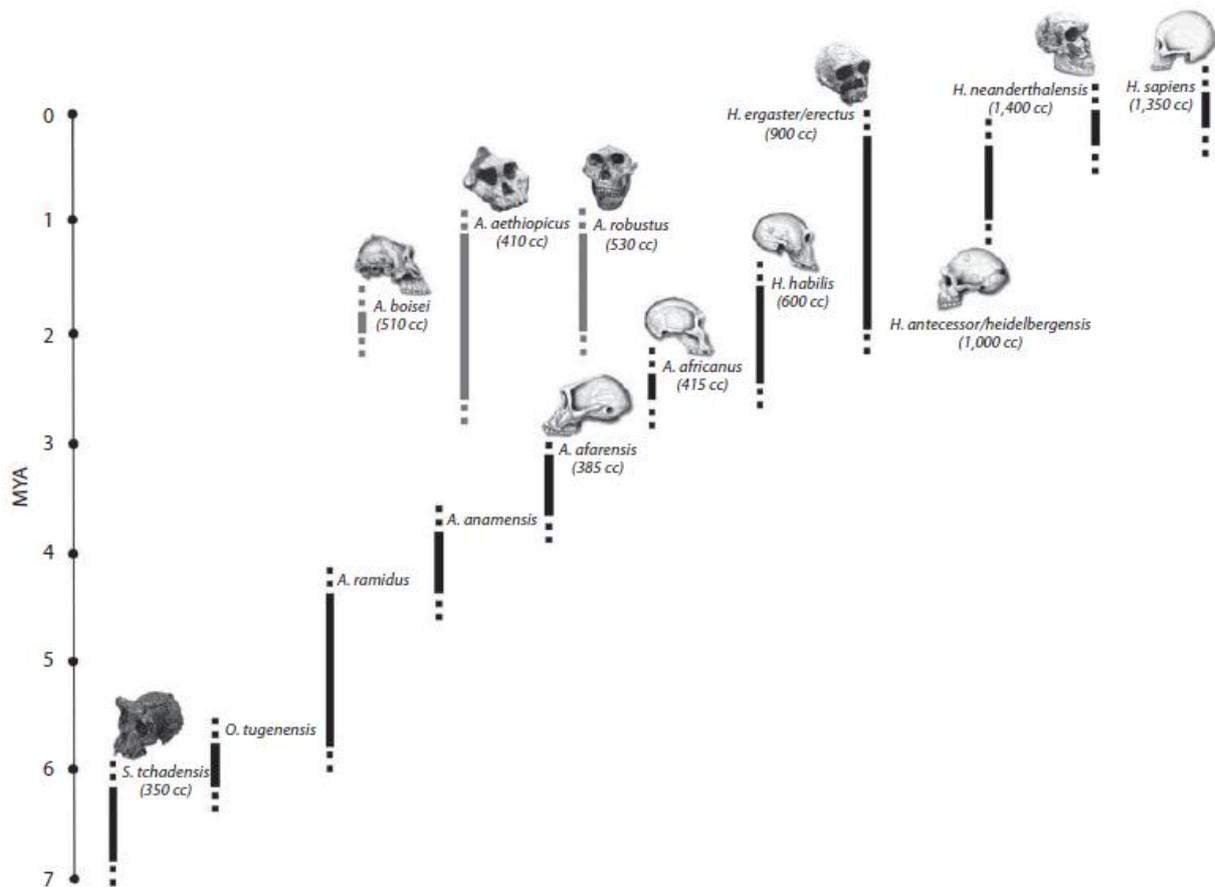


Figura1. Calendario evolutivo de los homínidos fósiles y tamaños cerebrales. Fuente: F Verginelli, J Nutrigenet Nutrigenomics, 2009.

2. LA DIETA PALEOLÍTICA.

Estudios antropológicos y arqueológicos sobre la evolución del ser humano han servido para obtener conclusiones sobre el tipo de alimentación que tenían los primeros homínidos.

Conforme avanzan estos estudios se hace más evidente que aspectos como el perfeccionamiento de la locomoción bípeda, cambios en la estructura social y la expansión cerebral fueron impulsados por los cambios de hábito en la alimentación, como uno de los primeros cambios importantes que nos diferenció como especie (4).

La dieta paleolítica es también conocida como la dieta de cazadores y recolectores en la edad de piedra, por el uso de herramientas de este material, es una dieta basada en alimentos de los que disponían los seres humanos según el ambiente en el que se encontrasen antes del descubrimiento de la agricultura y la ganadería hace aproximadamente unos 6.000-10.000 años, según la zona geográfica.

La dieta de este periodo estaba basada en alimentos de origen animal silvestre, obtenidos mediante la caza y la pesca, y alimentos de origen vegetal como plantas silvestres que se recolectaban como frutas, verduras, raíces, semillas y algunos frutos secos como nueces. De esta dieta se excluyen los granos, legumbres, productos lácteos, sal, azúcar refinada y aceites procesados, alimentos que no aparecieron hasta que el hombre comenzó a cultivar las plantas y domesticar animales (6).

A continuación se detallarán aspectos importantes relacionados con las estrategias dietéticas de los primeros homínidos y su influencia sobre la evolución de los seres humanos, analizando y estudiando a primates como el chimpancé, por su cercanía en la escala evolutiva con el Australopithecus y por servir como ejemplo sus técnicas de obtención de alimentos que podrían ser similares a las de los homínidos tempranos (4).

2.1 LA RECOLECCIÓN (ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL):

Evidencias paleontológicas sugieren que los homínidos tempranos más antiguos evolucionaron hace aproximadamente 5 millones de años, en la sabana africana, en un ambiente por aquel entonces tropical, con bosques cerrados donde disponían de gran cantidad de alimentos vegetales como frutas carnosas, flores de árboles y hojas.

En gorilas y orangutanes alrededor del 99% de la dieta procede de alimento de origen vegetal y en el caso de chimpancés (antepasado más cercano al homínido) el aporte de alimento de origen vegetal se sitúa entre el 87-98%, incluyendo en su dieta presas de animales

vertebrados que son cazados, e insectos como hormigas, termitas o parásitos. Lo que se traduciría en que no eran herbívoros 100%, más bien omnívoros, aunque la mayor parte de la dieta fuese a partir de vegetales y un alto aporte de fibra, se incluye en la dieta insectos y pequeños invertebrados, e incluso restos de carroña de otros depredadores (3).

El entorno, la geografía, el ambiente, las estaciones y el clima fueron factores importantes que influyeron en la variedad de los alimentos de origen vegetal, mayor aporte de nutrientes y, por lo tanto, sobre la evolución del ser humano.

A medida que fueron desplazándose por nuevos territorios y poblando los diferentes continentes, empujados en parte por los cambios en el clima que repercutían en el entorno, en la vegetación y la dificultad de conseguir alimentos de mayor calidad de manera más continuada en el tiempo, los nuevos entornos proporcionaron una nueva gama de alimentos para el Homo, gracias en parte al perfeccionamiento de la locomoción que permite el desplazamiento y recorrer grandes distancias (2).

2.2 LA CAZA (ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL):

El aumento de la calidad de la dieta también se considera un factor clave en el aumento del tamaño del cuerpo en los homínidos, según algunos estudios, al poder satisfacer las necesidades energéticas de éste con respecto al de otros simios, fue lo que contribuyó a la supervivencia de nuestra especie.

El aporte de alimentos de origen animal en los primeros homínidos, en lugar de ser un componente esporádico de la dieta que tenía lugar de vez en cuando pasó a convertirse en un consumo rutinario, lo cual puede que contribuyera a la evolución del ser humano. Esto supuso un aumento en el aporte de energía y nutrientes de mayor calidad lo que permitió un desarrollo más complejo y de mayor tamaño del cerebro (3).

El Homo hábilis fue el primero en modificar las piedras para usarlas como herramientas, haciendo en ellas cantos cortantes usados como cuchillo, que les servirían para conseguir abrir animales con pieles más duras y el despique, facilitando así el consumo de carne en la dieta.

El Homo erectus perfeccionó las herramientas de piedra, confeccionando armas que usarían en la caza y les permitiría abatir presas de mayor tamaño. También fueron los primeros en dominar el fuego y usarlo para cocinar los alimentos, lo que mejora la biodisponibilidad de los nutrientes esenciales para el desarrollo de estos homínidos, la gelatinización del tejido conectivo de las carnes, en las verduras y alimentos con contenido en hidratos de carbono más

complejos, además de favorecer la masticación, la digestión y la asimilación de los alimentos (4).

2.2.1 Los beneficios de la carne:

La dieta en los mamíferos está basada en alimentos de origen vegetal o animal o de una mezcla de ambos, y debe ser capaz de aportar todos los nutrientes esenciales para cubrir las necesidades de cada especie.

La caza y por tanto la disponibilidad de ingerir alimentos de origen animal y presas de mayor tamaño fue clave en la evolución del ser humano, para el aumento de su tamaño corporal, incluyendo el de su cráneo, dotándole de más inteligencia. Se observa que madres mejor nutridas dan a luz bebés más grandes, con más grasa corporal, lo que se traduce en mayores reservas energéticas que permiten un mayor desarrollo del cráneo y un cerebro bien alimentado, ya que es un órgano que consume mucha energía, en recién nacidos puede alcanzar hasta el 80% del gasto energético total.

Cada eslabón de la cadena del ser humano a lo largo de su evolución es el reflejo del hábitat en el que se ha desarrollado, en el que no solo la selección natural ha jugado su papel, sino en el que también las adaptaciones a los diferentes medios y alimentos que estos les proporcionaba le ha conducido a diferenciarse del resto de especies (3).

2.3 LA TEORÍA DEL FORRAJE:

La teoría del forrajeo es una rama de la ecología evolutiva que trata de explicar la conducta de los primeros seres humanos del paleolítico con respecto a la toma de decisiones que definían su alimentación. Se basa en el coste que supone la adquisición de los alimentos, en el que influían parámetros como el valor energético en la obtención, el tiempo de manipulación, el tiempo invertido en la captura y el consumo del alimento, y la abundancia de éste en el entorno, es decir, la frecuencia y el tiempo que se tardaba en encontrar los alimentos.

Elaborando así un orden de preferencia a la hora de seleccionar los diferentes tipos de alimentos que componían la dieta paleolítica, respecto a la rentabilidad energética de unos u otros alimentos que les proporcionaba el medio en el que vivían (4).

3. EL IMPACTO DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA EN EL SER HUMANO.

La disponibilidad de alimento en los diferentes entornos es la clave del éxito de la supervivencia de las especies, también del Homo. Según los estudios, la última glaciación y los cambios climáticos modificaron los ambientes en los que el ser humano habitaba y por tanto se agravó la escasez de alimentos debido a la extinción y la disminución de poblaciones de algunas especies.

Estas circunstancias desencadenaron una crisis de escasez de alimentos en gran parte de la población, lo que promovió las migraciones y el desarrollo de nuevas fuentes de alimentos. La escasez de los alimentos empujó a los recolectores y cazadores a terminar por cultivar plantas y domesticar animales, para perpetuar su supervivencia.

Las innovaciones tecnológicas y las circunstancias sociales permitieron una serie de cambios en la cultura y en la forma de alimentación del hombre hace aproximadamente unos 10.000 años. Este cambio en el estilo de vida hace que dejemos atrás el paleolítico y nos introduzcamos en el neolítico.

La aparición de la agricultura produjo un cambio significativo sobre la nutrición de nuestra especie y los hábitos de vida se volvieron más sedentarios. Con respecto a los cambios en la alimentación, el hombre comenzó a introducir en su dieta alimentos nuevos de origen animal como la leche, lo que supuso una importante adaptación a la dieta ya que la enzima lactasa solo se producía en el hombre durante la lactancia materna y no en la edad adulta.

Con la agricultura el hombre introdujo en su dieta nuevos alimentos de origen vegetal como el cereal y las leguminosas, esto también indujo a una adaptación en el metabolismo de los carbohidratos, al aumentar la presencia de enzimas de amilasa salival para su digestión, según se puede observar en algunos estudios (1).

3.1 LA INDUSTRIALIZACIÓN:

La industrialización supuso un cambio en el modelo de producción, que pasó a ser a gran escala, tanto para la obtención de diferentes productos como de alimentos, con el desarrollo de las nuevas tecnologías y la ayuda de grandes maquinarias que optimizaban el trabajo del hombre y los recursos.

Los problemas relacionados con el auge de la industrialización son notables sobre todo en el desarrollo de enfermedades crónicas descritas como epidemias, en el caso de la obesidad y

los trastornos de la conducta alimentaria que conlleva a problemas como la diabetes, el síndrome metabólico y las enfermedades cardiovasculares.

Debido a la proliferación de enfermedades metabólicas en las últimas décadas en países más desarrollados han aumentado los estudios que tratan de explicar la causa. Una de las hipótesis apunta al desajuste gen-cultura, es decir, la forma en la que se ha alimentado el ser humano a lo largo de su evolución respecto al modo de metabolizar los nutrientes, ha sido superada por los hábitos alimenticios actuales (2).

También se encuentran estudios en los que relacionan variables ambientales y patrones dietéticos en el mundo desarrollado, en el que los alimentos son más estériles, asociándolos con el incremento de enfermedades autoinmunes y alergias frente a países menos desarrollados (5).

4. COMPARACIÓN DE NUTRIENTES ENTRE DIETA ACTUAL Y ANCESTRAL.

En este apartado se hará un repaso de las diferencias entre los nutrientes de la dieta actual y la dieta que consumían nuestros antepasados en el paleolítico, para posteriormente profundizar sobre los beneficios y los efectos perjudiciales de ambas dietas y su repercusión en la salud.

Comenzaremos hablando de los diferentes alimentos que componían la dieta de los primeros homínidos hasta la del hombre actual, haremos una pequeña síntesis detallando los diferentes macro y micronutrientes principales para poder valorar de forma más precisa las diferencias entre ambas dietas.

Se debe tener en cuenta que la era del paleolítico, y por lo tanto este tipo de dieta, es la que acompañó al hombre durante 2,5 millones de años y ha tenido la que mayor influencia en su evolución, especialmente a nivel metabólico y en la utilización de nutrientes. También gracias a las adaptaciones que ha sufrido el hombre frente a los cambios de las condiciones medioambientales a las que ha estado expuesto, imprescindible para que haya tenido éxito la supervivencia de nuestra especie.

En este apartado para poder hablar de las diferencias nutricionales utilizaremos dos tablas donde se compara el consumo y el aporte de los diferentes nutrientes.

En la primera tabla (Tabla 1) encontramos una comparativa entre la composición nutricional de la dieta ancestral y la dieta contemporánea occidental. En ella se representan los principales macronutrientes, haciendo referencia a su alto o bajo consumo en una dieta paleolítica frente a la dieta actual.

Tabla 1. Comparación nutricional entre la dieta ancestral y la dieta occidental actual. Fuente: SB Eaton, Am J Clin Nutr, 2010.

	Ancestral	Contemporánea
Energía total ingerida	Mayor	Menor
Concentración de calorías	Muy pequeña	Mucha
Dieta completa	Mayor	Menor
Carbohidratos totales ingeridos.	Menor	Mayor
- Azúcares e hidratos de carbono refinados	Muy bajo	Mucho mayor
- Índice glucémico	Relativamente bajo	Alto
- Frutas y vegetales	El doble	La mitad
Capacidad antioxidante	Superior	Inferior
Fibra	Mayor	Menor
- Proporción soluble: insoluble	Similar proporción	Mayor fibra insoluble
Proteínas ingeridas	Mayor	Menor
Grasas totales ingeridas	Equivalente	
- Colesterol sérico aumentado de las grasas	Menor	Mayor
- Grasas poliinsaturadas totales	Mayor	Menor
- Proporción ω 6: ω 3	Similar proporción	Mayor ω 6
- Ácidos grasos esenciales de cadena larga	Mayor	Menor
Colesterol ingerido	Mayor	Menor
Micronutrientes ingeridos	Mayor	Menor
- Electrolitos (sodio, potasio)	Mucho más potasio	Mayor en sodio
Efecto equilibrio ácido – base (NEAP)¹	Alcalino	Ácido
Productos lácteos	Solo leche materna	Considerable
Grano de cereal	Muy poco	Muchísimo
Agua ingerida	Mayor	Menor

¹NEAP: ácidos netos endógenos producidos.

Con respecto a las calorías totales de la dieta, el consumo era mayor en el paleolítico que en la época actual pero de menor concentración calórica, es decir, había mayor consumo de alimentos y con mayor densidad nutricional en comparación con la dieta moderna.

Esto es debido a las diferencias que se pueden observar en los hidratos de carbono en primer lugar, su consumo era menor y con aporte de azúcares simples muy bajos, en comparación con un mayor consumo en el caso de las dietas de hoy en día, al parecer por el elevado consumo de frutas y verduras que se producía en el paleolítico, que llegaba a ser del doble. Lo que conlleva a un mayor aporte de antioxidantes y de fibra. Con respecto a la fibra se observa que en la relación fibra soluble frente a insoluble, la proporción es similar en la dieta del paleolítico, mientras que en la dieta contemporánea el aporte de fibra insoluble es superior.

El aporte de proteína en la dieta ancestral es mayor, sin embargo en el perfil graso se pueden observar diferencias como el mayor consumo de ácidos grasos poliinsaturados y una proporción de ácidos grasos $\omega 6:\omega 3$ más cercana a una relación 1:1 en la dieta ancestral, siendo en la dieta actual esta relación con un aporte de $\omega 6$ más elevado que de $\omega 3$, los ácidos grasos esenciales de cadena larga también se encontraban más aumentados, incluido el colesterol. Aunque el aporte total de la grasa en la dieta es similar en ambas épocas.

Referente a los micronutrientes, en la dieta ancestral se observa un mayor consumo, mostrando una dieta especialmente alta en potasio, mientras que en la dieta contemporánea el consumo de micronutrientes es menor y más alto en sodio. El equilibrio ácido-base muestra que en el paleolítico las dietas eran más bien alcalinas frente a las dietas actuales occidentales que son más ácidas.

También encontramos diferencias entre dos grupos de alimentos, uno el cereal, el cual no formaba parte o era muy escaso de la dieta de nuestros ancestros mientras que en la actualidad forma parte de la base de nuestra dieta. El otro grupo son los lácteos, los cuales solo eran consumidos durante la lactancia y no en la edad adulta.

En la segunda tabla (Tabla 2) se encuentran las diferencias entre el aporte de nutrientes recomendado en la dieta moderna frente al aporte que se estima en una dieta ancestral.

Tabla 2. Comparación del aporte de nutrientes entre la dieta ancestral y la dieta occidental actual. Fuente: SB Eaton, Am J Clin Nutr, 2010.

	Recomendaciones actuales	Ingesta ancestral estimada
NUTRIENTES		
Carbohidratos (% energía diaria)	45 – 65	35 – 40
Azúcar añadido (% energía diaria)	< 25	2
Fibra (g/día)	38 para hombres 25 para mujeres	> 70
Proteína (% energía diaria)	10 – 35	25 – 30
Grasas (% energía diaria)	20 – 35	30 - 40
Grasas saturadas (% energía diaria)	< 7	7,5 - 12
Colesterol (mg/día)	< 300	≥ 500
EPA¹ + DHA¹ (g/día)	1,6 para hombres 1,1 para mujeres	5 – 6
Vitamina C (mg/día)	90 para hombres 75 para mujeres	500
Vitamina D (IU/día)	1000	4000 (luz solar)
Calcio (mg/día)	1000	1000 – 1500
Sodio (mg/día)	1500	< 1000
Potasio (mg/día)	4700	7000
BIOMARCADORES		
Presión sanguínea (mm Hg)	115/75	110/70
Colesterol sérico (mm/dL)	115 – 165	125
Composición corporal (%magra:%grasa)		
- Mujeres	< 31% masa grasas	35-40 : 20-25
- Hombres	< 26% masa grasa	45-50 : 10-15
Actividad física diaria (Kcal/día)	150 - 490	> 1000

¹EPA + DHA: ácido eicosapentaenoico + ácido docosahexaenoico.

Como se ha visto en la Tabla 1, el aporte de hidratos de carbono y azúcares simples es más bajo en la dieta ancestral con respecto al valor calórico total, pero con un consumo de fibra muy por encima del de la dieta actual. Esto como consecuencia del escaso o nulo consumo de cereal, ya que no se incluyó en la dieta del hombre hasta la aparición de la agricultura y del alto aporte de verduras y frutas que formaban parte de la dieta del hombre en el paleolítico.

En el caso de las proteínas el consumo también es mayor en una dieta paleolítica, aunque no se puede observar la diferencia en la tabla, si se trata de proteína de origen animal o vegetal, ni en qué proporción formaba esta parte de la dieta.

Relativo a las grasas, su aporte es mayor en porcentaje con respecto al valor calórico total de la dieta en las dietas primitivas, especialmente alto en colesterol y en ácidos grasos esenciales como el EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico) frente a las recomendaciones actuales.

Con respecto a los micronutrientes, el consumo de vitamina C suponía cuatro veces más que el que se consume actualmente, también era mayor el consumo de vitamina D, potasio y calcio en la dieta ancestral y más baja en sodio en comparación con la dieta moderna, posiblemente como consecuencia de la mayor ingesta de alimentos de origen vegetal que se puede observar en la Tabla 1.

En relación al apartado de los biomarcadores, la tensión arterial sería similar mientras que el colesterol sérico en los hombres del paleolítico estaría más bajo a pesar del mayor aporte en la dieta. También se aprecia que en el porcentaje de masa grasa corporal, hay rangos en los que se sitúa más bajos que en el hombre actual.

En la última diferencia entre el hombre actual y el Homo de la era del paleolítico, se observa un mayor gasto energético a partir de la actividad física diaria. Mientras que en los hombres modernos se encuentra en un rango de entre 150-490 Kcal/día de gasto energético en actividad física, en el caso de nuestros ancestros se sitúa por encima de 1000 Kcal/día, lo que condiciona las reservas de energía en forma de grasa en nuestros antepasados y reflejando así el descenso del gasto que se ha producido en nuestra era a causa del sedentarismo característico de nuestro estilo de vida actual, especialmente en el mundo desarrollado (7).

A grandes rasgos podemos observar una serie de diferencias que pueden ser llamativas o incluso resultar contradictorias, especialmente en el caso de los aspectos nutricionales en la era del paleolítico. Diferencias como la del mayor aporte de energía y de grasas en la dieta sin afectar a la masa grasa corporal, siendo esta una dieta de mayor densidad nutricional, es decir, con mayor aporte de nutrientes (minerales, vitaminas, proteínas y ácidos grasos esenciales) por cantidad de calorías consumidas.

Hay que recordar que la dieta se componía tanto de plantas silvestres como animales salvajes en este periodo del paleolítico, el cual pertenece al de antes de la aparición de la agricultura, por lo que la base de la dieta eran las frutas frescas, frutos secos y verduras, tanto de hoja como el fruto (hortalizas) que se encargaban de obtener los recolectores y piezas de caza o pesca tanto de grandes como de pequeños animales. También hay que tener en cuenta el elevado gasto de energía que tenían nuestros ancestros, puesto que la recolección y en mayor medida la caza suponían un esfuerzo considerable, el cual no nos supone actualmente para obtener el alimento. Pudiendo haber periodos de ayuno en nuestros ancestros, según el ambiente en el que se encontrasen, por la falta de recursos.

5. ADAPTACIONES GENÉTICAS.

La era del paleolítico, en comparación con el espacio de tiempo que llevamos viviendo desde la revolución industrial e incluso desde el descubrimiento de la agricultura, ocupa una gran cantidad de tiempo. El paleolítico comenzó hace 2,5 millones de años atrás y el descubrimiento de la agricultura ocurrió hace unos 10.000 años aproximadamente (6).

Esto implica una larga trayectoria de pequeños cambios paulatinos a nivel genético, es decir, pequeñas adaptaciones que se han ido produciendo en el genoma del ser humano como consecuencia de las variaciones en los hábitos dietéticos. Estas variaciones fueron consecuencia de la introducción de nuevos alimentos en la dieta conforme migraban nuestros antepasados ocupando los diferentes continentes y viviendo en diversos ambientes en los que se encontraban distintas variedades de fuentes de alimentos. Además el desarrollo de las tecnologías como herramientas hechas a partir de huesos, madera, piedras y el descubrimiento del fuego también supusieron un empuje en la mejora de la obtención de los nutrientes. Los cambios en la alimentación y el desarrollo de las tecnologías contribuyeron así sobre los importantes cambios en la evolución de los homínidos, principalmente tras el descubrimiento de la domesticación de plantas y animales (2).

Las mutaciones, en definitiva, son modificaciones en la secuencia del ADN a nivel de los nucleótidos que se producen ante determinadas exposiciones, el ADN contiene la información de cómo se expresan las proteínas de nuestras células en nuestro organismo, como por ejemplo una enzima, determinando la función de ésta. Estas mutaciones pueden ser beneficiosas para el ser humano, ya que han permitido a los homínidos adaptarse a los diferentes factores ambientales a los que ha estado expuesto, entre ellos la alimentación. De esta forma, las mutaciones han favorecido la evolución.

A continuación desarrollaremos algunos ejemplos de variaciones génicas que han tenido lugar en el ser humano como consecuencia de las variaciones en la alimentación, explicando

cómo el organismo se ha ido adaptando a la digestión de algunos nutrientes que no siempre han formado parte de nuestra dieta.

5.1 AMILASA SALIVAL (GENAMY1):

La amilasa salival es una enzima digestiva presente en la cavidad bucal que permite la hidrólisis del almidón inicial en azúcares más sencillos durante la masticación, esta proteína es el componente más abundante de la saliva en el ser humano, entre un 40-50 % de las proteínas salivales totales. Es aquí donde se inicia la digestión del polisacárido que continuará en el estómago, para pasar después al intestino delgado donde se mezclará con la amilasa pancreática para completar la hidrólisis del almidón y comenzar su absorción (9).

Los alimentos ricos en almidón comenzaron a formar parte de la dieta del hombre a raíz de la aparición de la agricultura hace aproximadamente unos 10.000 años, momento en el que comienza la era del neolítico y se asientan las primeras poblaciones sedentarias. Fue a partir de entonces cuando se introdujeron alimentos ricos en este nutriente como los cereales, el trigo, el arroz y las legumbres a la ingesta. El aporte de almidón se convirtió en un componente importante de la dieta del ser humano, por su rentabilidad energética en comparación con su producción y obtención. De esta forma, en las sociedades agrícolas su consumo fue mayor en comparación con la dieta de los cazadores-recolectores del paleolítico (10).

Diferentes estudios han demostrado que la cantidad y actividad de la enzima amilasa salival muestra variaciones individuales debido a los factores ambientales, el nivel de estrés y los ritmos circadianos. Por lo tanto, la expresión de la amilasa salival es diferente según la cantidad de almidón aportada por la dieta.

Las concentraciones de amilasa salival se correlacionan positivamente con la variación en el número de copias del gen AMY1, el cual al expresarse codificará las diferentes cantidades de esta enzima. La variación genética en el número de copias del gen AMY1 entre individuos parece haber evolucionado de manera diferente en diversas poblaciones en todo el mundo.

Dentro del contexto de la evolución, hay estudios que evalúan el número de copias del gen AMY1 de los chimpancés y los compara con el del hombre actual para demostrar las adaptaciones que ha sufrido el Homo ante factores ambientales. En el caso de la dieta, que ha ejercido un papel importante sobre la presión en la selección natural, el objetivo es tratar de identificar diferencias significativas entre las dietas de bajo y alto contenido en almidón y su relación con la cantidad y expresión de este gen.

Para conocer las características dietéticas y genéticas de nuestros ancestros con respecto al gen AMY1, algunos estudios toman como referencia los hábitos dietéticos de los chimpancés,

puesto que su alimentación podría ser bastante similar a la de los primeros homínidos. Estos aunque son omnívoros, tienen una dieta basada principalmente en frutos y hojas, los cuales presentan un menor aporte de almidón.

Se han llevado a cabo estudios de investigación en los que se han realizado comparaciones entre poblaciones de diversas partes del mundo en función de su dieta y el aporte de almidón. El objetivo consistía en analizar el número de copias del gen AMY1 y la concentración de amilasa salival entre muestras de poblaciones de diferentes culturas con dietas de alto contenido en almidón para las cuales los alimentos ricos en almidón constituyen una parte importante de la dieta y otras con bajo contenido en almidón las cuales tradicionalmente tienen un mayor aporte de proteína procedente de la carne y sacáridos simples de las frutas, miel y lácteos, por lo tanto alimentos menos ricos en almidón (Figura 2).

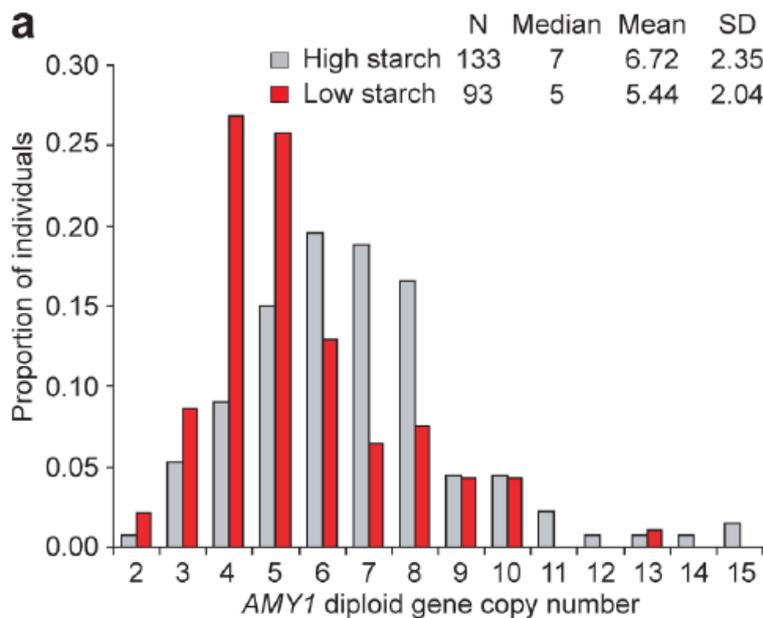


Figura 2. Dieta y variación en el número de copias del gen AMY1. Comparación de la distribución de la frecuencia del número de copias de AMY1 por qPCR en poblaciones con dietas tradicionales que incorporan muchos alimentos ricos en almidón (high starch) y poblaciones con dietas tradicionales que incluyen poco o nada de almidón (low starch). Fuente: GH Perry, Nat Genet, 2007.

La muestra de la dieta con alto contenido en almidón corresponde a poblaciones agrícolas (europea, americana y japonesa), las cuales podrían representar al ser humano del neolítico, mientras que la muestra de dieta con bajo contenido el almidón corresponde a poblaciones de la República Democrática del Congo (Mbuti), República Centroafricana (Biaka) situados en un ambiente de selva tropical cuya fuente de alimentación proviene de la caza y la

recolección y a otras poblaciones como la siberiana Yakuta dedicada principalmente al pastoreo y a la pesca, estas podrían asemejarse a los hábitos del hombre en el paleolítico. Los resultados de este estudio demuestran que el patrón de variación en el número de copias del gen AMY1 en humanos, así como la concentración de amilasa salival, son consistentes con una historia de selección natural ligada a la dieta, demostrando la importancia de los alimentos ricos en almidón en la evolución humana.

El aumento del número de copias del gen AMY1 en el ser humano pudo haber coincidido con el cambio en la dieta de los primeros homínidos, pasando de frutas y hojas frescas en su mayor parte a empezar a incluir frutos secos, raíces o tubérculos, los cuales tienen un mayor contenido en almidón, y la amilasa salival se encarga de facilitar su digestión. Se cree que estos cambios dietéticos pudieron haber permitido la aparición del Homo erectus y la propagación de éste por todo el continente africano. Aunque tan solo se trata de una hipótesis puesto que faltan muchos datos que son difíciles de obtener, pero pueden dar una idea de la historia de la evolución y de cómo el ser humano se ha adaptado genéticamente a un patrón alimentario que ha ido cambiando según los territorios que ha explorado y en los que se ha asentado, seleccionando las adaptaciones que son más favorables y permitiendo así la evolución del hombre (8, 12).

5.1.1 Amilasa salival y glucemia:

Existen artículos de investigación que estudian la relación entre la concentración de amilasa salival y el número de copias del gen AMY1 con la respuesta de la glucosa en sangre. Al ser la enzima de la amilasa influyente sobre el metabolismo del almidón y de forma indirecta sobre la glucemia postprandial, tratan de explicar la importancia de su aparición con algunas enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico.

Hay evidencias de que la variación del número de copias del gen AMY1 ha ido variando en diferentes poblaciones, aumentando en aquellas sociedades agrícolas donde se consumen más alimentos con alto contenido en almidón en comparación con aquellas que consumen mayor cantidad de proteínas. Sin embargo en el gen de AMY2 que codifica la amilasa pancreática no se han detectado variaciones en el número de copias, por lo que la amilasa salival tiene un papel importante en el metabolismo de hidratos de carbono complejos.

Como se puede observar en la Figura 3, el grupo con mayor concentración de amilasa salival (HA) presenta menor cantidad de glucosa en plasma tras la ingesta, mientras que el grupo con menor concentración de amilasa salival (LA) presenta un pico más alto de glucosa en plasma tras la ingesta.

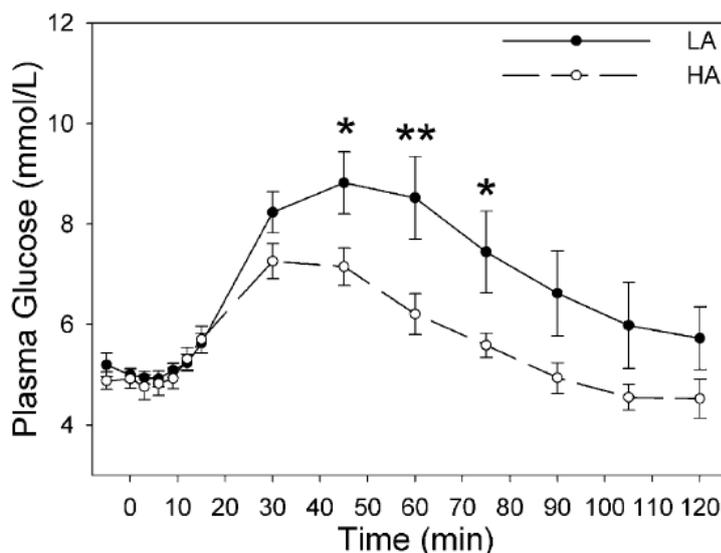


Figura 3. Concentración postprandial de glucosa en sangre y actividad de amilasa salival en adultos sanos con peso normal después de la ingesta de una solución de 50 g de almidón. * $P < 0.01$ y ** $P < 0.001$ vs. HA. HA, grupo amilasa alta; LA, grupo amilasa baja. Fuente: AL Mandel, J Nutr, 2012.

Por un lado la amilasa salival podría presentar una ventaja nutricional tras el cambio en la dieta, y más actualmente con el mayor aporte de hidratos de carbonos refinados que se consumen, también podría ser beneficioso que los picos de glucosa en sangre más bajos en personas con mayor concentración de amilasa salival influyesen sobre la aparición temprana de insulinorresistencia y acabar desarrollando diabetes mellitus de tipo 2 (11).

5.2 LA LACTASA:

La lactasa es una enzima digestiva codificada por el gen LCT que se encarga de metabolizar la lactosa, disacárido compuesto por galactosa y glucosa, el cual es hidrolizado a nivel intestinal favoreciendo su absorción, éste es un disacárido que se encuentra de forma natural en la leche materna de los mamíferos (14). La enzima lactasa está presente en los recién nacidos que se alimentan exclusivamente de leche materna, pero es una enzima que tiende a perderse con el tiempo tras el destete entre los 18 meses y los 3 años de edad. Excepto en aquellas culturas en las que el consumo de leche se continúa hasta la edad adulta (13).

Aquellas sociedades que desarrollaron tolerancia a la lactosa fue debido al polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) en el gen LCT lo que les proporciona un rasgo conocido como persistencia de la lactasa (LP), esto implica que el gen siga sintetizando la enzima lactasa en el borde del cepillo del intestino delgado en los seres humanos durante la edad adulta. Esta

adaptación genética fue la que permitió el consumo de leche y derivados lácteos en las sociedades agrícolas que producían este alimento y lo consumían sin causarle trastornos intestinales como diarreas osmóticas y flatulencias características de los individuos que padecen intolerancia a la lactosa (14).

La capacidad de digestión de la lactosa en la edad adulta es una de las adaptaciones importantes que se ha producido en el hombre en un espacio de tiempo relativamente corto. Existen estudios que evidencian la pérdida de esta enzima con el crecimiento en los seres humanos en la era del paleolítico, pertenecientes a sociedades principalmente cazadoras y recolectoras (13).

Varios estudios demuestran que la presencia de este polimorfismo de persistencia de la lactasa (LP) se encuentra fundamentalmente en las poblaciones que ocupan las zonas geográficas de Europa (o con descendencia de Europa del norte), África, la península Arábiga y el centro de Asia, las cuales, tras la aparición de la ganadería y la agricultura, periodo en el que comienza el Neolítico, emprendieron una tradición lechera.

Las poblaciones antes mencionadas que se dedicaban a la ganadería comenzaron a incluir en su dieta la leche, fundamentalmente de origen ovino, caprino y bovino. El ordeño de estos animales constituyó una forma de mayor optimización de los recursos de origen animal, puesto que de esta forma conseguían alimento no solo para obtener carne, sino también leche y algunos derivados como el yogur y quesos, los cuales al ser menos perecederos que la leche y más fáciles de transportar, les servía como reserva de alimento en épocas de escasez.

Estudios arqueológicos estudian trazas químicas de productos lácteos fermentados en restos de cerámicas de incluso hace unos 8.000 años. También se han encontrado textos babilónicos y egipcios en los cuales se mostraban recetas para elaborar quesos y leches fermentadas, lo que demuestra el dominio de bacterias lácticas en su procesamiento. Incluso de elaboraciones más complejas de fermentación para la obtención de cerveza y vino.

Este avance contribuyó no solo a una mejor digestión de la lactosa en los inicios de las primeras sociedades ganaderas que consumían lácteos, también permitió conservarlos más tiempo alargando así su vida útil y, junto con la adaptación genética que supuso el polimorfismo LP para su asimilación, se favoreció la adaptación al medio y supervivencia de estas civilizaciones (13).

Por lo tanto, esta mutación se debe a un factor de presión ambiental, la dieta, sobre la selección natural positiva en aquellas sociedades que se dedicaban al pastoreo. En el norte de Europa más del 90% de la población presenta tolerancia a la lactosa, que disminuye conforme nos acercamos a las poblaciones del sur y oriente medio, en las cuales sobre un 50% presentan esta adaptación genética.

Por el contrario existen civilizaciones en el este de Asia como China y Japón, y algunas del África Occidental que presentan el alelo LNP (no persistencia de la lactosa), poblaciones más dedicadas a la agricultura que presentan con mayor frecuencia intolerancia a la lactosa entre sus habitantes (15).

Se han realizado estudios genéticos para comparar entre estas poblaciones la frecuencia con la que aparece el gen asociado con la persistencia de la lactasa según sus hábitos alimenticios con respecto a los lácteos y mostrar evidencias significativas de la selección positiva que sufrió el hombre en según qué regiones dedicadas al pastoreo la cual le permitió el consumo de la leche en la edad adulta.

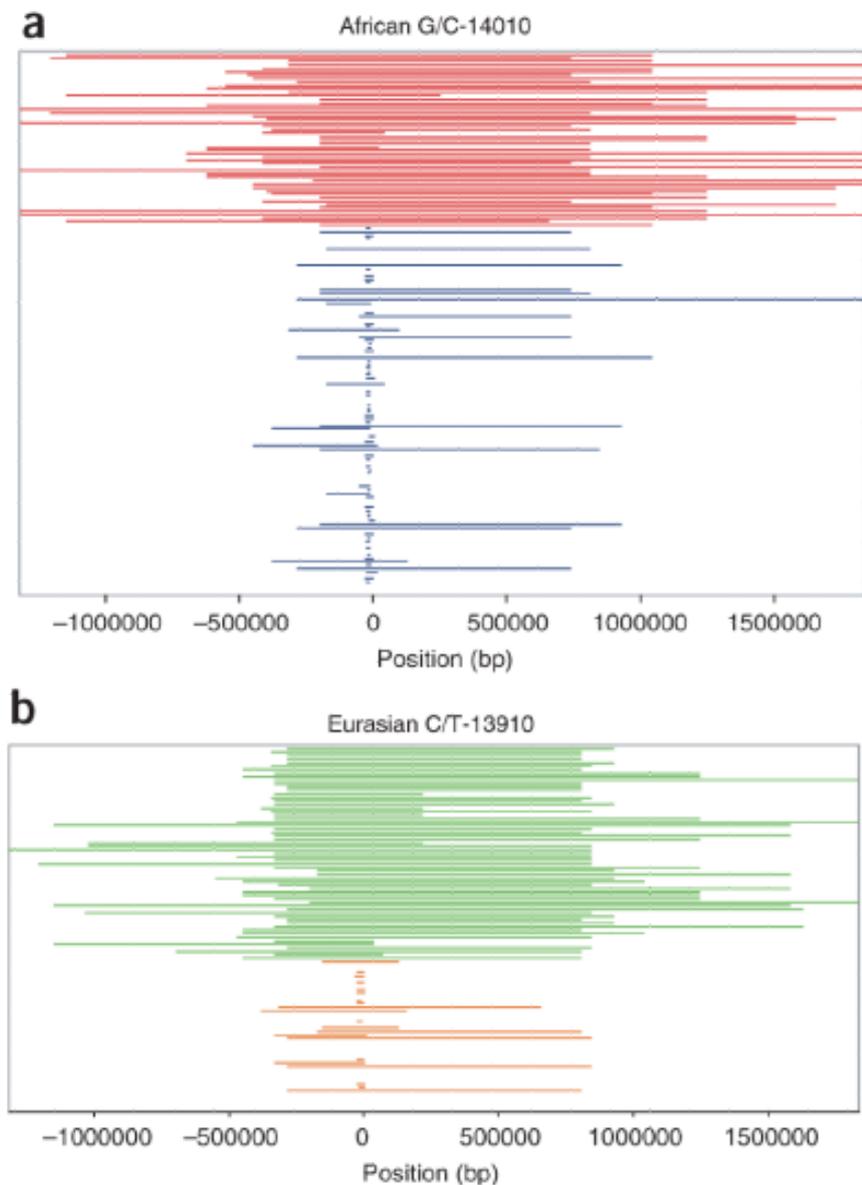


Figura 4. Comparación de los genotipos homocigotos que flanquean los SNPs asociados a la persistencia de la lactasa. (A) En Kenia y Tanzania, C-14010 lactasa persistente (rojo) y G-14010 no persistente (azul). (B) En Europa y Asia, T-13910 lactasa persistente (verde) y C-13910 no persistente (naranja). Fuente: SA Tishkoff, Nat Genet, 2007.

En la Figura 4 se muestra la homocigosidad haplotípica extendida (EHH) con el objetivo de evaluar visualmente las diferencias en el gen de la lactasa, analizando la presencia de los siguientes alelos ancestrales (G/G-14010) y derivados (C/C-14010) en el genotipo africano, en comparación con los alelos asociados a la persistencia ancestral (C/C-13910) y derivados (T/T-13910) de lactasa en poblaciones euroasiáticas (16).

5.3 GENES AHORRADORES DE ENERGÍA:

James Van Gundia Neel fue el primer científico en desarrollar la teoría del genotipo ahorrador en el ser humano en su artículo *Diabetes Mellitus: A "Thrifty" Genotype Rendered Detrimental by "Progress"?* (1962).

En esta teoría proponía que el aumento de enfermedades relacionadas con la resistencia a la insulina y la obesidad como la diabetes en el mundo desarrollado es una respuesta genética normal de nuestro organismo ante un excesivo consumo de alimentos de forma regular, los cuales cada vez son más accesibles, y ante un defecto o reducción de la actividad física. El paleolítico abarcó un gran periodo en la evolución del ser humano, las sociedades que eran cazadoras y recolectoras sufrieron grandes presiones del medio ambiente en el que se encontraban que contribuyeron a la mayoría de las adaptaciones genéticas que favorecieron la selección natural positiva en el hombre (17).

Alguna de estas adaptaciones genéticas permitió al ser humano un mejor metabolismo y conservación de la glucosa en el organismo, también mayor eficacia en el almacenamiento de energía en forma de masa grasa corporal. Estos cambios le permitieron, al Homo del paleolítico, afrontar con más éxito periodos de déficit o escasez de alimentos, así como para recorrer grandes distancias en búsqueda de nuevas fuentes de alimentación, huida de peligros, empujados también por los cambios climáticos o estacionales.

Lo que estos genes a nuestros antepasados les suponían una ventaja para sobrevivir, en el hombre actual se ha convertido en un problema, un desajuste tal vez debido al corto espacio de tiempo transcurrido desde la aparición de la agricultura y la ganadería, y más agravado en la actualidad por nuestros cambios en los hábitos dietéticos y de ejercicio físico.

A este respecto se realizó un estudio donde se analizaron una serie de genes implicados en la regulación de la lipólisis y sus polimorfismos en el ser humano con relación al almacenamiento de grasas y su uso como combustible de energía. Para tratar de explicarlo dentro del marco de la evolución compararon estos genes con la frecuencia y expresión de estos en algunos simios.

Entre estos genes analizados está el gen del receptor adrenérgico beta. El receptor adrenérgico beta 3 (ADRB3) se encuentra en la superficie de las células del tejido graso visceral y grasas pardas, su función es promover la lipólisis y regular la termogénesis al ser estimulado por la noradrenalina ante cambios de temperatura y al consumir alimentos, mientras que el receptor adrenérgico beta 2 (ADRB2) estimula la lipólisis a nivel de las células del tejido adiposo. Por otro lado, el gen PPARG (receptor activado por proliferador de peroxisomas gamma) es el precursor de la diferenciación celular en los adipocitos de pequeño tamaño, estos secretan leptina y/o adiponectina, sustancias que participan en el metabolismo de la glucosa y los ácidos grasos permitiendo la sensibilidad a la glucosa, sin embargo, ante dietas altas en grasa los adipocitos aumentan su tamaño y secretan sustancias como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF α), resistina y ácidos grasos libres que son factores que favorecen la resistencia a la insulina.

Los receptores adrenérgicos (ADRB2 y ADRB3) tienen un papel importante en la lipólisis y en la termogénesis, y sus polimorfismos Glu27 en ADRB2 y Arg64 en ADRB3 tienen un papel importante sobre el desarrollo de la obesidad dependiente o no de la diabetes mellitus de tipo 2 en los humanos modernos. Individuos con el alelo Glu27 tienen una mayor tendencia a aumentar el índice de masa corporal (IMC), la grasa corporal y el tamaño de los adipocitos y a suprimir la oxidación de los lípidos mientras que el alelo Arg64 se asocia con una menor tasa metabólica en reposo. Sin embargo, los individuos con el alelo Gln27 en el receptor ADRB2 y el alelo Trp64 en el ADRB3 se asocian con una actividad lipolítica más alta en comparación con los polimorfismos mencionados anteriormente. Se cree que el aumento de frecuencia en la aparición de estos polimorfismos pudo deberse a la época de la glaciación en la que vivió el Homo erectus, lo que le permitió una mejor regulación de la temperatura corporal y la producción de calor a lo largo de ese periodo.

Por otro lado, el gen PPARG se ha estudiado en ratones a los que se les administró una dieta alta en grasa, observando que aquellos que presentaban el polimorfismo Pro12 acumulaban más grasa y aumentaba el tamaño de sus adipocitos los cuales secretaban sustancias que aumentaban la resistencia a la insulina y, por lo tanto favorecían la diabetes, mientras que los que portaban el polimorfismo Ala12 mostraron una menor actividad transcripcional en los adipocitos, un índice de masa corporal más bajo y mayor sensibilidad a la insulina.

El estudio revisado muestra que los primates ya presentaban este rasgo ahorrador de energía en los genes mencionados y que los seres humanos los hemos heredado y conservado como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: Frecuencias de los aminoácidos de tipo ahorrativo en ADRB2, ADRB3 y PPARG de primates no humanos. Fuente: A Takenaka, PLoS ONE, 2012.

Especies	ADRB2		ADRB2		ADRB3		PPARG	
	n	Frecuencia de Gly16	n	Frecuencia de Glu27	n	Frecuencia de Arg64	n	Frecuencia de Pro12
P. troglodytes	30	1,0	30	1,0	30	1,0	30	1,0
G. gorilla	8	1,0	8	1,0	8	1,0	8	1,0
P. pygmaeus	11	1,0	17	1,0	17	1,0	14	1,0
H. agilis	15	1,0	15	1,0	15	1,0		ND
Macacos	5	1,0	108	1,0	108	1,0	93 ¹	1,0
H. sapiens (África)	226	0,5	120	0,18	49	0,12	53	0,97
H. sapiens (Europa)	140	0,64	140	0,40	48	0,08	26	0,88
H. sapiens (Asia)	508	0,49	508	0,08	642	0,31 ²	50	0,99

Los macacos son: M. mulatta, M. fuscata, ME. fascicularis, M. nemestrina, y M. radiata.

¹ (M. Mulata, M. y M. fascicularis fuscata). ND: No detectado.

² Indios Pima.

Estos genes supusieron un beneficio para la supervivencia del ser humano. Durante un largo periodo de tiempo esta característica les permitió una mayor eficacia en el control y almacenamiento de la grasa como fuente de energía que acumulaban en las épocas de mayor abundancia de alimentos en su organismo, lo que se convierte posteriormente en reservas de energía para afrontar situaciones de escasez de alimentos, cambios extremos de temperatura según las estaciones y la alta actividad física que suponían los desplazamientos, la obtención de estos alimentos, etc (18).

Esto podría arrojar luz a la teoría de J.V Neel expuesta inicialmente en este apartado, una vida cada vez más sedentaria y un consumo de alimentos más abundante, ricos en grasas saturadas y azúcares refinados como la que se vive en los países más desarrollados difiere mucho de la de nuestros ancestros, y lo que suponía una ventaja en la actualidad contribuye a la aparición de enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico.

6. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA SALUD.

Varios autores han demostrado que se ha producido un desequilibrio en la capacidad de metabolizar, absorber y almacenar diversos nutrientes en nuestro organismo. Como se ha argumentado anteriormente, el género Homo ha sufrido la mayoría de las modificaciones genéticas a lo largo de la era del paleolítico, desde hace 2,5 millones de años atrás hasta hace unos 10.000 años, cuando se produjo un cambio importante tanto a nivel nutricional, como social y cultural.

La especie Homo sapiens, la que da lugar al hombre actual, apareció hace unos 200.000 años aproximadamente, en la era del paleolítico donde su principal fuente de alimentación se basaba en la caza, la pesca y la recolección, y en la cual se produjeron la mayoría de las adaptaciones genéticas que permitirían la supervivencia de la especie humana.

Si comparamos los datos de los años aproximados en los que el ser humano ha ido evolucionando podremos hacernos una idea del espacio de tiempo que ocupan ciertos cambios. Por ejemplo, con respecto al periodo del paleolítico (2,5 millones de años) y con el de la aparición de la agricultura y la ganadería (unos 10.000 años), la era del neolítico no llegaría al 0,5% del espacio de tiempo, mientras que si comparamos el periodo de la aparición del Homo sapiens (200.000 años aproximadamente) con la aparición de la agricultura y ganadería, el neolítico ocuparía un 5% del espacio de tiempo en la evolución del ser humano. Y si por último lo comparamos con el periodo transcurrido desde la revolución industrial, donde los cambios dietéticos han evolucionado exponencialmente, hace unos 300 años, este último abarcaría un 0,15% del periodo desde la aparición del Homo sapiens.

De esta manera en la presente revisión se pretende hacer más visible el transcurso del tiempo que ocupan en el ser humano los diferentes periodos que han influido sobre su evolución; la corta duración del periodo de tiempo en el que se han producido los mayores cambios en el hombre, no solo ambientales, sino fundamentalmente dietéticos; y el desajuste que esto puede significar con respecto a la salud, al haber evolucionado más rápido los alimentos y el aporte de nutrientes de estos, que nuestro propio organismo.

En este apartado se hace una revisión de diferentes artículos que muestran cómo estos cambios en los hábitos dietéticos, en tan corto espacio de tiempo, repercuten sobre la salud en el hombre moderno y en las respuestas fisiológicas del metabolismo ante los cambios importantes en la producción de los alimentos.

Estos cambios en la alimentación tienen muchas repercusiones fisiopatológicas que derivan en enfermedades crónicas relacionadas con el síndrome metabólico como: resistencia a

la insulina, diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, obesidad,... fundamentalmente por el aumento del consumo de hidratos de carbono refinados, cambios en el perfil graso de la dieta hacia mayor consumo de grasas saturadas y colesterol, aumento en la ingesta de sal, reducción de fibra como consecuencia de optar cada vez más por platos precocinados, alimentos procesados asociados a los países más desarrollados y que distan mucho de lo que consistía la dieta de cazadores y recolectores de nuestros ancestros.

6.1 DIABETES MELLITUS TIPO2:

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es una enfermedad de tipo metabólico que se caracteriza por la aparición de hiperglucemias crónicas como resultado de una serie de factores ambientales y genéticos, que con frecuencia actúan conjuntamente. La DM2 suele aparecer en la edad adulta debido a defectos en la secreción de insulina en el páncreas o de la acción de la insulina endógena sobre receptores celulares en hígado y músculo esquelético, alteraciones que impiden o dificultan su acción lo que conlleva a la presencia de insulinoresistencia y suele estar asociada a la obesidad abdominal. Este desequilibrio conlleva a una anormalidad en el metabolismo de los hidratos de carbono que conducirá a complicaciones si no es tratada (19).

Esta enfermedad es muy característica de los países del primer mundo, los más industrializados, en los que el consumo de hidratos de carbono refinado como panes, bollería o azúcares añadidos es muy elevado en comparación con otras culturas más limitadas en recursos económicos que consumen alimentos menos procesados y en las que aparece menor prevalencia de esta enfermedad. Por lo que la dieta es un factor ambiental importante en la aparición de la diabetes.

La insulinoresistencia es una causa de esta patología implicada en la hiperglucemia crónica y por lo tanto en el mal manejo de la glucosa en sangre y de su metabolismo. Debido principalmente a la insuficiencia pancreática que produce un déficit de secreción de insulina por agotamiento, o por fallo a nivel de receptores celulares en órganos de almacenamiento de glucosa (21).

Los cambios dietéticos con respecto a la era del paleolítico son notorios, como hemos visto anteriormente, el aporte de hidratos de carbono en la dieta del cazador-recolector venían principalmente de frutas, algunos tubérculos o raíces, verduras silvestres y frutos secos, y no de cereales, leguminosas y azúcares refinados, siendo el consumo de todos estos alimentos mucho mayor durante el paleolítico que en la actualidad, lo que contribuía también a un importante consumo de fibra (6).

Varios estudios demuestran la relación que hay entre el exceso de tejido graso corporal y el aumento de la insulinoresistencia. Sin embargo existe otro vínculo más que es la

sarcopenia, es decir, la pérdida de masa muscular en comparación con nuestros ancestros, dos características que nos diferencian de los homínidos de la era del paleolítico, además de una menor actividad física. Estos parámetros que aparecen alterados en el ser humano moderno, junto con el de la dieta, parecen tener mucha relación con el desequilibrio del metabolismo y utilización de la glucosa y con el desequilibrio de la acción de la insulina endógena (21).

El músculo esquelético estimulado por la insulina, es el órgano con mayor capacidad para extraer glucosa en sangre y almacenarla en el tejido adiposo. Por lo tanto el índice de masa grasa corporal es directamente proporcional al índice de insulinoresistencia e inversamente proporcional al índice de masa muscular, a demás de la actividad física que actualmente está muy por debajo de los niveles de nuestros antepasados.

Sin embargo, algunos estudios proponen como ventaja la insulinoresistencia en nuestros ancestros durante la era del paleolítico, donde el consumo de hidratos de carbono era más bajo que el actual, y en los periodos de escasez de alimentos e inanición. Ante esta situación de ayuno prolongado la insulinoresistencia también se encuentra aumentada proporcionando una ventaja en la supervivencia, de manera que la glucosa que permanece en la sangre está más disponible para tejidos dependientes de glucosa como el cerebro y el corazón, evitando el desgaste del glucógeno almacenado en hígado y músculo esquelético, a la vez que se ejerce menos presión sobre el hígado y el riñón para inducir la proteólisis necesaria para la fabricación de glucosa a partir de aminoácidos, reduciendo también la formación de cuerpos cetónicos y la liberación de glucosa hepática, al evitar la utilización de la glucosa de la sangre por el músculo a corto plazo (20).

6.2 LAS ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES:

Las enfermedades cardiovasculares es un término amplio que abarca problemas del corazón y de los vasos sanguíneos. A menudo estos problemas suelen deberse a la aterosclerosis (cuando la grasa y el colesterol se acumulan en las paredes de vasos sanguíneos como arterias) que a la larga puede conllevar consecuencias más graves. Algunos de los tipos de enfermedad cardiovascular son: cardiopatía coronaria, insuficiencia cardiaca, arritmias, hipertensión arterial o accidente cardiovascular (22). Las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte prematura, especialmente en el mundo desarrollado (23).

Nuestros antepasados vivieron como cazadores y recolectores durante un gran periodo de tiempo, en el cual el consumo consistía en alimentos de origen animal como carne de caza, pescado, órganos internos o médula ósea, pero no lácteos ni aceites refinados.

Estudios de campo realizados a principio y mediados del siglo XX en sociedades de cazadores y recolectores mostraban que estas poblaciones carecían de signos y síntomas

relacionados con las enfermedades cardiovasculares. Aunque los patrones dietéticos de estas sociedades de cazadores-recolectores contemporáneas no sean idénticos a los del paleolítico, pueden dar una idea de cómo estaban compuestas con respecto a la proporción y tipo de alimentos de origen animal mínimamente procesados y vegetales en las sociedades preagrícolas.

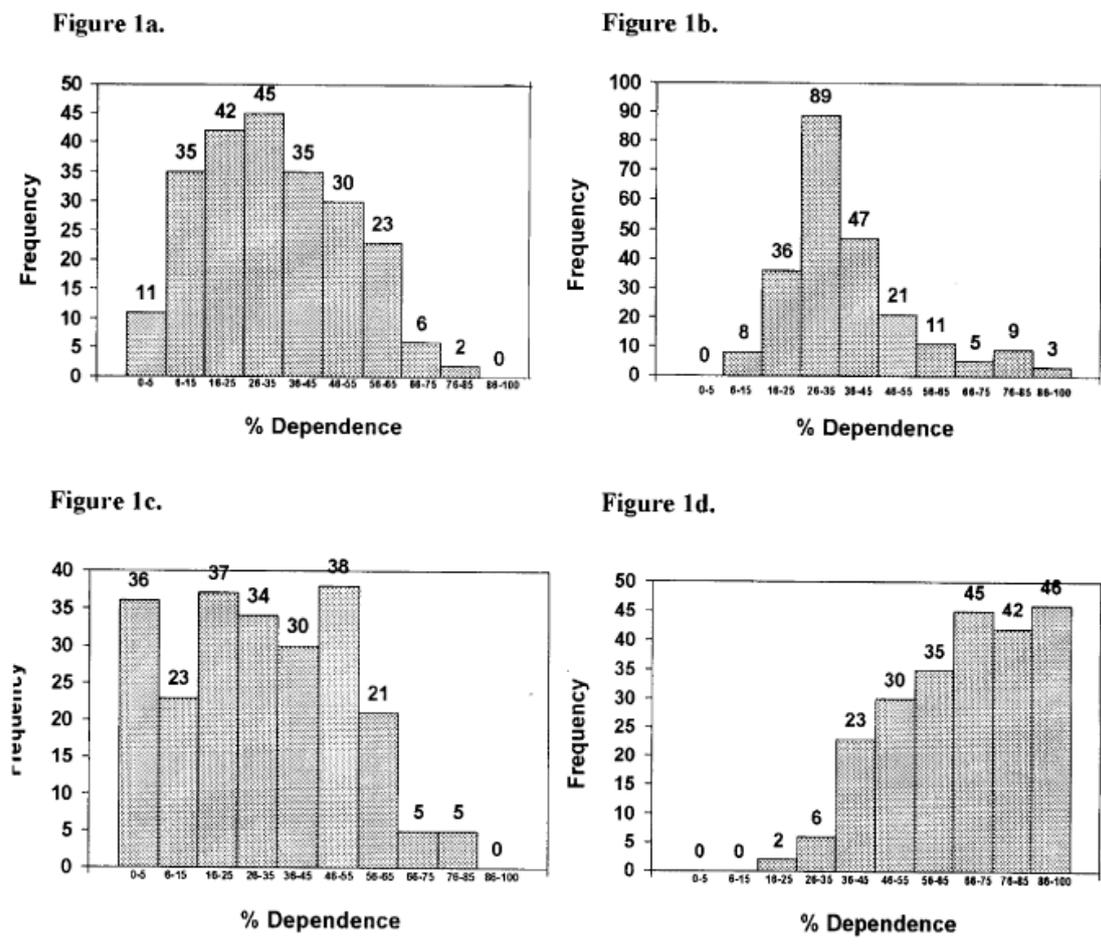


Figura 5. Distribución de frecuencias de la dependencia de subsistencia de (A) alimentos de origen vegetal (mediana 26-35%); (B) alimentos procedentes de animales de caza (mediana 26-35%); (C) alimentos procedentes de la pesca (mediana 26-35%); y (D) alimentos procedentes de la caza + pesca, alimentos de origen animal (mediana 66-75%) en las sociedades de cazadores-recolectores en todo el mundo (n=229). Fuente: L Cordain, Eur J Clin Nutr, 2002.

En un estudio realizado en 229 sociedades de cazadores-recolectores se obtuvo una media de los porcentajes de alimentos de origen animal y vegetal que componían la dieta, obteniendo como resultado que entre un 66-75% del aporte de energía provenía de una fuente de origen animal, incluyendo caza y pesca, y el 26-35% restante estaba compuesta por alimentos de origen vegetal, como se observa en las gráficas (Figura 5).

Al no ser muy preciso este estudio, se realizaron estudios dietéticos cuantitativos en un porcentaje más pequeño de sociedades de cazadores-recolectores de todo el mundo para

profundizar más sobre estos datos, con respecto al aporte de energía proporcionado por alimentos de origen vegetal y animal en las diferentes poblaciones que se representan en la siguiente tabla (Tabla 4).

Tabla 4. Determinación cuantitativa de las proporciones de alimentos de plantas y animales en la dieta del cazador-recolector. Adaptado por Kaplan (2000). Fuente: L Cordain, Eur J Clin Nutr, 2002.

Población	Localización	Latitud	Alimento animal %	Alimento vegetal %
Aborígenes	Australia	12 S	77	23
Ache	Paraguay	25 S	78	22
Anbarra	Australia	12 S	75	25
Efe	África	2 N	44	56
Esquimal	Groenlandia	69 N	96	4
Gwi	África	23 S	26	74
Hadza	África	3 S	48	52
Hwi	Venezuela	6 N	75	25
!Kung	África	20 S	33	67
!Kung	África	20 S	68	32
Nukak	Colombia	2 N	41	59
Nunamiut	Alaska	68 N	99	1
Onge	Islas Andamán	12 N	79	21

Con esta información podemos hacernos una idea del aporte de energía que provenía de alimentos de origen animal en nuestros antepasados y también de la influencia del medio sobre la mayor o menor disposición de alimentos provenientes de la caza y la pesca. Como es el caso de las sociedades más cercanas al polo norte (los Nunamiut de Alaska y los Esquimales de Groenlandia) cuya principal fuente de energía, más del 95%, procede de una fuente animal, mientras que en zonas más tropicales como las africanas, aumenta el porcentaje de alimentos de origen vegetal. También se puede observar la preferencia de alimentos de origen animal en la

dieta en poblaciones de las latitudes más bajas a pesar de tener más disponibilidad de las fuentes de origen vegetal a lo largo de todo el año como fuente de energía.

Puesto que los alimentos de origen animal aportan dos nutrientes importantes a la dieta como son las grasas y las proteínas, revisaremos el aporte de ambos por separado (24).

6.2.1 Grasas de origen animal:

Según los resultados anteriores se observa que el porcentaje de grasa en la dieta de la mayoría de las poblaciones de cazadores y recolectores estaría en torno a un 36-43% de las calorías totales de la ingesta, aunque es superior a las recomendadas, no se aleja mucho de los valores que se consumen en las dietas occidentales actuales. Sin embargo, estudios antropológicos demuestran que a pesar de las características de esta dieta los cazadores-recolectores no muestran signos ni síntomas de enfermedades cardiovasculares.

Un ejemplo son los indígenas Inuits, que se extienden por la región del ártico (Alaska, Canadá y Groenlandia) y otras poblaciones indígenas de la zona, con un alto porcentaje de ingesta de alimentos de origen animal, en las que un estudio verificó con datos clínicos la baja incidencia de enfermedades relacionadas con cardiopatías coronarias. Sin embargo, en sociedades occidentales el alto consumo de alimentos de origen animal está fuertemente relacionado con el aumento de mortalidad por enfermedades cardiovasculares.

En el artículo del que se extraen los resultados anteriores, se estudian los diferentes factores que pueden favorecer la baja tasa de incidencia de enfermedades cardiovasculares en estas culturas y se compara con la dieta occidental en daneses. En la actualidad se conoce la influencia del aporte de la grasa en la dieta sobre los niveles de lípidos en sangre y su relación con el riesgo de padecer enfermedades coronarias. Con respecto a las grasas saturadas y los ácidos grasos trans existe evidencia científica de que son hipercolesterolemiantes, mientras que los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) son hipocolesterolemiantes, y el omega 3 tiene una amplia capacidad protectora cardiovascular al ser capaz de reducir el colesterol total y los triacilglicérols en sangre.

Por lo que la proporción del aporte de los diferentes ácidos grasos en la dieta puede ser determinante sobre la evolución de las enfermedades cardiovasculares como se demuestra en este estudio, en la que se compara el aporte de grasas y su proporción entre una dieta occidental (danesa) con una dieta cazadora-recolectora con un elevado consumo de alimentos de origen animal (Inuit) y su repercusión sobre el perfil lipídico en sangre sobre el colesterol total y los triacilglicérols (TG), como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Características dietéticas y lípidos en la sangre de los esquimales de Groenlandia, adaptado de Bang y Dyerberg (1980). Fuente: L Cordain, Eur J Clin Nutr, 2002.

Variables	Esquimales	Daneses
INGESTA DIETÉTICA		
Proteína (% energía)	26,0	11,0
Grasas (% energía)	37,0	42,0
Carbohidratos	37,0	47,0
Grasas saturadas (% total de grasas)	22,8	52,7
Grasas monoinsaturadas (% total de grasas)	19,2	12,7
PUFA¹ ω 6 (g)	5,4	10,0
PUFA¹ ω 3 (g)	13,7	2,8
VALORES DE LÍPIDOS EN SANGRE		
Colesterol total (mmol/l)	5,33 ± 0,78	6,4 ± 1,00
Triacilglicérols (mmol/l)	0,61 ± 0,44	1,32 ± 0,53

¹PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.

Los estudios de Bang y Dyerberg (1980) destacan que el aumento de la ingesta de ácidos grasos omega 3 en la dieta es factor protector frente a enfermedades cardiovasculares, puesto que su mayor consumo está estrechamente relacionado con la reducción de colesterol VLDL y las concentraciones de TG en plasma, aunque puede deberse en parte al bajo consumo de hidratos de carbono en la dieta de los Inuits y al menor aporte de grasas saturadas en comparación con la dieta de los daneses, los ácidos grasos omega 3 también están implicados en la reducción de los niveles de colesterol LDL, colesterol total sanguíneo y en el aumento de la concentración del colesterol HDL (24).

6.2.2 Proteínas de origen animal:

El estudio establece que el aporte de proteínas en la dieta del cazador-recolector está en torno al 20-35%, muy alto en comparación con las recomendaciones saludables (entorno al 15% del valor calórico total).

Aunque los niveles altos de proteína en la dieta pueden producir problemas de acidosis metabólica, aumento de urea, ácido úrico y ácidos orgánicos entre otros que pueden comprometer la función renal, según este estudio existen evidencias de que una dieta alta en

proteínas puede mejorar el perfil lipídico plasmático y, por lo tanto, reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, además de demostrar que favorecen el manejo de la glucosa en diabéticos tipo 2 al sustituir hidratos de carbono por proteínas en la dieta de forma moderada, obteniendo como resultado una disminución en el colesterol total, colesterol LDL, colesterol VLDL y TG, mientras que el colesterol HDL aumentó (24).

En la sociedad occidental también la dieta alta en proteínas está relacionada con el aumento del riesgo de osteoporosis por el aumento de pérdida de calcio en la orina, aunque yacimientos arqueológicos de poblaciones preagrícolas muestran que los restos fósiles del paleolítico presentaban una mayor robustez ósea y resistencia a las fracturas que en los humanos modernos, atribuida en parte a la mayor actividad física diaria. A pesar de la ausencia del consumo de productos lácteos, debido al consumo de alimentos de origen vegetal fundamentalmente frutas y verduras que aportan una fuente de calcio considerable, y al ser dietas más alcalinas ricas en potasio y bajas en sodio, pueden haber ejercido una influencia positiva que neutralizaba el ácido endógeno derivado de una dieta hiperproteica, reduciendo la excreción renal del calcio.

A pesar de tratarse la dieta del paleolítico de una dieta hiperproteica y rica en grasas, el alto consumo de alimentos de origen vegetal y las diferencias en el perfil graso de los alimentos hacia mayor aporte de ácidos grasos poliinsaturados con una proporción mayor de ácidos omega 3, permitía un equilibrio en la homeostasis del organismo sin producir patologías relacionadas con la alimentación (21, 24).

7. LOS BENEFICIOS DE LA DIETA PALEOLÍTICA EN LA SALUD.

Diferentes estudios han analizado los beneficios sobre la salud en poblaciones expuestas a una dieta de tipo paleolítico en relación con patologías relacionadas con el síndrome metabólico. Se trata de poder tener conclusiones más claras sobre la dieta paleolítica, es decir, si una dieta alta en frutas y verduras, con un consumo de proteína animal tanto de pescado como de carnes y huevos, sin aporte de lácteos, con un mayor consumo de frutos secos en lugar de grasas refinadas y sin la ingesta de cereales, legumbres y azúcares refinados se adaptaría mejor al metabolismo de los nutrientes en el hombre moderno. De esta manera se verificarían las teorías sobre la evolución y las adaptaciones genéticas que tienen influencia sobre los hábitos alimenticios en la época actual y si éste es precisamente el problema de muchas de las patologías relacionadas con la alimentación que se presentan hoy en día.

Como se ha visto a lo largo de este trabajo existen teorías acerca de que una de las causas por las que aumenta este tipo de enfermedades es la falta de adaptación genética. Se han producido cambios importantes en nuestra alimentación desde la aparición de la agricultura, en

la que se comenzó a consumir alimentos a los que nunca antes había estado expuesto el ser humano y más tarde con la revolución industrial, ya que la aparición de nuevas tecnologías y cambios en los sistemas de producción de alimentos para tratar de abastecer a una mayor población, han derivado en un consumo de productos más procesados e incluso modificados genéticamente para optimizar la producción de los recursos, teniendo como resultado una repercusión en la salud.

De estos estudios, el más completo analiza los cambios en diferentes parámetros: niveles de glucosa en sangre, perfil lipídico, hipertensión o pérdida de masa grasa en el hombre moderno, con el objetivo de observar cómo responde nuestro organismo ante la dieta de nuestros ancestros.

7.1 ESTUDIO 1:

El primer estudio revisado “Los efectos favorables del consumo de una dieta de tipo paleolítico sobre las características del síndrome metabólico” realizado por Boers y colaboradores, se centra fundamentalmente en los beneficios de una dieta paleolítica sobre los desequilibrios fisiológicos que derivan en síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades cardiovasculares.

El síndrome metabólico consta de un conjunto de síntomas entre los que se encuentran: resistencia a la insulina, alta glucosa en ayunas, obesidad abdominal, hipertensión arterial, elevados niveles de colesterol total, colesterol LDL y triacilglicéridos y colesterol HDL bajo, que si no se tratan pueden aumentar el riesgo de padecer diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. Los factores que favorecen el síndrome metabólico suelen ser la combinación de hábitos alimenticios poco saludables y un estilo de vida sedentario.

El estudio plantea como medida preventiva para mejorar aquellos parámetros que pueden derivar en enfermedades crónicas, la dieta paleolítica como una opción, puesto que hay estudios que señalan el desajuste producido entre los cambios dietéticos contemporáneos con los de las sociedades del paleolítico sobre el metabolismo básico de los nutrientes y el equilibrio fisiológico en nuestro organismo, y la influencia de la composición de la dieta sobre los trastornos metabólicos.

El objetivo principal del estudio es comparar los beneficios para la salud que supone una dieta del paleolítico frente a una dieta saludable de referencia en individuos que presentan signos de síndrome metabólico, además estudiar las variables de los resultados favorables que la dieta del paleolítico produciría sobre los mecanismos fisiológicos implicados en el desarrollo de diabetes y enfermedades cardiovasculares, y por último obtener más información sobre la viabilidad a tener en cuenta al hacer estudios sobre la dieta paleolítica.

La metodología empleada se basó en reclutar un total de 34 personas, de las cuales 2 no finalizaron el tratamiento, dividir la muestra en dos grupos de forma aleatoria y designar a un grupo una dieta de tipo paleolítica y al otro una dieta sana isocalórica de referencia. Cada individuo debía presentar al menos dos de los siguientes signos del síndrome metabólico: circunferencia de cintura ≥ 102 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres; triacilgliceroles elevados $\geq 1,7$ mmol; colesterol HDL reducido $< 1,0$ mmol en hombres y $< 1,3$ mmol en mujeres; tensión arterial $\geq 130/85$ mmHg; elevada glucosa en plasma en ayunas $\geq 5,6$ mmol/l. Se excluyeron los pacientes que padecían diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial ≥ 180 mmHg, los que consumían medicación hipoglucemiante, embarazo y personas con patologías graves.

La dieta paleolítica se basó en: carne magra, pescado, huevos, frutas, verduras crucíferas y de hoja, tubérculos y frutos secos, excluyendo lácteos, cereales, grasas refinadas, exceso de sal y azúcar. Mientras que la segunda dieta consistía en una dieta saludable de referencia según las directrices del Consejo de Salud holandés.

Las dos dietas fueron isocalóricas, puesto que el objetivo no era conseguir una pérdida de peso, con tres comidas principales (desayuno, almuerzo y cena) y tomas entre horas. En el caso de la dieta paleolítica se permitió el consumo de 2 tazas de café o té negro al día. Se realizó un menú para 7 días que incluía todas las tomas. En la Tabla 6 se muestra el reparto de los nutrientes para cada dieta.

Tabla 6. Composición en nutrientes y calorías de los programas de intervención dietética. Fuente: I Boers, Lipids Health Dis, 2014.

Nutrientes		Dieta paleolítica²		Dieta de referencia²
Energía (Kcal)	VCT¹	2080	VCT	2077
Proteína (g)	24 %	123	17%	91
- Proteína vegetal (g)		22		39
- Proteína animal (g)		101		52
Carbohidratos (g)	32 %	164	50 %	261
- Mono/disacáridos (g)		132		109
Grasas (g)	41 %	94	29 %	68
- Grasas saturadas (g)	10 %	24	9 %	21
- Monoinsaturadas (g)		44		26,5
- Poliinsaturadas (g)		19		14,6
- Acido linoleico (g)		14		11
- EPA (mg)		640		210
- DHA (mg)		950		360
Fibra (g)	3 %	34	2,7%	28
Sodio (mg)		2194		2121
Potasio (mg)		5859		3932

¹VCT: Valor calórico total de la dieta en %.

²Los cálculos se basan en la tabla holandesa Nevo.

Los participantes fueron monitorizados antes de iniciar el estudio y después, controlando su peso, tensión arterial, perímetro de cintura, perfil lipídico en sangre, niveles de glucosa en ayunas y la tolerancia a la glucosa. En la Tabla 7 se muestran los resultados de los diferentes parámetros antes de la intervención y tras dos semanas con las dietas respectivas para cada grupo.

Tabla 7. Resumen de resultados para cada grupo de intervención. Fuente: I Boers, Lipids Health Dis, 2014.

VARIABLES		Dieta paleolítica (n 18) Promedio	Dieta de referencia (n 16) Promedio
ANTROPOMÉTRICAS			
Peso corporal (Kg)	Inicio	98,0	86,0
	Tras 2 semanas	95,3	84,3
IMC¹ (Kg/m²)	Inicio	33,7	29,8
	Tras 2 semanas	32,8	29,7
Circunferencia abdominal (cm)	Inicio	114,7	107,7
	Tras 2 semanas	111,6	104,7
Presión arterial sistólica (mmHg)	Inicio	131	134
	Tras 2 semanas	122	129
Presión arterial diastólica (mmHg)	Inicio	87	86
	Tras 2 semanas	79	83
TOLERANCIA A LA GLUCOSA Y SENSIBILIDAD DE LA INSULINA			
Glucosa en ayunas (mmol/l)	Inicio	6,1	5,8
	Tras 2 semanas	5,7	5,5
Insulina en ayunas (mU/l)	Inicio	11,9	10,2
	Tras 2 semanas	9,2	9,5
HOMA_{IR}²	Inicio	3,3	2,7
	Tras 2 semanas	2,4	2,4
TG : c-HDL (mol/mol)	Inicio	1,7	0,9
	Tras 2 semanas	0,9	1,1
PERFIL LIPÍDICO EN SANGRE			
Colesterol total (mmol/l)	Inicio	5,7	6,1
	Tras 2 semanas	5,0	6,0
c – HDL (mmol/l)	Inicio	1,3	1,6
	Tras 2 semanas	1,3	1,4
c – LDL (mmol/l)	Inicio	3,5	3,9
	Tras 2 semanas	3,2	3,9
TG (mmol/l)	Inicio	1,9	1,3
	Tras 2 semanas	1,0	1,4
C- total: c-HDL (mol/mol)	Inicio	4,6	3,5
	Tras 2 semanas	4,0	4,5

¹IMC: Índice de masa corporal.

²HOMA: (homoeostasis model assessment), método utilizado para medir la inuslinorresistencia y el porcentaje de células β (beta) funcionales (26).

Por último, en la Tabla 8 se pueden observar las diferencias entre ambas intervenciones, en la dieta del paleolítico las diferencias son mayores en comparación con la dieta saludable de referencia.

Tabla 8. Diferencias entre el valor inicial y después de la intervención para ambos grupos. Fuente: I Boers, Lipids Health Dis, 2014.

Variables	Total de la muestra (n 34) Promedio	Dieta paleolítica (n 18) Promedio	Dieta de referencia (n 16) Promedio
ANTROPOMÉTRICAS			
Circunferencia abdominal (cm)	- 3,2	- 3,1	- 3,3
Presión arterial sistólica (mmHg)	- 6,6	- 8,5	- 4,2
Presión arterial diastólica (mmHg)	- 6,0	- 8,0	- 3,5
TOLERANCIA A LA GLUCOSA Y SENSIBILIDAD DE LA INSULINA			
Glucosa en ayunas (mmol/l)	- 0,4	- 0,4	- 0,4
Insulina en ayunas (mU/l)	- 2,1	- 2,7	- 1,4
HOMA_{IR}¹	- 0,7	- 0,9	- 0,5
TG : c-HDL (mol/mol)	- 0,4	- 0,8	- 0,2
PERFIL LIPÍDICO EN SANGRE			
Colesterol total (mmol/l)	- 0,6	- 0,7	- 0,4
c – HDL (mmol/l)	- 0,1	- 0,0	- 0,2
c – LDL (mmol/l)	- 0,2	- 0,3	- 0,2
TG (mmol/l)	- 0,1	- 0,9	- 0,1
C- total: c-HDL (mol/mol)	0,1	- 0,5	0,9

¹ HOMA: (homoeostasis model assessment), método utilizado para medir la inuslinorresistencia y el porcentaje de células β (beta) funcionales (26).

Los autores destacan en las conclusiones del trabajo que una dieta paleolítica proporciona efectos positivos sobre los signos del síndrome metabólico que conllevan mayor riesgo de padecer enfermedades degenerativas, y estos son superiores a los beneficios de una dieta de referencia saludable, que también los aporta. En la mayoría de los factores de riesgo en la dieta del paleolítico se puede ver que se produce mayor diferencia en la mejora de los parámetros alterados frente a una dieta saludable actual tras un periodo de dos semanas (25).

7.2 OTROS ESTUDIOS:

Para el presente trabajo se han revisado otros dos estudios piloto en los que se aplica una dieta paleolítica para mostrar sus beneficios. Aunque con muestras poblacionales más pequeñas, los resultados de ambos estudios se asemejan al expuesto anteriormente, por lo que se comentarán brevemente.

7.2.1 Estudio 2:

En el siguiente estudio científico sus autores pretenden comparar los beneficios de una dieta paleolítica frente a una dieta específica para diabéticos. Tras haber revisado diferentes estudios en los que se examina la influencia de una dieta paleolítica sobre los factores de riesgo para enfermedades cardiovasculares, insulinoresistencia y diabetes, deciden realizar un estudio comparativo de los efectos beneficiosos de estas dos dietas saludables con personas que padecen diabetes mellitus tipo 2.

La muestra poblacional para realizar el estudio fue reclutada a través de 3 unidades de atención primaria en la zona de Lund, en Suecia. Se seleccionaron 17 pacientes diabéticos sin tratamiento con insulina aunque fueron 13 los que completaron la intervención a lo largo de un periodo de 12 semanas. El reparto de la dieta fue de forma aleatoria, a 7 individuos se le aplicó una dieta paleolítica y a otros 6 una dieta específica para diabéticos, con sus correspondientes indicaciones. Durante el estudio se permitió el consumo de los siguientes fármacos: antidiabéticos orales, estatinas (reducen el colesterol) y antihipertensivos, y todas las variables fueron monitorizadas antes y después de la intervención.

En la Tabla 9 se muestra un resumen de los resultados de los diferentes parámetros que afectan al factor de riesgo cardiovascular en diabéticos y cómo evolucionan ante las dos dietas antes mencionadas.

Tabla 9. Factores de riesgo para enfermedad cardiovascular, diferencias entre ambas dietas. Fuente: T Jönsson, Cardiovasc Diabetol, 2009.

Variables	Dieta paleolítica		Dieta diabética	
	Inicio	Tras 12 semanas	Inicio	Tras 12 semanas
HbA1	6,2	5,5	6,9	5,9
Colesterol total (mmol/l)	4,2	4,3	4,7	4,5
LDL³ (mmol/l)	2,7	2,7	3,0	2,8
HDL³ (mmol/l)	1,28	1,34	1,28	1,26
TG³ (mmol/l)	1,4	1,0	1,7	1,5
IMC³ (Kg/m²)	28	28	32	29
Cintura (cm)	97	94	109	98
PAS² (mmHg)	156	140	144	149
PAD² (mmHg)	83	79	84	83
HOMA¹_{IR}	2,4	1,4	1,6	1,4

¹HOMA: (homoeostasis model assessment), método utilizado para medir la inusulinorresistencia y el porcentaje de células β (beta) funcionales (26).

²PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica.

³LDL: colesterol LDL, HDL: colesterol HDL, TG: triacilglicerolos, IMC: índice de masa corporal.

Los resultados demuestran que los pacientes del grupo de la dieta del paleolítico muestran mejores medias en los resultados de los parámetros asociados al riesgo cardiovascular de partida. Aunque no hay grandes diferencias entre las dos dietas, ambas mejoran en la disminución en el índice de masa corporal (IMC), el perímetro de la cintura, niveles de TG, niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1) y en el aumento del colesterol HDL. Mientras que en la media del colesterol total se observa un ligero aumento en los pacientes con dieta del paleolítico y mayor tensión arterial sistólica (PAS) en el grupo de dieta para diabéticos.

Los pacientes del grupo de la dieta del paleolítico muestran mejores resultados en comparación con el grupo control en la mayoría de las variables al finalizar la intervención. Los autores destacan en las conclusiones que una dieta del paleolítico tiene mayor efecto sobre la mejora de la sensibilidad a la insulina, como se puede observar en la tabla el índice HOMA_{IR} utilizado para medir la inusulinorresistencia (27).

7.2.2 Estudio 3:

Este estudio realizado en San Francisco, Estados Unidos, reclutó una muestra de 9 individuos sanos, sin obesidad y que realizasen una actividad física mínima. Tras hacer una reflexión sobre el estilo de vida estadounidense, los hábitos alimenticios y su creciente repercusión sobre la salud, buscan mostrar los beneficios de una dieta paleolítica frente a la dieta americana sobre diferentes factores analizando variables fisiológicas como la insulinoresistencia, la tolerancia a la glucosa, el perfil lipídico en sangre, la presión arterial, la reactividad vascular y la tasa de excreción de electrolitos.

Tabla 10. Efecto de la dieta paleolítica en las variables metabólicas. Fuente: LA Frassetto, Eur J Clin Nutr, 2009.

Variables	Dieta normal	Dieta paleolítica	Diferencia (%)
PERFIL LIPÍDICO			
Colesterol total (mmol/l)	4,7	4,0	- 16
HDL³ (mmol/l)	1,3	1,3	+ 4
LDL³ (mmol/l)	3,0	2,3	- 22
VLDL³ (mmol/l)	0,4	0,3	- 35
TG³ (mmol/l)	0,9	0,6	- 35
INSULINA Y GLUCOSA EN AYUNAS			
Insulina	69	21	- 68
Glucosa	18	17	- 5
HOMA¹	3,2	1,0	- 72
Presión arterial			
PAS² (mmHg)	116	- 2,6	
PAD² (mmHg)	71	- 3,4	

¹HOMA: (homoeostasis model assessment), método utilizado para medir la insulinoresistencia y el porcentaje de células β (beta) funcionales (26).

²PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica.

³HDL: colesterol HDL, LDL: colesterol LDL, VLDL: colesterol VLDL, TG: triacilgliceroles.

La dieta paleolítica se aplicó a todos los participantes del estudio, tras hacerles una entrevista, se adaptó a sus gustos y gasto energético según sexo, edad y actividad física, con el objetivo de evitar la pérdida de peso. Esta dieta se repartía entre los pacientes desde el centro de investigación en tres comida principales y tres meriendas que se administraban ya preparadas. Para que hubiese una correcta adaptación a la dieta paleolítica, por su alto contenido en fibra y en potasio, ésta se administró de forma progresiva a lo largo de la primera semana para acostumbrar al sistema digestivo.

En la Tabla 10 se muestran los resultados de la intervención tras 17 días con una dieta paleolítica, donde se podrán observar las diferencias de los parámetros relacionados con el perfil lipídico, la tolerancia a la glucosa y la tensión arterial entre ambas dietas. Como se puede observar en la tabla, todos los parámetros relacionados con enfermedades de tipo metabólico mejoran frente a una dieta de tipo paleolítico, tanto los relacionados con el perfil lipídico involucrados en las enfermedades cardiovasculares, la sensibilidad a la insulina que puede derivar en diabetes mellitus tipo 2, como la presión arterial relacionada con la hipertensión.

Esta revisión de los tres estudios coincide en que una dieta paleolítica actúa positivamente sobre los factores de riesgo que generan fundamentalmente enfermedades cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2, y que están muy ligadas a los hábitos alimenticios. El éxito de este tipo de dieta radica por un lado en el alto consumo de frutas, frutos secos y verduras que proporciona la única fuente de hidratos de carbono junto con un alto contenido en fibra que permite controlar mejor el índice glucémico tras la ingesta importante en la prevención de la diabetes, además de minerales, vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados esenciales como el oleico y el omega 3, importante por ser factor protector de enfermedades cardiovasculares; por otro lado las carnes magras, huevos y pescados proporcionan proteína de origen animal pero con un menor contenido de grasas saturadas, nutriente que junto con el colesterol son los que están más relacionados con el aumento de problemas coronarios (28).

Por este motivo es importante realizar estos tipos de estudios, para comprender mejor el funcionamiento de los mecanismos fisiológicos en nuestro organismo teniendo presente el marco evolutivo de nuestra especie, con el objetivo de adaptar nuestra dieta de la manera más óptima a nuestras necesidades metabólicas en la era actual.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN:

El acto de alimentarse es imprescindible para la supervivencia de todo ser vivo, en este trabajo se muestra la importancia que tiene en el ser humano como factor ambiental más influyente en la evolución de nuestro linaje. Los cambios climáticos que modificaron el medio ambiente de los primeros homínidos fueron claves para el comienzo de las migraciones por el continente africano y posteriormente su expansión por el resto del planeta, lo cual también supuso un cambio en los hábitos alimenticios.

Numerosos estudios antropológicos muestran que los cambios morfológicos como el bipedismo y la locomoción, y el desarrollo de herramientas y armas, han ido acompañados de cambios en el tipo de alimentación. Además del progreso en las relaciones sociales, el perfeccionamiento de la caza y la recolección permitieron un abastecimiento más óptimo de los recursos alimenticios, esto fue fundamental para el desarrollo y crecimiento, tanto físico como craneal, de las nuevas generaciones del género Homo en la era del paleolítico.

Como se ha visto en los diversos artículos originales y revisiones científicas recopilados, el tipo de dieta del paleolítico fue la que acompañó al ser humano durante el mayor periodo de su evolución, la cual estaba compuesta principalmente de frutas frescas, frutos secos, verduras silvestres, carnes magras, pescado, huevos y algo de miel, mientras que en un corto periodo de tiempo cambió la forma de alimentarse al descubrir la agricultura y la ganadería y más aún tras la revolución industrial, aumentando el consumo de cereales, azúcares refinados y grasas saturadas. Estos cambios en la alimentación no concuerdan con el ritmo de la evolución, lo que produce trastornos a nivel metabólico de los nutrientes, que se traducen en enfermedades crónicas que aumentan cada vez más en el mundo desarrollado como es la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares.

Existe una fuerte correlación entre la aparición de las enfermedades relacionadas con el síndrome metabólico con el exceso de consumo de hidratos de carbono refinados y grasas saturadas, junto con un estilo de vida cada vez más sedentario. Por lo tanto, la alimentación se puede considerar un factor ambiental importante que condiciona nuestra salud.

En la dieta paleolítica la proporción del aporte de nutrientes es diferente a la dieta actual, los hidratos de carbono se encuentran por debajo de lo recomendado, presenta un alto contenido en fibra y el aporte de azúcares también es menor debido al mayor consumo de frutas y hortalizas en lugar de cereales, derivados y azúcares añadidos, alimentos que están muy relacionados con el riesgo de padecer diabetes tipo 2; respecto al aporte de grasas es similar en

ambas dietas aunque hay diferencias en el perfil lipídico como es el caso de los ácidos grasos mono y poliinsaturados, los cuales se encuentran aumentados en la dieta ancestral, en especial el omega 3 aportado por el mayor consumo de pescado y frutos secos, del que se ha demostrado con evidencia científica que tiene propiedades protectoras frente a enfermedades cardiovasculares; por último, el aporte de potasio es mayor en la dieta del paleolítico y menor el de sodio, minerales implicados en la aparición de hipertensión arterial.

La evolución del ser humano ha sido un proceso lento en el que las mutaciones producidas a lo largo de cientos de generaciones que han sido beneficiosas para su supervivencia son las que se han transmitido a los descendientes mediante la selección natural. El tipo de dieta también ha influido en la evolución de nuestra especie como se puede observar en los estudios revisados, con el mayor aporte de hidratos de carbono en la dieta a partir de la aparición de la agricultura se observa una mayor expresión del gen que codifica la amilasa por un polimorfismo que permite secretar mayor concentración de esta enzima para la digestión de los hidratos; por otro lado, el polimorfismo presente en el gen que codifica la lactasa, enzima que permite el consumo de lácteos y derivados en la edad adulta, tras la aparición de la ganadería; y por último, genes implicados en el ahorro de energía, los cuales optimizan el uso de las grasas ante periodos de escasez de alimentos en nuestros ancestros y que en la actualidad nos resultan perjudiciales por la sobrealimentación.

Lo que demuestra que nuestro organismo no está del todo adaptado al patrón alimenticio actual, produciéndose numerosas enfermedades que podrían prevenirse o incluso tratarse con un cambio de hábitos dietéticos y estilo de vida menos sedentario.

En la revisión de los tres estudios incluidos en este trabajo en los que se implanta una dieta paleolítica a varios individuos para comprobar su influencia frente a una dieta occidental equilibrada, se observa en todos ellos una mejora en aquellos parámetros relacionados con el síndrome metabólico, como el mejor manejo de la glucemia, una bajada en los niveles de hipertensión y un perfil lipídico sanguíneo más saludable. Incluso en el estudio en el que se compara la dieta de tipo paleolítico con una dieta específica para diabéticos, con la dieta ancestral se obtiene mayor eficacia para controlar la diabetes mellitus tipo 2.

No obstante, se necesitarían realizar más estudios antropológicos para estudiar las características de la dieta paleolítica e intervenciones con mayor muestra poblacional para obtener mayor evidencia científica sobre los efectos de una dieta paleolítica sobre la salud en la sociedad actual.

Sin embargo, en base a los datos obtenidos, una dieta paleolítica adaptada es una buena opción por estar mejor adaptada a las necesidades nutricionales de nuestro organismo para prevenir el desarrollo de enfermedades relacionadas con la alimentación en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Verginelli F, Aru F, Battista P, Mariani-Costantini R. Nutrigenetics in the light of human. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2009; 2:91–102.
2. Turner BL, Thompson AL. Beyond the paleolithic prescription: incorporating diversity and flexibility in the study of human diet evolution. *Nutr Rev.* 2013 August; 71(8): 501–510.
3. Milton K. The Critical Role Played by Animal Source Foods in Human (Homo) Evolution. *J. Nutr.* 2003; 133: 3886S–3892S.
4. Sayers K, Lovejoy CO. Blood, bulbs, and bunodonts: on evolutionary ecology and the diets of ardiopithecus, australopithecus, and early Homo. *Q Rev Biol.* 2014 December; 89(4): 319–357.
5. Logan AC, Katzman MA, Balnzá-Martinez V. Natural environments, ancestral diets, and microbial ecology: is there a modern “paleo-deficit disorder”? Part I. *Journal of Physiological Anthropology* 2015; 34:1.
6. Klonoff DC. The Beneficial Effects of a Paleolithic Diet on Type 2 Diabetes and Other Risk Factors for Cardiovascular Disease. *J Diabetes Sci Technol* 2009; 3 (6):1229-1232.
7. Eaton SB, Konner MJ, Cordain L. Diet-dependent acid load, Paleolithic nutrition, and evolutionary health promotion. *Am J Clin Nutr* 2010; 91:295–7.
8. Perry GH, Dominy NJ, Claw KG, Lee AS, Fiegler H, Redon R, et al. Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation. *Nat Genet.* 2007 October; 39(10): 1256–1260.
9. Mandel AL, Peyrot des Gachons C, Plank KL, Alarcon S, Breslin PAS. Individual Differences in AMY1 Gene Copy Number, Salivary a-Amylase Levels, and the Perception of Oral Starch. *PLoS ONE* 2010; 5(10): e13352. doi:10.1371/journal.pone.0013352.
10. Pruimboom L, Fox T, Muskiet FAJ. Lactase persistence and augmented salivary alpha-amylase gene copy numbers might have been selected by the combined toxic effects of gluten and (food born) pathogens. *Medical Hypotheses* 2014; 82: 326–334.
11. Mandel AL, Breslin PAS. High Endogenous Salivary Amylase Activity Is Associated with Improved Glycemic Homeostasis following Starch Ingestion in Adults. *J. Nutr.* 2012; 142: 853–858.
12. Nakajima N. Low serum amylase and obesity, diabetes and metabolic syndrome: A novel interpretation. *World J Diabetes* 2016 March 25; 7(6): 112-121.
13. Brüssow H. Nutrition, population growth and disease: a short history of lactose. *Environ Microbiol.* 2013 Aug; 15 (8): 2154-2161.
14. Ranciaro A, Campbell MC, Hirbo JB, Ko W-Ý, Froment A, Anagnostou P, et al. Genetic Origins of Lactase Persistence and the Spread of Pastoralism in Africa. *The American Journal of Human Genetics* 2014 April 3; 94, 496–510.
15. Witas HW, Płoszaj T, Jędrychowska-Dańska K, Witas PJ, Masłowska A, Jerszyńska B, et al. Hunting for the LCT-13910_T Allele between the Middle Neolithic and the Middle Ages Suggests Its Absence in Dairying LBK People Entering the Kuyavia Region in the 8th Millennium BP. *PLoS ONE* 2015; 10(4): e0122384. doi:10.1371/journal.pone.0122384.
16. Tishkoff SA, Reed FA, Ranciaro A, Voight BF, Babbitt CC, Silverman JS, et al. Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe. *Nat Genet.* 2007 January; 39(1): 31–40.

17. Neel JV. Diabetes Mellitus: A "Thrifty" Genotype Rendered Detrimental by "Progress"?. *Am J Human Genet* 1962, 14:353-362.
18. Takenaka A, Nakamura S, Mitsunaga F, Inoue-Murayama M, Udono T, Suryobroto B. Human-Specific SNP in Obesity Genes, Adrenergic Receptor Beta2 (ADRB2), Beta3 (ADRB3), and PPAR c2 (PPARG), during Primate Evolution. *PLoS ONE* 2012; 7(8): e43461. doi:10.1371/journal.pone.0043461.
19. MedlinePlus. medlineplus.gov [portal en internet]. [actualizado 23 agosto 2016]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000313.htm>
20. Satnard SR, Johnson NA. Insulin resistance and elevated triglyceride in muscle: more important for survival than "thitfy" genes? *J Physiol* 2003; 554.3 pp 695-607.
21. Eaton SB. Paleolithic vs. moderns diets – selected pathophysiological implications. *Eur J Nutr* 2000; 39: 67-70.
22. MedlinePlus. medlineplus.gov [portal en internet]. [actualizado 23 agosto 2016]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000759.htm>
23. Organización Mundial de la Salud. who.int [portal en internet]. Disponible en: http://www.who.int/cardiovascular_diseases/about_cvd/es/
24. Cordain L, Eaton SB, Brand Miller J, Mann N, Hill K. The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *European Journal of Clinical Nutrition* 2002; 56, Suppl 1, S42 – S52.
25. Boers I, Muskiet FAJ, Berkelaar E, Schut E, Penders R, Hoenderdos K, et al. Favourable effects of consuming a Palaeolithic type diet on characteristics of the metabolic syndrome: a randomized controlled pilot-study. *Lipids in Health and Disease* 2014, 13:160.
26. Ascaso JF, Romero P, Real JT, Priego A, Valdecabres C, Carmena R. Cuantificación de insulinorresistencia con los valores de insulina basal e índice HOMA en una población no diabética. *Med Clin (Barc)* 2001; 117: 530-533.
27. Jönsson T, Granfeldt Y, Åhrén B, Branell U-C, Pålsson G, Hansson A, et al. Beneficial effects of a Paleolithic diet on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a randomized cross-over pilot study. *Cardiovascular Diabetology* 2009; 8:35 doi: 10.1186/1475-2840-8-35.
28. Frassetto LA, Schloetter M, Mietus-Synder M, Morris Jr RC, Sebastian A. Metabolic and physiologic improvements from consuming a paleolithic, hunter-gatherer type diet. *European Journal of Clinical Nutrition* 2009; 63, 947–955.