



## REVISION

# Influencia de la alimentación sobre los reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales y su relación con la obesidad

## *Influence of feeding on neuroendocrine and gastrointestinal regulators and their relationship with obesity*

Francisco Fuerte-Oceja

*Departamento de Ciencias de la Salud, de la Universidad Europea del Atlántico, Santander, Cantabria. España*

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [kikofuerte3@gmail.com](mailto:kikofuerte3@gmail.com) (Francisco Fuerte-Oceja).

Recibido el 22 de noviembre de 2018; aceptado el 7 de febrero de 2019.

### Como citar este artículo:

Fuerte-Oceja F. Influencia de la alimentación sobre los reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales y su relación con la obesidad. JONNPR. 2019;4(3):335-60. DOI: 10.19230/jonnpr.2879

### How to cite this paper (Provisional):

Fuerte-Oceja F. Influence of feeding on neuroendocrine and gastrointestinal regulators and their relationship with obesity. JONNPR. 2019;4(3):335-60. DOI: 10.19230/jonnpr.2879



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License  
La revista no cobra tasas por el envío de trabajos, ni tampoco cuotas por la publicación de sus artículos.

## Resumen

Se analizan diferentes alimentos y nutrientes y su capacidad para desencadenar la formación de estas señales, determinando así que alimentos son más interesantes a la hora de tratar la obesidad por su efecto anoréxico y su implicación a nivel hormonal en el individuo que padece de esta patología.

**Objetivo.** Analizar la regulación neuroendocrina de la saciedad y como la ingesta de determinados alimentos pueden desencadenar procesos anoréxicos y con ello la disminución de la ingesta.

**Configuración y Diseño.** Se trata de un trabajo que se caracteriza por ser una revisión bibliográfica.

**Materiales y Métodos.** Se ha realizado una exhaustiva búsqueda bibliográfica en varias bases de datos, donde debemos destacar la búsqueda en Pubmed (con 51 artículos obtenidos), Dialnet (1 artículo) y Google Académico (6 artículos), de donde se han seleccionado una serie de estudios con una antigüedad máxima de 10 años que han permitido desarrollar el presente trabajo, el cual se ha desarrollado a lo largo de los meses desde febrero hasta junio de 2018.

**Conclusiones.** El consumo de una dieta rica en alimentos proteicos y alimentos con un índice glucémico bajo, además de alimentos con una composición sólida o semi-sólida y una textura dura o crujiente son



capaces de estimular un mayor efecto anorexígeno el cual pueda producir un proceso positivo sobre la obesidad permitiendo la pérdida de peso de estos pacientes.

### Palabras clave

*Tratamiento obesidad; Regulación neuroendocrina; Regulación gastrointestinal; Apetito; Regulación ingesta*

### Abstract

Different foods and nutrients are analyzed and their ability to trigger the formation of these signals, thus determining that food is more interesting when it comes to treating obesity by its anorectic effect and its involvement at the hormonal level in the individual who suffers from this pathology.

**Aims.** Analyze the Neuroendocrine regulation of satiety and how the intake of certain foods can trigger anorectics processes and thus the decrease in intake.

**Settings and Design.** This is a work that is characterized as a bibliographical review.

**Methods and Material.** An exhaustive bibliographic search has been carried out in several databases, where we must highlight the search in Pubmed (with 51 articles obtained), Dialnet (1 article) and Google academic (6 articles), from where a series of studies have been selected with a Maximum age of 10 years that have allowed the development of this work, which has been developed over the months from February to June 2018.

**Conclusions.** The consumption of a diet rich in protein foods and foods with a low glycemic index, in addition to foods with a solid or semi-solid composition and a hard or crunchy texture are able to stimulate a greater anorectic effect which can produce a process Positive about obesity by allowing the weight loss of these patients.

### Keywords

*Obesity treatment; Neuroendocrine regulation; Gastrointestinal regulation; Appetite; Intake regulation*

## Contribución a la literatura científica

Este trabajo tiene como finalidad el aporte al mundo científico de una visión global y completa de todo el proceso sacietógeno de manera ordenada explicando cada etapa de este y todas las señales que actúan en cada una de estas etapas.

El interés de realizar este trabajo viene inducido de la incapacidad de encontrar un trabajo completo de esta índole a nivel científico que permita a los lectores tener más claro todo este proceso y tener un artículo que recoja todo el proceso con todos los aspectos a tener en cuenta de este, sin necesidad de realizar una gran búsqueda en internet, ya que, en este, únicamente se encuentran artículos, estudios o libros centrados en diferentes etapas o, más específicos, centrados en diferentes señales u hormonas anorexígenas, pero hasta ahora no existía ninguno que abordase todo el proceso de una manera tan completa.

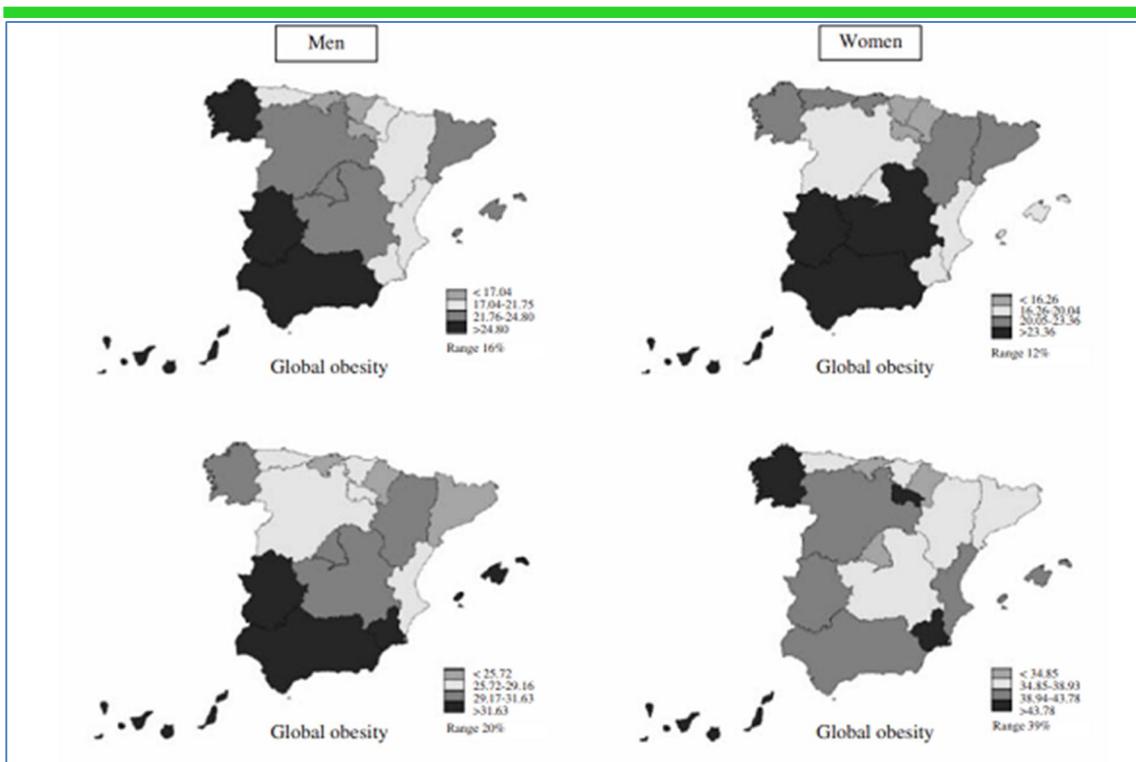


## Introducción

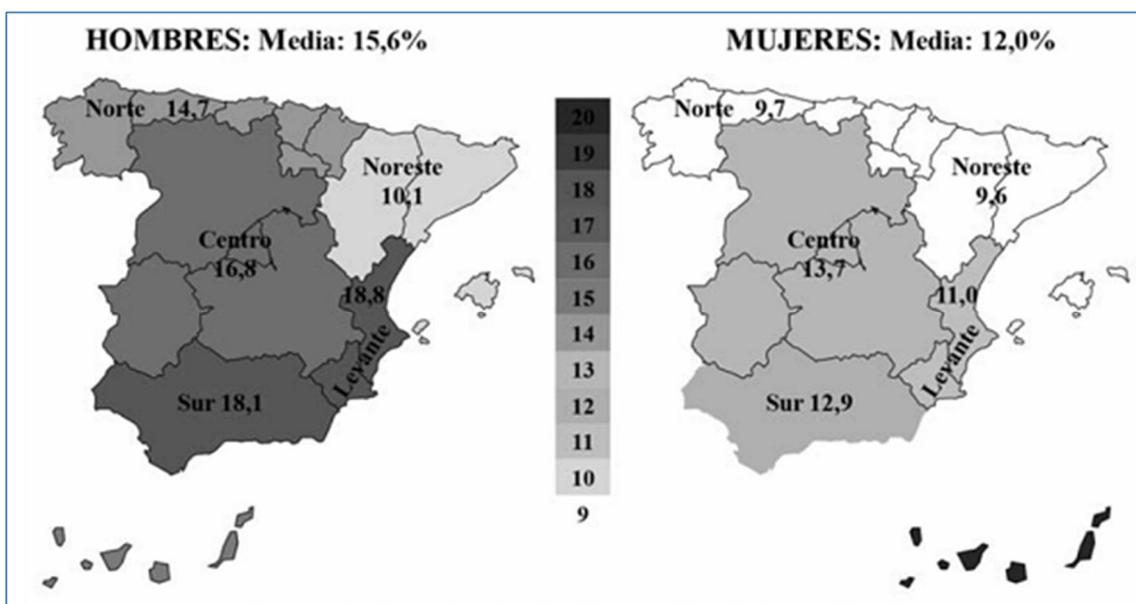
La obesidad es considerada como una de las epidemias del siglo XXI con mayor riesgo de defunción a nivel europeo y mundial<sup>(1)</sup> (Tabla 1). Esta obesidad en la sociedad actual, ha sufrido un aumento descontrolado, lo que ha producido que se considere a la obesidad como una epidemia global que constituye un importante problema de salud pública en los países desarrollados e incluso también en los países en vías de desarrollo. Por tanto, esta epidemia de obesidad actual afecta a toda la población, pero en especial a niños y adolescentes, en los que las tasas de incremento de la prevalencia son superiores a las de los adultos<sup>(2)</sup> (Figura 1, Figura 2).

**Tabla 1.** Clasificación del sobrepeso y obesidad por la SEEDO<sup>(11)</sup>.

<b>Grados de obesidad</b>	<b>Prevalencia (%)</b>	<b>Intervalo confianza 95%</b>
<b>Total</b>	<b>15,56</b>	<b>15,3-15,90</b>
IMC 30-34	12,92	12,68-13,17
IMC 35-39	2,01	1,90-2,12
IMC ≥ 40	0,63	0,59-0,67
<b>Hombres</b>	<b>13,27</b>	<b>12,83-13,72</b>
IMC 30-34	12,18	11,84-12,52
IMC 35-39	0,79	0,66-0,95
IMC ≥ 40	0,30	0,24-0,38
<b>Mujeres</b>	<b>17,56</b>	<b>17,08-18,05</b>
IMC 30-34	13,57	13,23-13,93
IMC 35-39	3,07	2,90-3,24
IMC ≥ 40	0,92	0,86-0,98



**Figura 1.** Prevalencia por edad de obesidad en cada comunidad autónoma <sup>(3)</sup>.

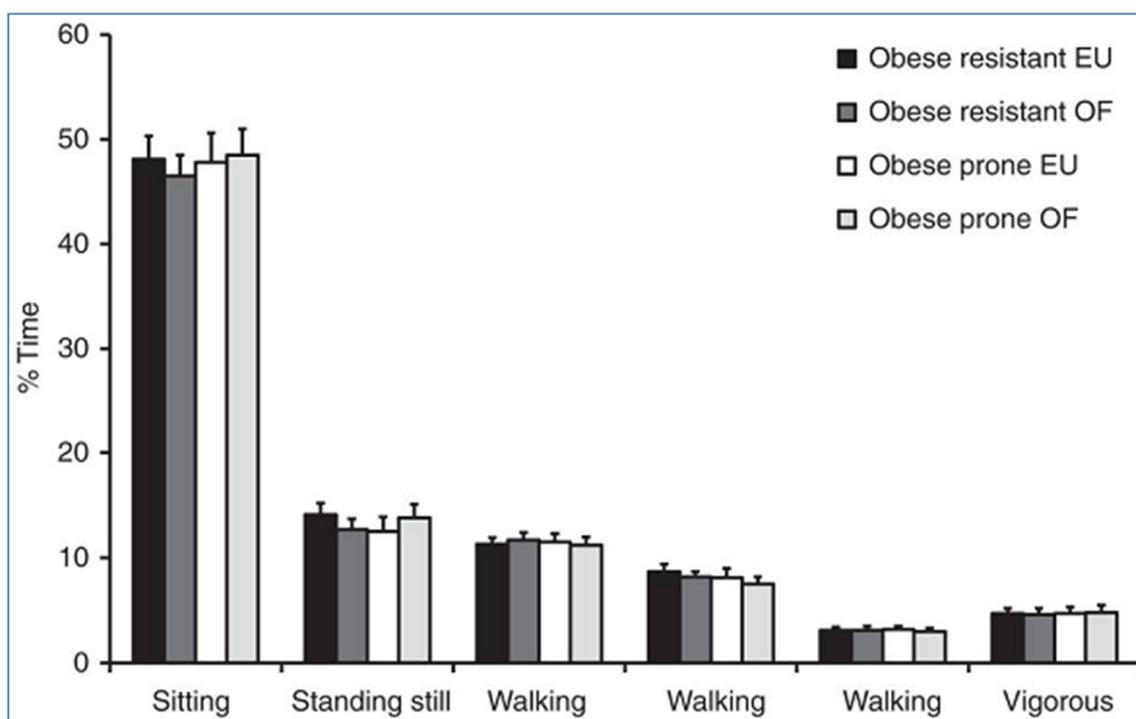


**Figura 2.** Prevalencia obesidad en niños y jóvenes españoles, según sexo y comunidad autónoma <sup>(3)</sup>.

Aunque la obesidad es un trastorno multifactorial, los principales desencadenantes que se han producido en las últimas décadas relacionados con el aumento de esta enfermedad son los cambios culturales, demográficos y de hábitos, tanto en la alimentación como una

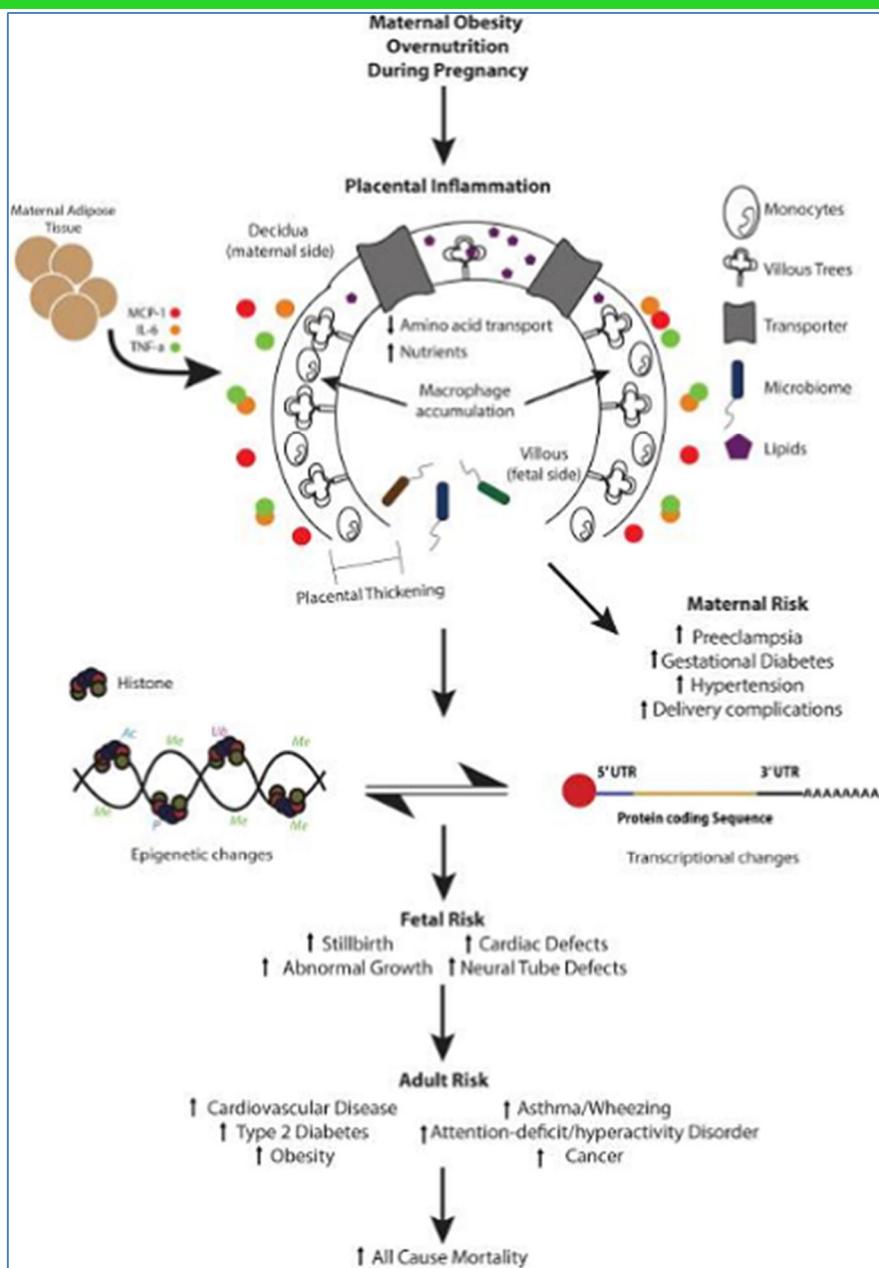


disminución de la actividad física, aumentando en gran medida el sedentarismo se van a considerar la ingesta excesiva de energía<sup>(3)</sup> (Figura 3).

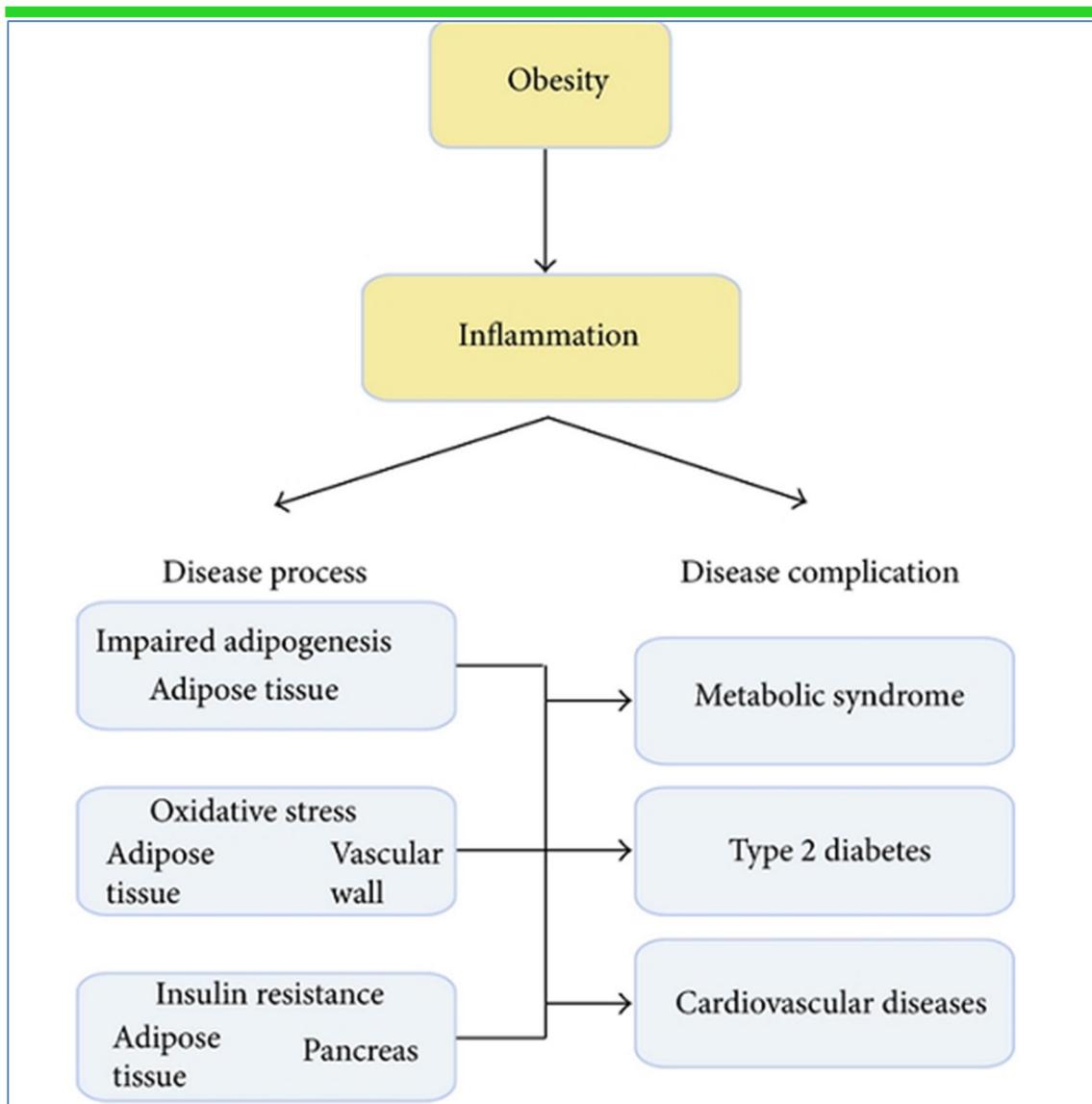


**Figura 3.** Distribución del tiempo gastado por personas obesas distribuidas en actividades que implican un gasto energético, comparadas con el tiempo gastado por estas personas obesas en estar sentados<sup>(14)</sup>.

Esta obesidad infantil y juvenil es un síndrome al que se le relacionan numerosas implicaciones físicas, psíquicas y sociales. (Figura 4) En la actualidad, existen evidencias sólidas que asocian la obesidad infantil con una mayor prevalencia de procesos crónicos y diferentes comorbilidades que pueden tener un efecto en la morbilidad y mortalidad en la edad adulta, incluso cuando la obesidad no persista en esta etapa. Algunas de estas comorbilidades asociadas a la obesidad son las enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer, problemas osteoarticulares, diabetes mellitus, etc, configurándose como un importante factor de riesgo de una posible situación de obesidad<sup>(2)</sup> (Figura 5).



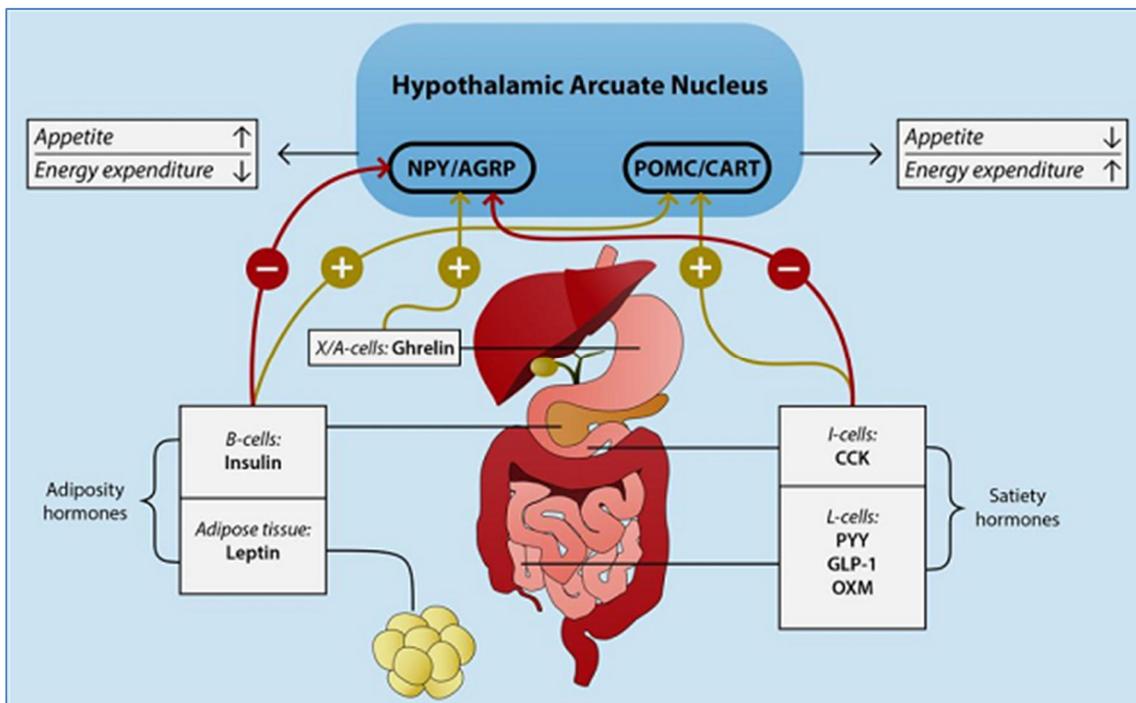
**Figura 4.** Visión de los cambios producidos por la obesidad en las mujeres embarazadas y como estos cambios negativos se transmiten a la descendencia<sup>(15)</sup>.



**Figura 5.** Procesos producidos por la inflamación causada en pacientes con obesidad<sup>(17)</sup>.

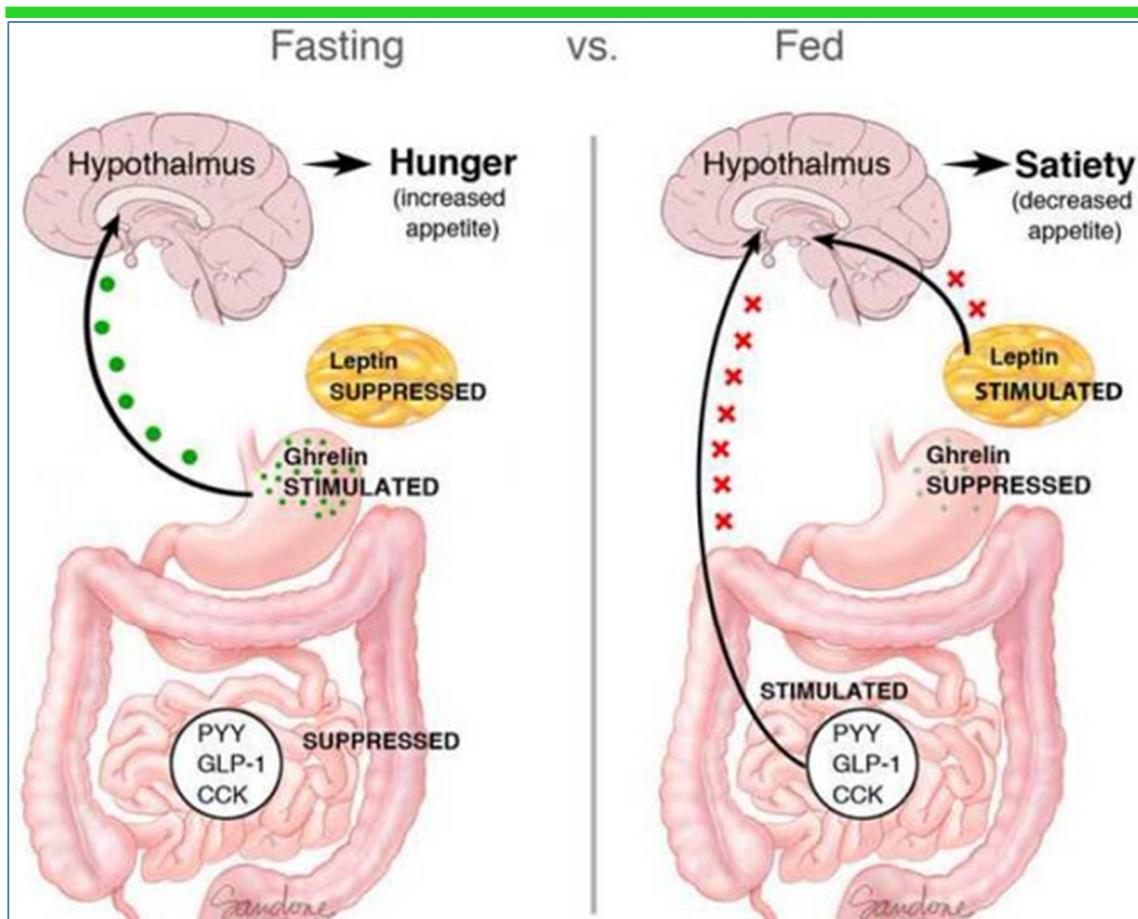
Por lo tanto, para evitar la aparición de la obesidad y de las numerosas complicaciones asociadas a esta que van a producir una disminución considerable del estado de salud y de la calidad de vida; la prevención de la obesidad debe de ser una estrategia prioritaria y de gran importancia para la salud pública, diferentes campos científicos, endocrinología, etc; y debe comenzar a abordarse desde la infancia<sup>(4)</sup>.

Este control metabólico y de la ingesta energética comentado, va a depender de una serie de factores y sistemas que regulan el control de la ingesta, las señales provenientes de los sentidos y la homeostasis energética<sup>(5)</sup> (Figura 6).



**Figura 6.** Relación entre las señales moleculares centrales y periféricas en la regulación de la ingesta<sup>(19)</sup>.

En esta homeostasis energética, existen diferentes sustancias o señales las cuales son capaces de intervenir regulando la ingesta de alimentos. Hay estímulos capaces de producir sensación de saciedad y otras de aumento del apetito. Todas estas señales y estímulos van a actuar en el sistema nervioso central. Por lo tanto, las estructuras responsables del control de las sensaciones de hambre y saciedad se localizan en el hipotálamo.<sup>(4)</sup> (Figura 7). Particularmente el núcleo arcuato y, en menor importancia el núcleo del tracto solitario son las zonas donde se produce la unión y formación de las señales encargadas de regular el gasto energético y la ingesta de alimentos<sup>(6)</sup>. Este núcleo arcuato, es la zona principal de regulación hipotalámica, el cual va a constar de 2 tipos de sistemas celulares los cuales ambos sistemas van a actuar en la regulación de la ingesta<sup>(7)</sup>.



**Figura 7.** Comportamiento de las diferentes señales gastrointestinales en la estimulación del apetito y la saciedad<sup>(30)</sup>.

La regulación a corto plazo de la ingesta energética tiene como misión regular el volumen de ingesta que se ha realizado y el tipo de nutrientes que se han ingerido. Esto quiere decir, que el aporte energético dependerá tanto de la cantidad como de la calidad de la ingesta<sup>(8)</sup>.

Los estímulos conocidos con capacidad para actuar a nivel del hipotálamo, disminuyendo el apetito y aumentando el gasto de energía, proceden del sistema gastrointestinal, del sistema endocrino, del tejido adiposo, del sistema nervioso periférico y del sistema nervioso central.<sup>(9)</sup>

El tratamiento de la obesidad puede abordarse desde numerosos puntos<sup>(4)</sup>. Entre estos tratamientos, me parece interesante focalizar este trabajo en el nivel endocrino, ya que podría constituirse como un tratamiento de alta eficacia al tener un impacto directo sobre las hormonas del organismo pudiendo conseguir la disminución de la prevalencia de la obesidad. Por lo tanto, este tema también tiene un interés científico muy marcado, como es, establecer



un posible tratamiento nutricional eficaz ante la obesidad, además de conocer que procesos corporales y que alimentos van a potenciar y a ser beneficiosos en este proceso.

Además, veo de gran interés el hecho de centrarse en los procesos y señales que van a producir un efecto saciante por su posible efecto beneficiosos sobre la obesidad; así como también quiero dar una gran relevancia en este estudio a todos aquellos alimentos que tienen un mayor poder sacietógeno.

Por lo tanto, a modo de resumen mi interés a la realización de una revisión bibliográfica de este trabajo se basa en conocer la implicación que tienen realmente estas señales en el tratamiento de la obesidad y de que alimentos o nutrientes van a permitir un mayor efecto saciante.

## Objetivos

### Objetivo general

- Analizar la regulación neuroendocrina de la saciedad y como la ingesta de determinados alimentos pueden desencadenar procesos anorexígenos y con ello la disminución de la ingesta.

### Objetivos específicos

-Conocer la importancia de las señales anorexígenas en la formación de la sensación de saciedad y como posible tratamiento de la obesidad.

-Investigar como la regulación neuroendocrina de la saciedad afecta el estado de las personas con obesidad.

-Reconocer los diferentes compuestos y reguladores con capacidad saciante y saber como se comportan a nivel endocrino.

## Metodología

Para la realización de este trabajo con carácter de revisión bibliográfica, se han incluido diferentes estudios para conocer la implicación y la relación de los alimentos y los reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales con la obesidad.

La búsqueda de estudios, artículos de revisión y otros trabajos que ayudasen a recoger información sobre este tema empezó a realizarse en noviembre de 2017, finalizando esta búsqueda en marzo de 2018. En esta búsqueda, se han consultado diferentes fuentes y bases de datos para encontrar una información global y contrastada.

Estas fuentes y bases de datos en las que se ha buscado información fueron:



**PubMed:** Esta base de datos ha sido la de mayor importancia a la hora de buscar tanto artículos y estudios científicos como figuras para adicionar al trabajo. Se han incluido en este trabajo hasta 51 artículos provenientes de PubMed. Esta búsqueda bibliográfica de artículos se inició en Noviembre de 2017 y finalizó en Marzo de 2018.

Se han utilizado numerosas palabras clave a la hora de encontrar información útil, como son:

-*Etiología, Factores asociados con riesgo obesidad (Etiology, Factors associated with risk obesity)*: únicamente se escogió 1 link de utilidad para añadir información al trabajo e incluirla en la bibliografía. De este estudio también se extrajeron 2 figuras que se introdujeron en el trabajo. Esta búsqueda constó con un total de 25.982 resultados.

-*Prevalencia obesidad España y exceso de peso (Prevalence obesity Spain and excess weight)*: tras esta búsqueda se escogieron 3 estudios en relación al tema buscado de un total de 173 artículos encontrados.

-*Comorbilidades asociadas a la obesidad (Comorbidities associated with obesity)*: de un total de 6.400 resultados se obtuvo 1 artículo científico en relación a esta búsqueda.

-*Células del núcleo arcuato (Arcuate nucleus cells)*: otro artículo se escogió a partir de esta búsqueda que estuvo conformada por un total de 3.556 artículos.

-*Factores endocrinológicos asociados a obesidad (Endocrine factors associated with obesity)*: Esta búsqueda tuvo un total de 1.672 resultados, que contribuyó a la hora de escoger 1 artículo de interés.

-*Olfato y efecto saciedad (Smell and satiety effect)*: 1 único link de interés se seleccionó con esta búsqueda, que tuvo un total de 32 resultados asociados.

-*Efecto saciedad leptina (Leptin satiety effect)*: de un total de 343 artículos encontrados, se obtuvieron otros dos estudios de calidad tras esta búsqueda.

-*Sensibilidad y resistencia insulina con comida (Sensitivity and insulin resistance with food)*: tras esta búsqueda se escogieron otros 2 estudios para completar la información de la revisión bibliográfica. Además, de uno de estos links también pudimos extraer una figura para el trabajo. Esta búsqueda tuvo un total de 3.504 resultados.

-*Regulación hambre y apetito (Regulation hungry and appetite)*: de un total de 3.839 resultados, se eligió 1 artículo para adicionar información al trabajo.

-*Mecanismos epidemiológicos saciedad (Epidemiological mechanisms satiety)*: hasta 3 estudios de utilidad se encontraron tras esta búsqueda que tuvo un total de 91 resultados para obtener información. Además, de uno de ellos también se extrajo una figura.

-*Efecto anorexígeno polipéptido pancreático (Satiety pancreatic polypeptide effect)*: de un total de 63 búsquedas, 2 estudios se escogieron para añadir información proveniente de ellos a la revisión.



-*CCK ingesta y receptores (CCK intake and receptors)*: se añadió 1 link de un estudio referente a la búsqueda, formada por 435 resultados.

-*Amilina y saciedad (Amylin and satiety)*: 136 resultados encontrados de donde se extrajo otro link sobre este tema que se añadió al trabajo.

-*Efecto antagonista POMC NPY*: solo se pudo escoger 1 estudio de interés respecto a la búsqueda, únicamente conformada por 3 estudios.

-*Nutrientes y secreción PYY (Nutrients and PYY secretion)*: tras esta búsqueda se escogió 1 único artículo de un total de 230 encontrados.

-*Leptina-melanocortina (Leptin-melanocortin)*: también se escogió 1 artículo con esta búsqueda, formada por 77 links encontrados.

-*Histamina y receptores H (Histamine and receptors H)*: tras realizar esta búsqueda se seleccionaron 2 estudios para extraer información para el trabajo, de un total de 4.554 resultados.

-*Efecto proteína post ingesta (Post intake protein effect)*: de un total de 1.191 resultados se obtuvo 1 estudio de interés que se eligió para completar la información restante del trabajo.

-*Factores endocrinos y hormonales asociados a la enfermedad (Endocrine and hormonal factors associated with the disease)*: 1 artículo de interés se añadió tras esta búsqueda de 403 resultados.

-*Ácidos grasos, glucemia y disminución del peso corporal (Fatty acids, glycemia and decrease in body weight)*: también se obtuvo 1 artículo con esta búsqueda de gran interés para el trabajo. Se obtuvieron 980 artículos con esta búsqueda.

-*Evolución preferencias y gustos alimentarios raza humana (Evolution food preferences human)*: tras esta búsqueda se eligió 1 único artículo de un total de 150 encontrados para obtención de información.

-*Efecto saciedad ingesta de proteína (Satiety effect of protein intake)*: de un total de 1.043 resultados, otro estudio se escogió para la obtención de información.

-*Índice glucémico, carga glucémica y pérdida de peso (Glycemic index, glycemic load and weight loss)*: 1 artículo se seleccionó de un total de 104 resultados

Una vez se obtuvo la información, y se escogieron unas pocas figuras, se realizó una búsqueda de figuras relacionadas con diferentes puntos del trabajo para completar la revisión bibliográfica. Entre las palabras clave utilizadas para esto, se encuentran las siguientes:

-*Tipo de ejercicio físico en obesos (Type of physical exercise in obese)*: esta búsqueda se realizó para encontrar 1 figura que nos permitiese observar gráficamente la distribución de ejercicio físico y sedentarismo en gente obesa, de un total de 4.586 búsquedas.



-*Alteraciones obesidad embarazadas (Pregnant obesity disorders)*: se encontró 1 estudio con 1 figura, de un total de 905 resultados, que nos permitió tener esquematizado los procesos y alteraciones que se pueden producir en las mujeres embarazadas que sufren de obesidad.

-*IMC varón/mujer (BMI male/female)*: de un total de 111 resultados se obtuvo otro estudio relacionado con esta búsqueda nos permitió extraer una figura donde se compara la diferencia de IMC medio por edades entre varones y mujeres.

-*Complicaciones inflamatorias asociadas a la obesidad (Inflammatory complications associated with obesity)*: de nuevo 1 estudio escogido entre un total de 2.458 encontrados nos permitió extraer otra figura donde venía esquematizado los procesos inflamatorios asociados a la obesidad más importantes.

-*Señales moleculares y regulación de la ingesta (Molecular signals and regulation of intake)*: con esta búsqueda se encontraron numerosos estudios interesantes, de los que se decidió escoger 2, de un total de 152 búsquedas encontradas, para obtener figuras sencillas y esquemáticas del proceso de regulación de la ingesta con la implicación de los principales reguladores endocrinos.

-*Células pp pancreáticas polipéptido pancreático (Pp pancreatic pancreatic polypeptide cells)*: con esta búsqueda se consiguió adquirir una figura de un estudio escogido entre un total de 785 encontrados, que esquematizaba los tipos de células pancreáticas y el tipo de péptido o sustancia que sintetizaba cada una.

-*Concentraciones amilina obesos (Obese amylin concentrations)*: De 72 resultados diferentes, se obtuvo 1 estudio de donde se extrajo una figura en donde venía comparada de amilina, glucagón e insulina en obesos y personas con normopeso.

-*Obesos resistencia leptina (Obese leptin resistance)*: otro estudio de donde se obtuvo una figura donde se esquematiza el proceso de resistencia a la acción de la insulina que se produce en los pacientes obesos. En esta búsqueda se encontró un total de 5.126 artículos y estudios científicos

-*Efectos corporales ratones obesos (Obese mice body effects)*: se escogió 1 estudio, de un total de 3.144 artículos científicos, de donde se extrajeron 2 figuras relacionadas con el tema a tratar sobre ratones con el gen de la leptina mutado.

-*Cascada de saciedad ingesta (Intake satiety process)*: con esta búsqueda se eligió 1 figura de utilidad para incorporar al trabajo. En esta búsqueda hubo un total de 185 resultados.

-*Efectos asociados en obesidad a adipopectinas (Effects associated with obesity to adipopectins)*: otra figura se añadió de un estudio escogido relacionado con la búsqueda en la que se obtuvo un total de 1.470 resultados.



-*Resistina, visfatina e insulina (Resistin, visfatin and insulin)*: 228 resultados totales tras esta búsqueda que nos permitieron elegir 1 artículo que incluía una imagen añadida al trabajo.

-*TNF en la generación de la resistencia de insulina (TNF in the generation of insulin resistance)*: 1 artículo del que se extrajo 1 figura relacionada con esta búsqueda que contó con 68 artículos.

-*Receptores melanocortina y estructura POMC (Melanocortin receptors and POMC structure)*: 207 artículos científicos encontrados de los cuales se seleccionó 1 para añadir una imagen a la revisión bibliográfica.

-*POMC MC4R*: dentro de los 446 resultados que se obtuvieron, se escogió 1 artículo específico donde se esquematizaba la competencia entre NPY y POMC por su unión con el MC4R.

-*Saciedad CART (CART satiety)*: 1 figura extraída de un artículo relacionado con la búsqueda, la cual constaba de 65 resultados totales.

-*Inspiración olores (Inspiration smells)*: 294 resultados totales de donde se volvió a extraer 1 figura de otro artículo.

-*Peso corporal y dietas ricas en proteínas (Body weight and protein-rich diets)*: otro artículo más del que se extrajo 1 figura. De esta búsqueda se tuvo un total de 148 resultados.

-*Consumo fibra y saciedad (Fiber and satiety consumption)*: esta búsqueda contó con 162 resultados totales de donde se extrajo 1 figura de 1 artículo.

-*Conversión triptófano a serotonina (Conversion of tryptophan to serotonin)*: 1 artículo se ha añadido tras esta búsqueda en la que se obtuvieron un total de 169 artículos.

**Dialnet Plus**: En esta base de datos únicamente se eligió 1 artículo para incluir en el trabajo.

Para la obtención de los links donde se obtuvo información se utilizaron una serie de palabras clave, como son:

-*Fisiología saciedad*: esta búsqueda nos permitió escoger 1 artículo para añadir al trabajo de un total de 4 documentos encontrados.

**Google Académico**: La búsqueda de estudios y artículos en Google Académico permitió encontrar un total de 6 artículos, que se tomaron en cuenta para encontrar información referente al trabajo.

Para encontrar estos artículos se utilizaron las siguientes palabras:

-*Reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales saciedad*: con esta búsqueda se eligió 1 artículo que se ha utilizado en la revisión bibliográfica de un total de 1.280 búsquedas.

-*Acción neuropéptidos y saciedad*: tras esta búsqueda se escogió 1 artículo de los 3.380 resultados encontrados.



---

-*Post-absorción receptores*: únicamente 1 artículo fue de interés tras esta búsqueda en la que se obtuvieron 44 resultados.

-*Post-ingesta, insulina y saciedad*: tras esta búsqueda, otro artículo de interés se obtuvo tras una búsqueda en la que se encontraron 11.100 artículos relacionados.

-*Nutrientes y saciación*: tras encontrar un total de 109 artículos en Google Académico se eligió 1 único artículo.

-*Consumo de diferentes carbohidratos y efecto anorexígeno, saciedad*: 1 último artículo se escogió de esta búsqueda de donde se obtuvo un total de 448 resultados.

**Otros**: Además, también se extrajo de Internet el Consenso SEEDO de 2007, para la obtención de la tabla de sobrepeso y obesidad.

## Resultados y Discusión

El aporte energético va a depender de la cantidad de reservas calóricas que se encuentran en el organismo para su utilización, y se regula a través de señales hormonales procedentes del tejido adiposo, y de diferentes sistemas como son el endocrino, el gastrointestinal y el nervioso<sup>(8)</sup>. Algunos estudios como el de Valladares M y Obregón AM<sup>(10)</sup> demuestran que la leptina se relaciona con el proceso y sensibilidad olfatoria permitiendo empezar a generar las primeras señales saciantes tras la toma de contacto con los alimentos, aunque también se ha constatado en diferentes estudios que existen otros reguladores que van a generar un efecto antagonista al de la leptina a nivel olfativo, como puede ser el caso de la orexina. Este proceso se relaciona con lo constatado hasta el momento en el ámbito nutricional, por el cual los individuos con un estado de normopeso, cuando se encuentran en ayuno, se genera una disminución de los niveles de leptina y con ello un aumento en la sensibilidad olfatoria y de la ingesta energética<sup>(10)</sup>. En contra de esto, otros autores como Verhagen J<sup>(46)</sup> o el de Breslin PA<sup>(47)</sup> exponen en sus estudios como en el caso de pacientes obesos mórbidos, la sensibilidad olfatoria se encuentra disminuida debido a unos niveles bajos de leptina, pero no se produce una disminución de la ingesta energética<sup>(46,47)</sup> (Figura 8, Figura 9).

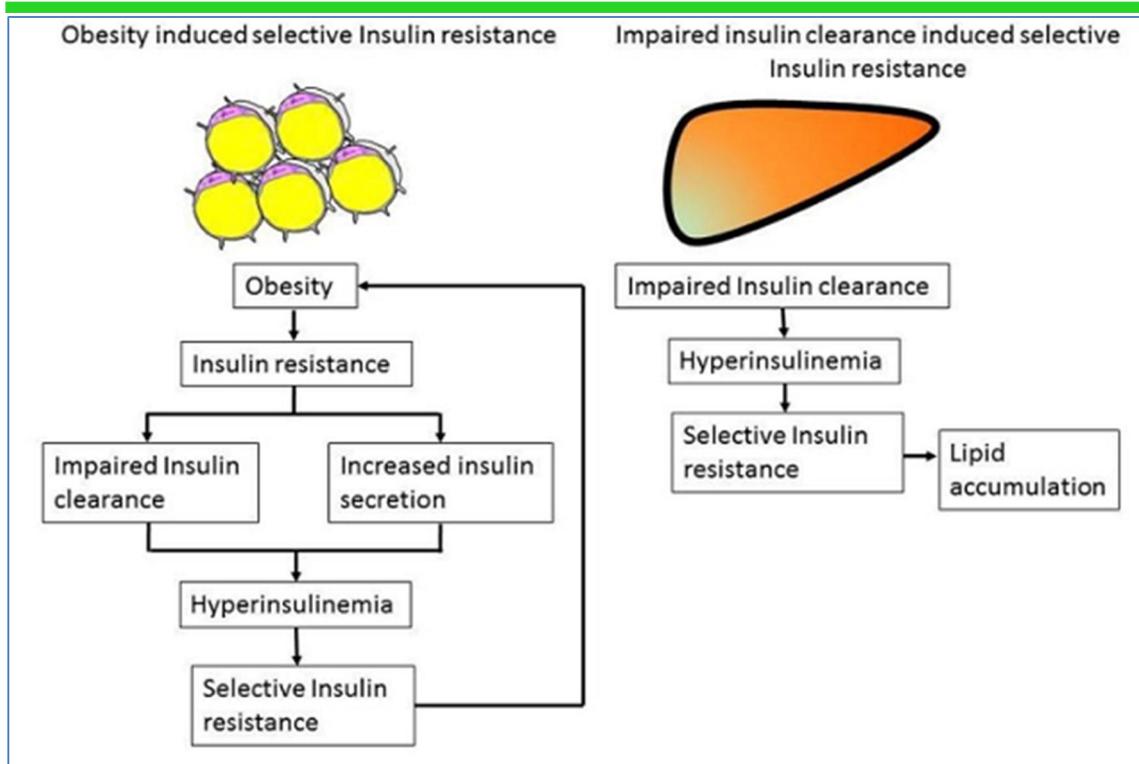
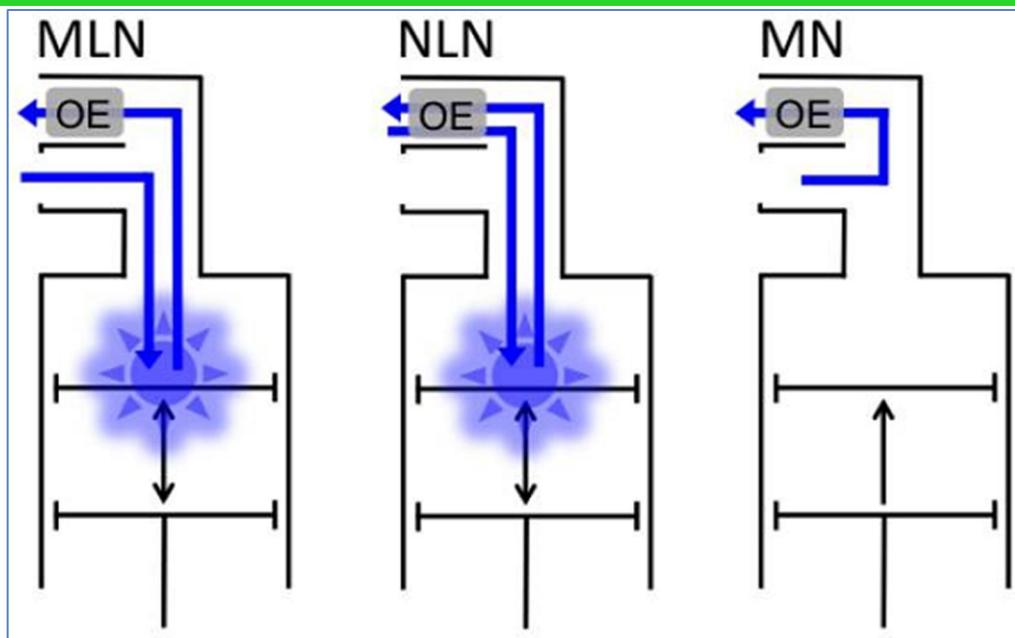
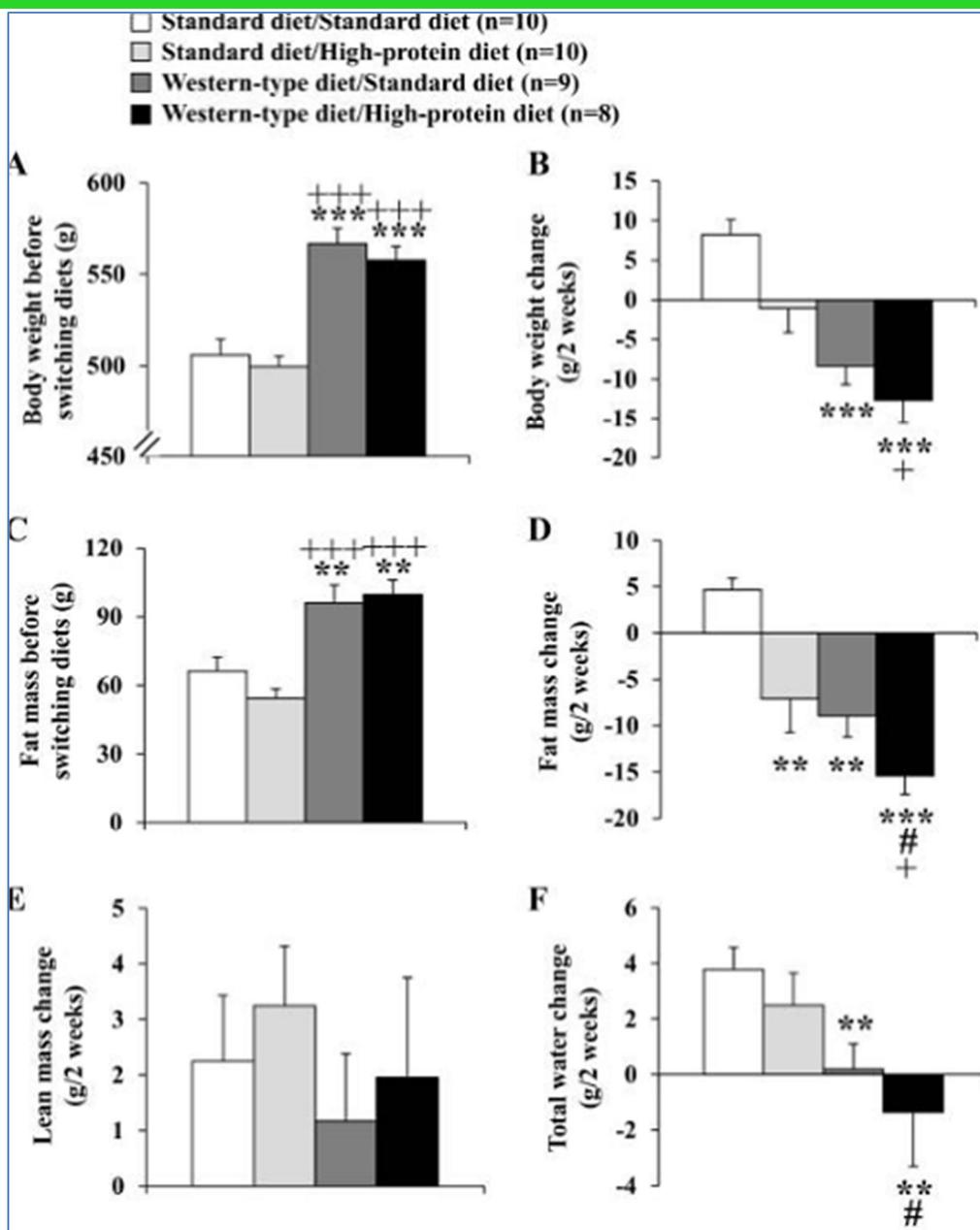


Figura 8. Modelo esquemático del proceso de formación de la resistencia a la insulina inducido por la obesidad<sup>(34)</sup>.



**Figura 9.** Formas de inspiración y llegada de los olores. Una primera, donde se inspira por la cavidad bucal y el aire llega a los pulmones, una segunda donde se inspira por la nariz y llega el aire a los pulmones (método ideal para captar olores) y una tercera donde se inspira por la boca y se expira por la nariz por lo que no se acumula aire por los pulmones<sup>(46)</sup>.

Respecto a la composición de los alimentos, diversos estudios como el realizado por Paddon-Jones D y colaboradores<sup>(48)</sup> demuestran como aquellos alimentos ricos en proteínas, y en general, las dietas ricas en proteínas van a permitir una mayor sensación de saciedad<sup>(48)</sup> (Figura 10). Además, los alimentos con hidratos de carbono de bajo IG, ya sean legumbres o verduras, van a generar también una mayor de saciedad. Otros estudios y guías como las realizadas por Vega G<sup>(53)</sup> permiten profundizar más en esta idea, demostrando como entrar en un estado de cetosis, producido por la ingesta de dietas muy altas en proteínas y una ingesta ínfima de hidratos de carbono, no es en casi ningún caso recomendable bajo una dieta considerada saludable y equilibrada, ya que producen una depleción del glucógeno hepático. Además, se han encontrado estudios que demuestran como el consumo a largo plazo de este tipo de dietas ricas en proteína y bajas en hidratos de carbono pueden disminuir e incluso alterar, a largo plazo, el efecto deseado sobre la saciedad<sup>(4,47,53)</sup>.



**Figura 10.** Peso corporal y composición corporal en comparación antes y después del consumo de dieta alta en proteínas<sup>(49)</sup>.

En los procesos pre-absortivos y post-absortivos, numerosos estudios como pueden ser los realizados por Pinheiro AM y colaboradores<sup>(56)</sup>, Sáyago SG y colaboradores<sup>(57)</sup> o Fromentin G y colaboradores<sup>(58)</sup> han demostrado como existen diferentes receptores, componentes y sustancias que actúan en estas señales generando un efecto saciante<sup>(56,57,58)</sup> (Figura 11, Figura 12). Existen sustancias más constatadas en estudios como el de Cataldo LR y colaboradores<sup>(59)</sup> como pueden ser el lactato, serotonina o glucosa sanguínea. (Figura 13) Sin



embargo, también se están intentando demostrar el efecto de otras sustancias a nivel postabsortivo y su implicación en la saciedad como el glicerol o los ácidos grasos circulantes<sup>(59)</sup>.

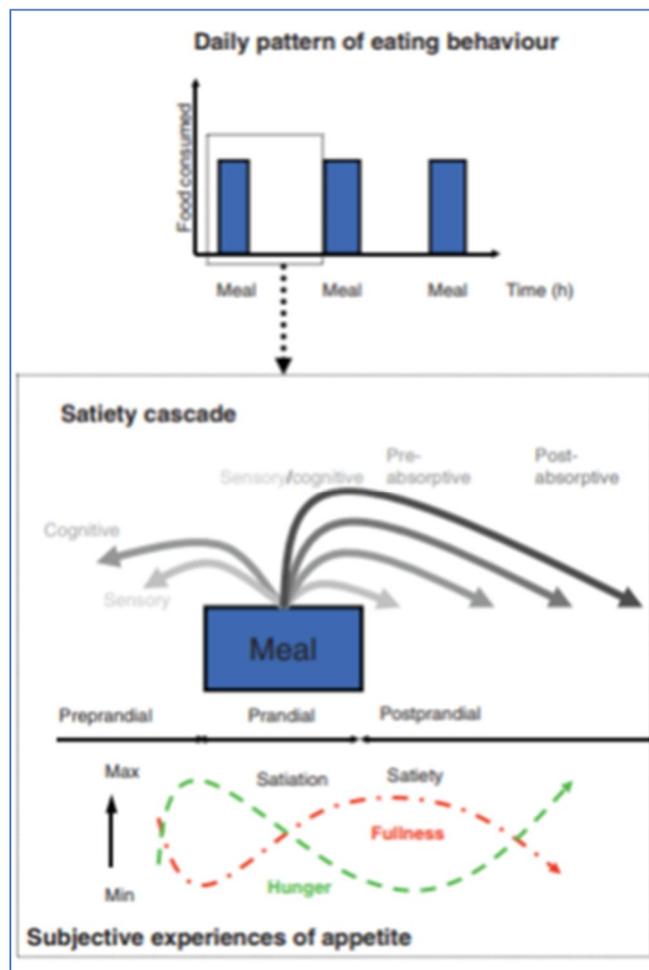


Figura 11. Cascada y proceso de la saciedad<sup>(8)</sup>.

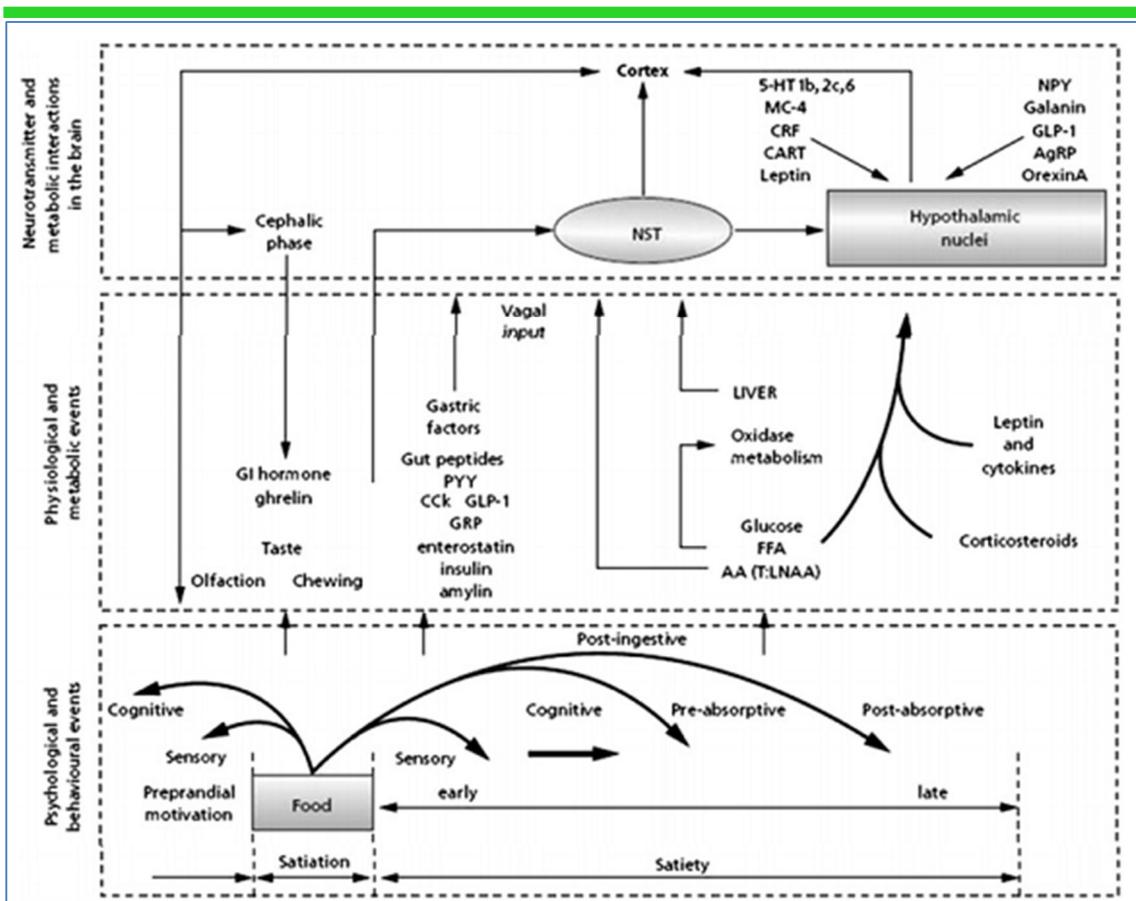


Figura 12. Acción señales periféricas en paralelo a la cascada de saciedad<sup>(55)</sup>.

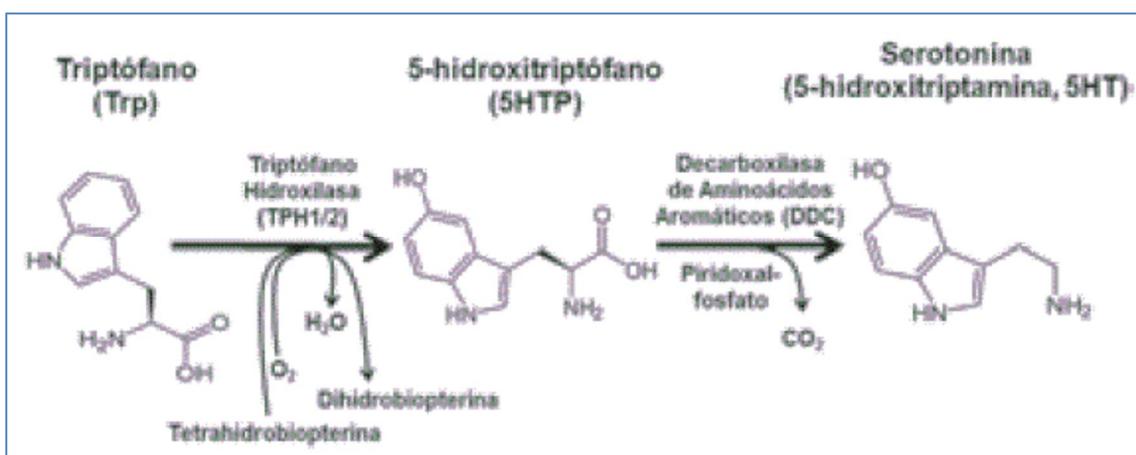


Figura 13. Transformación del triptófano y síntesis de la serotonina<sup>(59)</sup>.



## Conclusión

Por lo tanto, se concluye que, a nivel de nutrientes, una dieta rica en proteínas e hidratos de carbono, con alimentos proteicos (tanto provenientes de fuentes vegetales como animales) y alimentos con un índice glucémico bajo (como legumbres, frutas o verduras), son capaces de estimular una mayor secreción de sustancias reguladoras del apetito, que generarán un mayor efecto saciante, y, así, un efecto anorexígeno el cual pueda producir un efecto positivo sobre la obesidad permitiendo la pérdida de peso de estos pacientes.

Estas sustancias o componentes reguladores del apetito que se ha hablado en el párrafo anterior, podemos observar que son, en mayor importancia: leptina, insulina, CCK, GLP-1, enterostatina, amilina y PP. Y con un efecto anorexígeno también demostrable, pero con menor afectación y por ende, menor importancia, tenemos otros compuestos tales como la resistina, adiponectina, la interleucina 6 y el factor de necrosis tumoral alfa.

También es importante destacar, que la composición de los alimentos también juega un rol importante en la generación de la saciedad en el individuo, de manera que aquellos alimentos o elaboraciones gastronómicas que tengan una composición sólida o semi-sólida y de textura dura o crujiente van a tener un mayor efecto de saciedad que aquellos líquidos o con texturas fáciles de comer. (Tabla 2)

**Tabla 2.** Alimentos con efecto saciante

Alimentos saciantes	Ejemplos
Alimentos ricos en fibra	Avena, arroz integral, pasta integral, verduras, fruta...
Proteína de Fuentes vegetales	Legumbres, soja, quinoa, tofu, seitán, chía, guisantes, frutos secos...
Proteína de Fuentes Animales	Pescado, Carne, Aves, Lácteos...
Alimentos con IG bajo	Legumbres, verduras...
Todos ellos aportados en texturas sólidas o semi-sólidas (La fruta consumida en piezas, evitar zumos. Lácteos en forma de quesos, cuajadas... Evitar purés muy líquidos)	

Por último, se ha de recalcar que en la actualidad, todo este conocimiento en relación a la saciedad alimentaria y cuales son los mecanismos y procesos más eficaces para conseguir una ingesta más controlada, se ve muy damnificado debido a la baja aportación de todo este tipo de información a las personas con obesidad, lo que implica que normalmente este tipo de personas no sean capaces de combatir su patología. Se debe de dar una mayor visibilidad de todos estos aspectos que permitan que sean más conocidos, y, por tanto, que tengan así un mayor efecto en todo paciente con obesidad.



## Conflicto de interés

Sin conflictos de interés

## Referencias

1. Jiménez R, Rizk J, Quiles J. Diferencias entre la prevalencia de obesidad y exceso de peso estimadas con datos declarados o por medición directa en adultos de la Comunidad Valenciana. *Nutr Hosp*. 2017 Ene/Feb; 34 (1): 128-133.
2. Kumar S, Kelly A. Review of childhood obesity. *May Clin Proceed*. 2017 Feb; 92(2): 251-255.
3. Serra L, Bautista I. Etiology of obesity: two "key issues" and other emerging factors. *Nutr Hosp* 2013; 28 (5): 32-43.
4. González-Jiménez E, Schmidt Río-Valle J. Regulación de la ingesta alimentaria y del balance energético; factores y mecanismos implicados. *Nutr. Hosp*. 2012 Nov-Dic; 27 (6): 1850-1859.
5. Palma JA, Iriarte J. Regulación del apetito: bases neuroendocrinas e implicaciones clínicas. *Med Clínic*. 2012 Jun; 139 (2): 70-75.
6. Luiz C, Paz G, Velloso L. Neuroendocrine body weight regulation: integration between fat tissue, gastrointestinal tract, and the brain. *Endokrynol Pol*. 2010 Mar-Apr; 61 (2) : 194-206
7. Paeger L, Karakasilioti I, Altmüller J, Frommolt P, Brüning J, Kloppenburg P. Antagonistic modulation of NPY/AgRP and POMC neurons in the arcuate nucleus by noradrenalin. *Elife*. 2017 Jun 20; 6 : e25770.
8. Halford JC, Harrold JA. Satiety-enhancing products for appetite control: science and regulation of functional foods for weight management. *Proc Nutr Soc*. 2012 May; 71 (2): 350-62.
9. Calzada-León R, Altamirano-Bustamante N, Ruiz-Reyes ML. Reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales del hambre y la saciedad. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2008 Nov-Dic; 65: 468-487.
10. Valladares M, Obregón AM. Association of olfactory sensitivity with energy intake: role in development of obesity. *Nutr Hosp*. 2015; 32(6): 2385-2389.
11. Sociedad Española para el Estudio De la Obesidad (SEEDO) [Sede Web]. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. Madrid. Moreno B, 2007 Mar. *Rev Esp Obes*. 2007; 7-48.



12. Sánchez JJ, Jiménez JJ, Fernández F, Sánchez M. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2013 May; 66(5): 371-376.
13. Aranceta J, Perez C, Alberdi G, Ramos N, Lázaro S. Prevalencia de obesidad general y obesidad abdominal en la población adulta española (25–64 años) 2014–2015: estudio ENPE. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2016 Jun; 69(6): 579-587.
14. Schmidt S, Harmon K, Sharp T, Kealey E, Bessesen D. The Effects of Overfeeding on Spontaneous Physical Activity in Obesity Prone and Obesity Resistant Humans. *Obesity (Sliver Spring)*. 2012 Nov; 20 (11): 2186-2193
15. Wilson R, Messaoudi I. The impact of maternal obesity during pregnancy on offspring immunity. *Mol Cel Endocrinol*. 2015 Dec 15; 418 (0 2): 134-142.
16. Bermúdez V, Pacheco M, Rojas J, Córdova E, Velázquez R, Carrillo D et al. Epidemiologic Behavior of Obesity in the Maracaibo City Metabolic Syndrome Prevalence Study. *PLoS One*. 2012; 7 (4): e35392.
17. Holvoet P. Stress in Obesity and Associated Metabolic and Cardiovascular Disorders. *Scientifica (Cairo)*. 2012; 2012: 205027.
18. Baudrand BR, Arteaga UE, Moreno GM. El tejido graso como modulador endocrino: Cambios hormonales asociados a la obesidad. *Rev Med Chile*. 2010 Oct; 138 (10): 1294-1301
19. de Clercq N, Groen A, Romijn J, Nieuwdorp M. Gut Microbiota in Obesity and Undernutrition. *Adv Nutr*. 2016 Nov; 7 (6): 1080-1089.
20. Khan SM, Hamnvik OP, Brinkoetter M, Mantzoros CS. Leptin as a modulator of neuroendocrine function in humans. *Yonsei Med J*. 2012 Jul; 53 (4): 671-79.
21. Laverman P, Joosten L, Eek A, Roosenburg S, Peitl PK, Maina T, Mäcke H, Aloj L, von Guggenberg E, Sosabowski JK, de Jong M, Reubi JC, Oyen WJ, Boerman OC. Comparative biodistribution of 12 In-labelled gastrin/CCK2 receptor-targeting peptides. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2011 Aug; 38 (8): 1410-1416.
22. Kastin A. *Handbook of Biologically Active Peptides*. 2<sup>a</sup>ed. Academic Press; 2013.
23. Mäde V, Bellmann-Sickert K, Kaiser A, Meiler J, Beck-Sickinger A. Position and Length of Fatty Acids Strongly Affect Receptor Selectivity Pattern of Human Pancreatic Polypeptide Analogues. *Chem Med Chem*. 2014 Nov; 9 (11): 2463-2474.
24. Wang X, Metzger D, Meloche M, Hao J, Ao Z, Warnock G. Generation of Transplantable Beta Cells for Patient-Specific Cell Therapy. *Int J Endocrinol*. 2012; 2012: 1-7.



25. Verschueren S, Janssen P, Van Oudenhove L, Hultin L, Tack J. Effect of pancreatic polypeptide on gastric accommodation and gastric emptying in conscious rats. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2014 Jul 1; 307 (1): G122-8.
26. Marić G, Gazibara T, Zaletel I, Labudović Borović M, Tomanović N, Ćirić M, et al. The role of gut hormones in appetite regulation (review). *Acta Physiol Hung.* 2014 Dec; 101 (4): 395-407.
27. Boyle CN, Lutz TA, Le Foll C. Amylin - Its role in the homeostatic and hedonic control of eating and recent developments of amylin analogs to treat obesity. *Mol Metab.* 2018 Feb; 8: 203-210.
28. Parnell J, Reimer R. Differential Secretion of Satiety Hormones With Progression of Obesity in JCR: LA-corpulent Rats. *Obesity (Sliver Spring).* 2008 Apr; 16 (4): 736-742.
29. Asarian L, Bächler T. Neuroendocrine control of satiation. *Horm Mol Biol Clin Investig.* 2014 Sep; 19 (3): 163-92
30. Weiss C, Gunn A, Kim C, Paxton B, Kraitchman D, Arepally A. Bariatric Embolization of the Gastric Arteries for the Treatment of Obesity. *J Vasc Interv Radiol.* 2015 May; 26 (5): 613-624.
31. Divella R, De Luca R, Abbate I, Naglieri E, Daniele A. Obesity and cancer: the role of adipose tissue and adipo-cytokines-induced chronic inflammation. *J Cancer.* 2016; 7 (15): 2346-2359
32. Leibel RL. Molecular physiology of weight regulation in mice and humans. *Int J Obes (Lond).* 2008 Dec; 32 (Suppl 7) : S98-108
33. Marroquí L, González A, Neco P, Caballero-Garrido E, Vieira E, Ripoll C, Nadal A, Quesada I. Role of leptin in the pancreatic -cell: effects and signaling pathways. *J Mol Endocrinol.* 2012 May 29; 49 (1): R9-17.
34. Watada H, Tamuta Y. Impaired insulin clearance as a cause rather than a consequence of insulin resistance. *J Diabetes Investig.* 2017 Nov; 8 (6): 723-725.
35. Floyd ZE, Stephens JM. Controlling a master switch of adipocyte development and insulin sensitivity: Covalent modifications of PPAR $\gamma$ . *Biochim Biophys Acta.* 2012 Jul; 1822 (7): 1090-1095.
36. Ghoshal K, Bhattacharyya M. Adiponectin: Probe of the molecular paradigm associating diabetes and obesity. *World J Diabetes.* 2015 Feb 15; 6 (1): 151-166.
37. Nakashima E. Visfatin and resistin: Mediators of the pleiotropic effects of incretins? *J Diabetes Investig.* 2012 Oct 18; 3 (5): 427-428.
38. Sánchez Y, Rodríguez M. The role of MIF in Type 1 and Type 2 Diabetes Mellitus. *J Diabetes Res.* 2014 Ene 2: 1-6.



39. González E, Aguilar MJ, Padilla CA, García I. Obesidad monogénica humana: papel del sistema leptina-melanocortina en la regulación de la ingesta de alimentos y el peso corporal en humanos. *Anales Sis San Navarra*. 2012 May-Jun; 35 (2): 285-293.
40. Butler A, Girardet C, Mavrikaki M, Trevaskis J, Macarthur H, Marks D et al. A Life without Hunger: The Ups (and Downs) to Modulating Melanocortin-3 Receptor Signaling. *Front Neurosci*. 2017; 11-128
41. da Silva A, do Carmo J, Wang Z, Hall J. The Brain Melanocortin System, Sympathetic Control, and Obesity Hypertension. *Physiology (Bethesda)*. 2014 May; 29 (3): 196-202
42. Piguet O, Petersén A, Yin Ka Lam B, Gabery S, Murphy K, Hodges J, et al. Eating and hypothalamus changes in behavioral-variant frontotemporal dementia. *Ann Neurol*. 2011 Feb; 69 (2): 312-319.
43. Carranza LE. Fisiología del apetito y del hambre. *Enf Inves*. 2016 Jul-Sep; 1(3)
44. Higgs S, Cooper A, Barnes N. The 5-HT<sub>2C</sub> receptor agonist, lorcaserin, and the 5-HT<sub>6</sub> receptor antagonist, SB-742457, promote satiety; a microstructural analysis of feeding behaviour. *Psychopharmacology (Berl)*. 2016 Feb; 233 (3): 417-424.
45. Aquino G, Arias JA. Neuromodulación e histamina: regulación de la liberación de neurotransmisores por receptores H<sub>3</sub>. *Salud Ment*. 2012 Jul-Ago; 35(4).
46. Verhagen J. A role for lung retention in the sense of retronasal smell. *Chemosem Percept*. 2015 Aug 1; 8 (2): 78-84.
47. Breslin PA. An evolutionary perspective on food and human taste. *Curr Biol*. 2013 May 6; 23 (9): R:409-18.
48. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. Protein, weight Management, and satiety. *Am J Clin Nutr*. 2008 May; 87 (5): 1558S-1561S.
49. Stengel A, Goebel-Stengel M, Wang L, Karasawa H, Pisegna J et al. High-protein diet selectively reduces fat mass and improves glucose tolerance in Western-type diet-induced obese rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2013 Sep 15; 305 (6): R582-R591.
50. Angarita Dávila L, López Miranda J, Aparicio Camargo D, Parra Zuleta K, Uzcátegui González M, Céspedes Nava V et al. Glycemic index, glycemic load and insulin response of two formulas of isoglucose with different sweeteners and dietary fiber in healthy adults and type-2 diabetes. *Nutr Hosp* 2017 Jun 5; 34 (3): 532-539
51. Otero C. Avances en el estudio de los sistemas glucosensores en trucha arco iris y su implicación en el control de la ingesta. *U. de Vigo*. 2017 Oct: 6-7.



- 
52. Schroeder N, Marquart L, Gallaher D. The Role of Viscosity and Fermentability of Dietary Fibers on Satiety- and Adiposity-Related Hormones in Rats. *Nutrients*. 2013 Jun; 5 (6): 2093:2113.
  53. Vega G. Hidratos de carbono disponibles: azúcares y almidones. Olivares S, Zacarías I. Estudio para revisión y actualización de las guías alimentarias para la población chilena. Ministerio de salud. 2013 May: 70-89.
  54. García CL, Martínez AG, Beltrán CP, Zepeda AP, Solano LV. Saciación vs saciedad: reguladores del consumo alimentario. *Rev Med Chile*. 2017 Sept; 145 (9): 1172-1178.
  55. Harrold JA, Dovey TM, Blundell JE, Halford JC. CNS regulation of appetite. *Neuropharmacology*. 2012 Jul; 63 (1): 3-17.
  56. Pinheiro AM, Aparecida F, Gonçalves RC. Insulinemia, ingesta alimentaria y metabolismo energético. *Rev Chil Nutr*. 2008 Mar; 35(1): 18-24.
  57. Sáyago SG, Vaquero MP, Schultz A, Bastida S, Sánchez FJ. Utilidad y controversias del consumo de ácidos grasos de cadena media sobre el metabolismo lipoproteico y obesidad. *Nutr Hosp*. 2008 May-Jun; 23 (3): 191-202.
  58. Fromentin G, Darcel N, Chaumontet C, Marsset-Baglieri A, Nadkarni N, Tomé D. Peripheral and central mechanisms involved in the control of food intake by dietary amino acids and proteins. *Nutr Res Rev*. 2012; 29: 1-11.
  59. Cataldo LR, Cortés VA, Galgani JE, Olmos PR, Santos JL. Papel de la serotonina periférica en la secreción de insulina y la homeostasis de la glucosa. *Nutr Hosp*. 2014; 30 (3): 498-508.