
Niveles de yodo, selenio y vitamina D en la población deportista del sur de Galicia.
¿Hace falta suplementación viviendo y comiendo en la costa gallega?

–**Proyecto *Yo-Se-De-Galicia*.**

Modalidad **DISEÑO DE INTERVENCIÓN**

Trabajo Final de Máster

Máster de Alimentación en la Actividad Física y el Deporte

Autor/a: Carla Marisela Pacheco Urbina.
Tutor/a del TFM: Jesús Francisco García Gavilán.

Segundo semestre 2022



Esta obra está bajo una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

©opyright Reservados todos los derechos. Está prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la impresión, la reprografía, el microfilm, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

Índice

Resumen.....	4
Abstract	5
1. Introducción	6
2. Objetivos	9
a. Objetivo principal:.....	9
b. Objetivos secundarios:	9
3. Metodología.....	9
4. Plan de evaluación de la intervención.....	16
5. Aplicabilidad de la intervención	18
6. Conclusiones.....	21
7. Bibliografía.....	22

Resumen

Los minerales y vitaminas son micronutrientes esenciales para el buen funcionamiento de muchos procesos vitales. En deportistas, intervienen en la utilización de energía, el metabolismo de proteínas, la contracción muscular, etc. Particularmente el Yodo, el Selenio y la vitamina D, participan en la inmunidad. Actualmente, no se recomienda suplementar estos ni otros micronutrientes en atletas, salvo casos particulares y carencias previas, como la recomendación generalizada de usar sal yodada para evitar la falta de este mineral. Sin embargo, la mayoría de estas recomendaciones se basan en datos poblacionales antiguos, no específicos para deportistas y extrapolados desde otras regiones, con geografía y costumbres dietéticas diferentes. En la costa atlántica española, concretamente el sur de Galicia, donde predomina una dieta rica en pescados, mariscos y lácteos, con horas de sol superiores a la media española, no existen estudios que midan el estatus de Yodo, Selenio y vitamina D en deportistas; únicamente se ha medido el yodo en orina (yoduria) en población general, pero hace más de 20 años. El proyecto YoSeDe-Galicia busca conocer el estado nutricional actual de estos micronutrientes por medio de un estudio poblacional, prospectivo, observacional que se realizará en 4000 adultos sanos, la mitad de ellos deportistas, a través de la yoduria, la medición de Selenio, Selenoproteína P y 25-hidroxi-Vitamina D sérica. Una encuesta alimentaria nos ayudará a descubrir los patrones de consumo y el uso de suplementos en esta población para finalmente, valorar la necesidad de seguir recomendando la yodación de sal, al menos en esta región del país.

Palabras clave

Diseño de intervención + Yodo + Selenio + Vitamina D + Dieta atlántica + Deportistas + Galicia

Abstract

Minerals and vitamins are essential micronutrients for the proper functioning of many vital processes. In athletes, they are involved in the use of energy, protein metabolism, muscle contraction, etc. Particularly iodine, selenium and vitamin D participate in immunity. Currently, it is not recommended to supplement these or other micronutrients in athletes, except in particular cases and previous deficiencies, such as the general recommendation to use iodized salt to avoid a lack of this mineral. However, most of these recommendations are based on old population data, are not specific for athletes and mostly come from other regions, with different geography and dietary customs. On the Spanish Atlantic coast, specifically the south of Galicia, predominates a diet rich in fish, shellfish and dairy products; also, the hours of sunshine are higher than the Spanish average; nevertheless, there are no studies that measure the status of iodine, selenium and vitamin D in athletes; only urinary iodine (ioduria) has been measured in the general population, more than 20 years ago. The YoSeDe-Galicia project seeks to know the current nutritional status of these micronutrients through a prospective, observational, population study that will be carried out in 4000 healthy adults, half of them athletes. The ioduria, serum Selenium, Selenoprotein P and serum 25-hydroxy-Vitamin D, will be measured. A dietary survey will be useful to discover consumption patterns and the use of supplements in this population, in order to assess the need to continue recommending salt iodization, at least in this region of the country.

Key words

Intervention design + Iodine + Selenium + Vitamin D + Atlantic diet + Athlete + Galicia

1. Introducción

Los minerales son elementos inorgánicos fundamentales para el funcionamiento adecuado de muchos procesos biológicos vitales, como el mantenimiento de las membranas celulares, la activación de múltiples procesos enzimáticos, la secreción de hormonas, activación de vitaminas, entre otros (1). A nivel nutricional, los minerales se clasifican en base a sus requerimientos en la dieta humana en tres grupos: i) macrominerales, si representan más del 0,05% del peso corporal y su ingesta recomendada (IR) es >100mg/d, como el calcio, fósforo, magnesio, azufre, sodio, potasio y cloro; ii) microminerales o elementos traza, si representan <0,05% del peso corporal y su IR es <100 mg/dL, como el hierro, zinc, cobre, yodo, selenio, cromo, manganeso, flúor, molibdeno; y iii) minerales ultra traza, conformado por un grupo de más de 18 elementos, cuyas necesidades se estiman <1mg/dl y muchas de sus funciones son todavía desconocidas (2). Las vitaminas son también micronutrientes esenciales para la vida. Se clasifican según su solubilidad en vitaminas solubles en grasa, como las vitaminas A, D, E y K, y vitaminas solubles en agua, como el complejo vitamínico B y la vitamina C (3). Para el deportista es de especial interés la participación de los minerales y vitaminas en el almacenamiento y utilización de energía, el metabolismo de las proteínas, la inflamación, el transporte de oxígeno, los ritmos cardíacos, el metabolismo óseo, la adecuada función inmunitaria, y en la contracción y relajación muscular (4,5,6,7).

De forma particular, el yodo y el selenio se han relacionado con el metabolismo y función de las hormonas tiroideas, que son necesarias para un desarrollo deportivo adecuado. El yodo forma parte de la estructura molecular de las hormonas tiroideas Triyodotironina, o T3, y Tiroxina, o T4; ambas con 3 o 4 moléculas de yodo respectivamente (8). El selenio en cambio forma parte de las enzimas deiodinasas que se encuentran en los tejidos periféricos y se encargan de “modular” de alguna manera, la respuesta a las hormonas tiroideas al *deiodinar* (eliminar una molécula de yodo), según las demandas propias del tejido, a la T4 para convertirla en T3 que es finalmente la hormona activa (9). El déficit de selenio se ha asociado además con varias enfermedades musculares (7).

La vitamina D, por su parte, se ha relacionado con la función muscular y la respuesta inmunitaria tanto en la población general como en deportistas (10). La deficiencia de vitamina D puede causar disminución en la fuerza muscular y conducir a la degeneración de las fibras musculares tipo II, que se correlaciona negativamente con el rendimiento físico (11).

La principal fuente de estos micronutrientes presentes en plantas, animales y humanos es el suelo, el mar y el sol (1), por lo que una dieta variada y equilibrada y una exposición adecuada a la radiación solar, debería proveer de yodo, selenio y vitamina D y de otros nutrientes de forma suficiente. De hecho, revisiones recientes siguen concluyendo que no existe evidencia contundente que sugiera recomendaciones dietéticas específicas de minerales y/o vitaminas para mejorar el rendimiento deportivo, salvo garantizar el cumplimiento de los aportes dietéticos recomendados (RDA - *Recommended Dietary Allowances*) (12,13). Esto refuerza lo sugerido por la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva en su consenso del 2018, donde sólo se

recomienda la suplementación en casos muy específicos o para tratar una insuficiencia previa de estos nutrientes (14).

Sin embargo, es posible que estas recomendaciones sean poco específicas para deportistas, pues las RDA están diseñadas para la salud de la población general; además existen pocos nutrientes que tengan rangos de referencia específicos para quienes practican algún deporte (15). Así pues, varios estudios de diferentes países han descrito distintos tipos de deficiencias de minerales en población atleta, tal es el caso del magnesio en polacos (16); el calcio y hierro en australianas (17), y selenio en holandesas (18). Estos resultados tan diversos pueden deberse, entre otras cosas, a los distintos patrones culturales que predominen en la dieta de cada región y a los entornos ambientales, horas de sol y diferencias en el componente de los suelos en cada ubicación geográfica.

En España a pesar de las 2500 horas de sol anuales, la riqueza de los suelos y la popularidad de la dieta mediterránea, siguen existiendo déficits de micronutrientes en la población. Así lo demuestra el estudio ANIBES, realizado en 2015 por la Fundación Española de la Nutrición (FEN) (19), donde se observa que la dieta del español promedio no alcanza las recomendaciones actuales de consumo de calcio, magnesio y vitamina D (20), zinc y folatos (21). Por el contrario, el yodo, el fósforo, el selenio y la vitamina B12 tuvieron una mayor proporción de individuos con ingestas superiores al 80 % de las RDA (21). En deportistas españoles hay pocos estudios, la mayoría, centrados en la vitamina D. El mayor de ellos, realizado en Barcelona con una muestra de 408 atletas de élite, observó que aproximadamente el 82% se encontraba con niveles subóptimos de vitamina D (<30ng/mL) y hasta 45% tenía deficiencia moderada (<20 nmol/L) (22). En referencia al selenio, una investigación reciente ha encontrado concentraciones más bajas en deportistas (n = 80) en comparación con los controles (23). En cuanto al yodo, no se han encontrado estudios de este micronutriente en atletas (8).

Galicia, por su parte, a pesar de ser la comunidad autónoma española con más Km de costa de todo el país, y de poseer la dieta atlántica caracterizada por el consumo frecuente de alimentos locales de temporada y por la presencia de grandes cantidades de pescados, moluscos y crustáceos y un consumo moderado de lácteos (24), se ha definido clásicamente como un área yodo deficiente basándose en estudios de más de 2 décadas de antigüedad, realizados en población del interior, donde predomina una geografía de montaña (25, 26). Por este motivo, el consumo de sal yodada ha sido alentado a nivel general por el *Servicio Galego de Saúde*, utilizando las mismas recomendaciones desde hace más de 20 años (27) apoyados por el consenso nacional de expertos del grupo de Trastornos por Déficit de Yodo de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición, quienes se mantienen firmes en la yodación de la sal y de lácteos, a pesar de reconocer que la nutrición de yodo en España ha presentado cambios positivos en los últimos años (28). La yodación de ciertos alimentos sin conocer el estatus actual de yodo la población gallega, no deja de estar exenta de controversias relacionadas con el posible exceso en la ingesta de estos micronutrientes y su posible relación con enfermedades autoinmunitarias (29).

Por otro lado, la vitamina D entre deportistas gallegos tampoco ha sido estudiada. Además del consumo de huevos, lácteos y frutos secos propios de la dieta atlántica

(24), las horas de sol anuales en Galicia supera a la media nacional, llegando a 3031 horas de sol en la provincia de Pontevedra (30). Esto haría pensar que los niveles de vitamina D en la población son adecuados, sin embargo, a falta de estudios regionales, la situación en el resto del país es desalentadora (22, 31, 32).

El selenio, tampoco ha sido medido nunca en Galicia, ni siquiera en población general.

Todo lo anteriormente expuesto, aunado al auge de nuevos patrones alimentarios como las dietas veganas y vegetarianas, el incremento en el consumo de productos de otras culturas, el deterioro de la calidad del suelo debido a las actividades humanas (33), y el uso frecuente de suplementos minerales y multivitamínicos entre deportistas, que se ha descrito de hasta el 43% (34), invita a reflexionar sobre el verdadero estado actual del patrón de consumo de la población, en particular entre los gallegos; así como el estado nutricional de ciertos micronutrientes que clásicamente se han etiquetado como deficientes.

Por este motivo, se ha diseñado este proyecto con la intención de investigar y actualizar el estatus nutricional del yodo, selenio y vitamina D en población deportista gallega comparándola con población general, para poder hacer recomendaciones nutricionales y de salud pública que se ajusten más a las necesidades reales y actuales de este grupo de personas.

2. Objetivos

a. Objetivo principal:

Conocer los niveles de yodo, selenio y vitamina D en la población deportista menor de 50 años del sur de Galicia y compararlos con población similar no deportista de la misma región.

b. Objetivos secundarios:

- Descubrir los patrones de consumo entre deportistas y no deportistas gallegos menores de 50 años de yodo, selenio y vitamina D y compararlos con las IRD
- Conocer la prevalencia de uso de suplementos que contengan yodo, selenio y/o vitamina D entre los deportistas gallegos menores de 50 años.
- Valorar la necesidad del uso de sal yodada en Galicia de forma generalizada.

3. Metodología

Diseño del programa o intervención y población diana.

Galicia es la quinta comunidad autónoma de España con más deportistas federados, con un total de 248.766 deportistas adscritos a alguna federación deportiva según datos de la operación estadística de Deporte Federado del 2021 (35). Por este motivo, se ha diseñado el proyecto **Yo-Se-De-Galicia** (por sus acrónimos **Y**odo, **S**elenio y **V**itamina **D**) basado en la realización de un estudio poblacional, prospectivo, observacional que tomará como muestra a un grupo representativo de 4000 personas de la provincia de Pontevedra, mayores de 18 años y menores de 50 años que deseen participar en el estudio. De ellas, 2000 serán participantes federados en cualquier deporte. La otra mitad del grupo se obtendrá fundamentalmente de universidades y comunidad de vecinos. Se excluirá a las embarazadas y a cualquier persona con enfermedades intestinales que impliquen malabsorción como celiaquía, pancreatitis crónica, enfermedad inflamatoria intestinal o que se hayan sometido a una cirugía bariátrica con reconstrucción de asa. También serán excluidas del estudio, aquellas

personas con cáncer de tiroides y que estén tiroidectomizadas, que hayan realizado un estudio tomográfico con contraste yodado en el último mes, que hayan recibido tratamiento con I-131 radioactivo en el último mes o que estén recibiendo levotiroxina, diuréticos o amiodarona como tratamiento crónico.

Sistema de recogida de datos.

a. Patrón dietético y consumo de suplementos.

Para determinar las fuentes de yodo, selenio y vitamina D en la dieta, se les pedirá a todos los participantes que completaran un cuestionario de frecuencia alimentaria para conocer los patrones de consumo de la muestra. En el mismo cuestionario habrá un apartado sobre el uso de suplementos de yodo, selenio y vitamina D y consumo de sal yodada y lácteos fortificados (Ver cuestionario de frecuencia alimentaria como Anexo 1). Los resultados se compararán con las tablas de Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española revisadas en 2015 (36).

b. Medición del estatus de yodo en la muestra.

Existen varios métodos para evaluar el estado de yodo de la población. El más utilizado es la medición del yodo en orina, ya que más del 90 % del yodo absorbido en la dieta se excreta por vía urinaria. Para estudios poblacionales, se prefiere el uso de muestras puntuales en vez de la recogida de orina de 24h (37), por lo que se le pedirá a cada participante aportar una muestra de orina en ayunas el día que acudan a la extracción de sangre. La determinación de la yoduria se realizará mediante espectrometría por el método ICP-MS, que ha demostrado alcanzar mayor sensibilidad que métodos más clásicos. El gran tamaño de la muestra evitará problemas con la alta variación interindividual e intraindividual en la concentración de yodo urinario.

La OMS considera que una yoduria superior a 100 µg/L indica suficiencia de yodo en niños mayores de 6 años y en la población general (38), basado principalmente en un estudio realizado en Centroamérica en 1970 (39); sin embargo, el punto de corte más apropiado para adultos no está claro, por lo que algunos sugieren 60–70 µg/L (40). A la luz de estos datos, este estudio considerará como crítica una yoduria <20 µg/L; como insuficiente valores entre 20-80 µg/L; yoduria suficiente será de 81-120 µg/L; superior a las necesidades, de 121-200 µg/L; y excesiva >200 µg/L.

c. Medición del estatus de selenio en la muestra.

La evaluación del estado nutricional del selenio es compleja. Los biomarcadores actuales más utilizados para evaluar el estatus de selenio en el hombre son i) la concentración total de selenio en sangre, plasma, suero, eritrocitos u orina; ii) la actividad de la glutato-peroxidasa en plasma (GPx3), eritrocitos (GPx1) y sangre entera (GPx total); y iii) los niveles plasmáticos de selenoproteína P (SELENOP) (41). En este estudio, al igual que una investigación lituana reciente realizada en embarazadas (42), se utilizará la medición de la concentración de selenio plasmático por espectrometría de fluorescencia y la concentración de selenoproteína P (SELENOP) a través de cualquiera de los kits de ELISA para selenoproteína P disponibles en el mercado. Ambos parámetros pueden ser obtenidos en una muestra de sangre.

Los valores normales de Selenio son también difíciles de determinar debido a la diversidad de técnicas para medirlo y a la variedad de suelos y condiciones geográficas donde se ha estudiado este micronutriente. Por eso, no hay consenso sobre un límite específico para definir la deficiencia de selenio y lo que se considera un rango normal generalmente se define en función de los niveles de selenio en la población sana en un área geográfica específica. En una revisión del 2010 donde se analizaron diferentes estudios que buscaban medir el selenio en diferentes regiones del mundo, encontraron en Europa después de analizar 161 informes publicados entre 1972 y 2009, con participación de 49 869 adultos sanos, 28 países y 8 regiones, que los niveles de selenio variaron entre 48,2 µg/L y 124,0 µg/L, estableciendo los valores ponderados de selenio en suero/plasma entre adultos europeos de 85,19 µg/L ± 14,58 (intervalo de confianza [IC] de 95% para un promedio de 85,124 µg/L – 85,256 µg/L; n = 49 869) (43). Un estudio más reciente publicado el 2021, hecho entre 324 trabajadores de marisco de Groenlandia recolectados entre 2016 y 2017, estableció una media de selenio sérico de 96.2 µg/L (44). Por tanto, algunos expertos han definido a las concentraciones de selenio sérico <70 µg/L como deficientes (45) Sin embargo, se ha observado que las selenoproteínas circulantes, es decir, glutatión peroxidasa y selenoproteína P (SELENOP), que se han establecido como biomarcadores proteicos del estado de selenio por su correlación casi lineal con la ingesta de este micronutriente (45), alcanzan niveles estables en concentraciones de selenio sérico de aproximadamente 90 a 125 µg/L (46). Además, un estudio estableció que las concentraciones de selenio <100 µg/L están asociadas con una peor calidad de vida, disminución de la capacidad de ejercicio, y un peor pronóstico en pacientes

con empeoramiento de la insuficiencia cardíaca (47). Estos hallazgos en conjunto sugieren que el selenio óptimo podría ser más alto de lo que se pensaba anteriormente y que los pacientes con niveles de selenio <100 µg/L deben considerarse hasta cierto punto deficientes en selenio, o al menos subóptimos (48). Por eso, para nuestro estudio, se tomará como referencia los siguientes valores: <70 µg/L, deficientes; de 70-99 µg/L, subóptimos; de 100-125 µg/L, normales; >125 µg/L, superiores a las necesidades; >200 µg/L, excesiva.

d. Medición del estatus de vitamina D en la muestra.

Para evaluar el estado de vitamina D, las guías actuales recomiendan usar el nivel sérico circulante de 25-OH-vitD, ya que es el metabolito más abundante en la circulación, tiene una vida media larga de 2 a 3 semanas y representa la suma de la ingesta de vitamina D y la producción dérmica (49). La medición del 25-OH-vitD se realizará por radioinmunoanálisis (RIA) a través del método DiaSorin, usando como punto de corte 30 ng/mL, por debajo de los cuales se considerará como niveles de insuficiencia. De 30-100 ng/mL se considerarán como suficientes, mientras que niveles séricos >100 ng/mL se considerarán tóxicos.

Actividades a realizar.

a. Diseño y aprobación del estudio.

Esta etapa comprende la búsqueda extensa de información sobre el tema, diseño pleno del proyecto, así como también la elaboración del protocolo del estudio, aprobación por el comité de ética y búsqueda de materiales de laboratorio y financiación con diferentes entidades públicas y privadas.

b. Recolección de la muestra.

b.1. Reclutamiento de la muestra.

Para la recolección de la muestra entre las personas no deportistas, se realizará una búsqueda “pasiva” a través de campañas de difusión, información y promoción del estudio en diferentes universidades, colegios, gimnasios y centros deportivos (no federados), en la prensa, radio y redes sociales. Buscaremos contar con el apoyo de las entidades públicas locales y regionales para ayudar en la difusión del estudio para conseguir que los participantes acudan de forma proactiva y voluntaria a formar parte del proyecto.

Para conseguir los participantes deportistas, la búsqueda será diferente. Acudiremos a la Federación de Deporte Gallega y pediremos los datos de los deportistas para poder contactar con ellos de una forma “más activa” e invitarlos a participar en el estudio. Se buscará idealmente repartir el número de participantes de forma equitativa entre las diferentes disciplinas deportivas, sin llegar a ser este un criterio de exclusión para formar parte del estudio. Todo este primer período de reclutamiento durará 3 meses.

b.2. Primera entrevista.

A cada participante (deportista y no deportista) se le citará en una primera entrevista informativa donde se le explicará en qué consiste el estudio, se le entregará el consentimiento informado por escrito, así como el protocolo del estudio. Si acepta participar, en ese mismo momento se le asigna un número y un código de barras, se tomará los datos personales (edad, sexo y ocupación) y antropométricos (peso, talla, IMC, impedanciometría) y se le realizará la encuesta de frecuencia alimentaria. Se le entregará un frasco recolector de orina y se citará para una 2da cita.

b.3. Segunda entrevista.

En esta cita, se le pedirá a cada participante entregar la muestra urinaria que se registrará con el mismo código de barras identificador del paciente. Se le tomará una muestra de sangre que se etiquetará con el código de barras generado. Nos facilitará un correo electrónico para enviarle el análisis de su encuesta dietética y los resultados obtenidos en las muestras de orina y sangre.

Como cada participante genera 2 valoraciones, se requiere un total de 8000 entrevistas, que se llevarán a cabo durante 5 meses. Para ello se contará con dos enfermeros/as que trabajarán tiempo completo durante dicho período, con una agenda de 40 valoraciones por día en dos turnos, uno de mañana y otro de tarde.



Figura 1. Esquema de recolección de datos.

c. Elaboración de perfiles de laboratorio.

Se enviarán solicitudes a diferentes laboratorios, públicos y privados para la obtención de presupuestos. Tras analizar las propuestas, nos quedaremos con aquellos que nos ofrezcan mejor precio/calidad en el procesamiento de las muestras, tomando en cuenta la ubicación para facilidad de logística y transporte.

d. Análisis de las encuestas.

El investigador analizará las encuestas en la medida que estas se vayan generando. Así mismo, será el responsable de realizar un pequeño informe con el resumen de los resultados obtenidos.

e. Análisis de resultados.

Semanalmente se analizarán las muestras biológicas obtenidas para poder realizar las tablas de datos. Posteriormente, cuando se recolecte toda la información de la muestra, se pasará al análisis de resultados. Con la intención de contrastar si existen diferencias entre las medias de los valores de yodo, selenio y vitamina D en las dos poblaciones (deportistas y no deportistas) se utilizará el modelo estadístico T para comparación de medias de poblaciones independientes, a través del programa estadístico SPSS IBM para Windows en su versión 20.0.

d. Publicación de resultados.

Los resultados preliminares se publicarán en congresos y reuniones locales, nacionales e internacionales. Los resultados finales se publicarán en una revista de alto impacto y se comunicarán a las autoridades sanitarias locales.

Recursos necesarios y presupuesto.

Para la obtención de recursos se piensa acudir a las autoridades gubernamentales locales y regionales con este anteproyecto para conseguir financiación pública. Se optará también a las becas y proyectos FIS del Instituto de Salud Carlos III (ICIII) del año siguiente. Finalmente, en caso de no conseguir financiación para el proyecto a través de fondos públicos, se buscará patrocinio de las empresas privadas, farmacéuticas e industrias de laboratorio.

Tabla 1. Recursos necesarios y su presupuesto estimado

Recursos necesarios.	Costo estimado
Dos enfermeras/os contratados durante 5 meses.	20.000-22.000 €
4000 cuestionarios de frecuencia alimentaria	400-500 €
Campañas publicitarias en prensa, radio, TV y RRSS	3000 – 4000 €
Software para gestión y administración de agenda	1000 €
5000 frascos para muestras de orina	1000-2500 €
5000 tubos para muestra de sangre (Vacutainer PET tubo CAT (sílice) con activador de coagulación, tapón rojo, etiqueta de papel, 4 ml)	3000 €
Kit para detección de Selenio sérico	5000-7500 €
Kit ELISA para determinación de Vit D	5000 €
Kit para detección de yoduria	4000-5000 €
Costos de publicación	2000 €
TOTAL	42.400-50.500 €

Cronograma de actividades.

SEMANAS	1-18 (18 sem)	19-22 (4 sem)	23-34 (12 sem)	35-58 (24 sem)	59-70 (12 sem)	71-82 (12 sem)	83-94 (12 sem)
Diseño del estudio	X						
Elaboración de protocolo del estudio	X						
Aprobación por comité de ética		X					
Elaboración de perfiles de laboratorio		X					
Obtención de kits para inmunohistoquímica		X					
Reclutamiento de participantes			X				
Recogida de datos de los participantes			X	X			
Análisis de las encuestas de frecuencia alimentaria				X			
Procesamiento de las pruebas de laboratorio				X	X		
Análisis de los resultados					X	X	
Publicación de trabajo final							X

Tabla 2. Cronograma de actividades por semanas

Consideraciones éticas.

Los autores y colaboradores de este trabajo de fin de grado se comprometen y adhieren a los convenios éticos y normas de buena práctica, a la normativa actual sobre investigación, de protección de datos y acceso a la historia clínica, así como a la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio mediante la incorporación codificada de todos los registros a una base de datos.

El trabajo se presentará para su aprobación por el Comité Ético de Investigación Clínica de Galicia.

4. Plan de evaluación de la intervención

Para la evaluación del correcto desempeño del proyecto *Yo-Se-De-Galicia* y de los aportes que genere a la sociedad gallega y de otras regiones con orografía y costumbres similares, se implantarán indicadores de evaluación en tres fases diferentes (Tabla 3):

a. Monitorización del proceso.

Este proyecto está planificado para llevarse a cabo en 2 años. A lo largo de este tiempo, se harán evaluaciones periódicas para garantizar el cumplimiento del cronograma de actividades y de los objetivos planteados para cada etapa. Además, estas evaluaciones nos permitirán conocer las dificultades no contempladas a las que se enfrenta el equipo investigador durante el desarrollo del proyecto, para así poder solucionarlas y mejorar el plan inicial.

b. Evaluación de resultados.

Esta fase se realizará una vez finalizado el proyecto. El año entero posterior se dedicará a la evaluación de los objetivos planteados a corto y a largo plazo, principalmente en cuanto a la actualización del estatus nutricional de yodo, selenio y vitamina D entre adultos deportistas y no deportistas del sur de Galicia y a la reafirmación (o no) de las medidas epidemiológicas vigentes hasta ahora en cuanto a la yodación de la sal y la fortificación de algunos lácteos.

c. Evaluación de impacto.

Los resultados de este estudio, sin lugar a duda, invitará a la realización de nuevas investigaciones metodológicamente adecuadas que evalúen el impacto que ha tenido

la dieta en la salud de los gallegos. Para ello, se plantean una serie de proyectos de menor a mayor complejidad, que busquen averiguar el conocimiento de la población sobre la presencia de yodo, selenio y vitamina D en la dieta, reevaluar el consumo de sal yodada y de suplementos pasados unos años de la investigación, determinar la prevalencia de enfermedades tiroideas autoinmunitarias en la misma región.

Tabla 3. Diferentes fases de evaluación del proyecto (proceso, resultados e impacto) y sus distintos indicadores.

FASE 1	Indicadores de evaluación	Resultados esperados	Frecuencia
Monitorización del proceso	-Presentación del proyecto como TFM del Máster de Alimentación en la Actividad Física y el Deporte. -Presentación del proyecto como proyecto FIS (ICIII)	-Aprobación del TFM y del proyecto. -Aceptación como proyecto FIS por el ICIII	A la semana 22 de iniciado el proyecto
	-Publicación y evaluación de protocolo del estudio.	-Aprobación por el grupo de expertos	
	-Presentación del proyecto al comité de ética.	-Aprobación por el comité de Ética.	
	-Elaboración de perfiles de laboratorio. -Obtener presupuesto de al menos cinco laboratorios. -Obtención de kits para inmunohistoquímica.	-Conseguir alianza con, al menos, un laboratorio. -Obtener informe presupuestal actualizado de los gastos reales por pruebas de laboratorio	
	-Reclutamiento adecuado de al menos el 80% de los participantes esperados. -Realización de al menos 25% de las primeras entrevistas.	-Obtención de al menos el 50% de los participantes reclutados (2000), junto al 25% de los consentimientos informados (1000) y 25% (1000) de los cuestionarios de frecuencias dietética	Semana 28
	-Reclutamiento adecuado de al menos el 130% de los participantes esperados. -Realización del 50% de las primeras y segundas entrevistas	-Obtención del 100% de los participantes reclutados (4000), junto al 50% de los consentimientos informados (2000) y 50% (2000) de los cuestionarios de frecuencias dietética. -Obtención del 50% de muestras de orina y sangre	Semana 34
	-Realización del 100% de las entrevistas. -Análisis del 100% de las encuestas de frecuencia alimentaria. -Procesamiento de al menos 25% de las muestras biológicas para el laboratorio.	-Obtención del 100% de consentimientos informados (4000), 100% de los cuestionarios de frecuencias dietética y el 100% de muestras de orina y sangre. -Entrega de un informe con el análisis de la dieta del total de la muestra.	Semana 58
	-Procesamiento del 100% de las muestras biológicas para el laboratorio. -Análisis de los resultados.	-Informe y publicación preliminar de los resultados obtenidos.	Semana 82
FASE 2	Indicadores de evaluación	Resultados esperados	Frecuencia
Evaluación de los resultados	-Comparación de resultados obtenidos con datos nutricionales previos en la población de estudio.	-Publicación en una revista de impacto del trabajo final con los resultados obtenidos, donde se pueda observar numérica y gráficamente la comparación con	Semana 106

		los datos obtenidos y los existentes históricamente. -Presentación en congresos locales, nacionales e internacionales	
	-Reevaluar las medidas de yodación de la sal y lácteos, así como la necesidad de suplementación de otros minerales y vitaminas según los resultados del estudio.	-Realización de un informe donde se justifique (o no) las medidas epidemiológicas tomadas en función de los resultados del estudio	Semana 130
FASE 3 Evaluación del impacto	Indicadores de evaluación	Resultados esperados	Frecuencia
	-Realización de un estudio que permita estimar el conocimiento de la población sobre la presencia de yodo, selenio y vitamina D en la dieta, así como también reevaluar el consumo de sal yodada y de suplementos de selenio y Vitamina D.	-Realización de un estudio observacional por encuestas telefónicas.	A los 3 años de iniciado el proyecto. (6 meses)
	-Realizar un estudio que permita determinar la prevalencia de enfermedades tiroideas autoinmunitarias en la región sur de Galicia.	-Realización de un estudio observacional prospectivo.	A los 3 años y 6 meses de acabado el proyecto.

5. Aplicabilidad de la intervención

La dieta ha cambiado mucho en los últimos 20 años, producto de la globalización, de la concientización en el ámbito nutricional, del aumento en tendencias veganas, paleo, ayuno intermitente, mediterránea, el consumo de los llamados “super-alimentos” y suplementos dietéticos (50) y del incremento de enfermedades autoinmunitarias como la celiaquía, que limitan la ingesta de ciertos nutrientes. Por lo tanto, es necesario actualizar nuestros conocimientos en cuanto a los patrones dietéticos y al estatus nutricional actual de nuestra población; de este modo, se podrá refrescar, mantener, eliminar o modificar las recomendaciones en salud pública que se encuentran vigentes hoy en día, especialmente para el sector del deporte. Este proyecto busca específicamente conocer el estado actual de tres micronutrientes en la población general y deportista gallega: el yodo, el selenio y la vitamina D; las tres relacionadas con la autoinmunidad general y en particular, la tiroidea (29, 51-54)

El exceso de yodo (UIC > 300 µg/L) se ha relacionado con aumento de la autoinmunidad tiroidea (29). Varios estudios han demostrado incremento de autoanticuerpos antiperoxidasa (AcTPO) y antitiroglobulina (AcTgb) tras el inicio de los programas de yodación de sal, así como aumento de valores de TSH, aparición de hipo e hipertiroidismo autoinmune y bocio multinodular (51). Un estudio realizado en 1994 en el sur de Galicia comparó la prevalencia de tirotoxicosis antes y después del

inicio de esta campaña, observando un aumento de 2.2-4.7 casos a 4.9-9.4 casos por cada 100,000 habitantes/año (55). Sin embargo, algunas publicaciones son contrarias dichas asociaciones (56 y 57). Lo que está claro es que existe una relación “en forma de U” entre la ingesta de yodo y el riesgo de desarrollar enfermedad tiroidea autoinmune; es decir, tanto el exceso de yodo (incluso moderado) como su deficiencia puede aumentar dicho riesgo, aunque los mecanismos no estén bien elucidados (58).

La campaña de promoción de consumo de sal yodada en Galicia comenzó en enero de 1985 y se mantiene hasta nuestros días; sin embargo, la propia Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que dicha medida debe iniciarse con cautela y ser seguido por un programa de monitoreo para registrar sus efectos y contrarrestar cualquier evento secundario que pueda surgir producto del exceso en el consumo de yodo (29). Este monitoreo periódico no existe, al menos en Galicia. Por lo tanto, este estudio podría representar un modelo para la implementación de programas de seguimiento y monitoreo de la yodoprofilaxis de forma estandarizada en nuestra provincia, dirigidos a alcanzar la suficiencia de yodo y al mismo tiempo evitar el exceso de este mineral en la población adulta general y en la deportista, disminuyendo así el riesgo de padecer enfermedad tiroidea autoinmune en la región, que según datos de un estudio realizado en 2006 es de 24 por cada 100.000 habitantes para el hipertiroidismo autoinmune (enfermedad de Graves-Basedow) y 27 por cada 100.000 habitantes para el hipotiroidismo de origen autoinmunitario (Enfermedad de Hashimoto) (59).

Al selenio por su parte, se le han atribuido diversos efectos pleiotrópicos antioxidantes y antiinflamatorios, asociándose también con el buen funcionamiento del sistema inmunitario y tiroideo (51). Diversos estudios han mostrado un efecto beneficioso de la suplementación con selenio en pacientes con enfermedad de Hashimoto. Un ensayo clínico reciente demostró que la suplementación con selenio durante 6 meses en estos pacientes disminuyó significativamente los niveles de AcTPO, AcTG y TSH, posiblemente al aumentar la actividad antioxidante y regular de forma favorable las células T reguladoras activadas (52). Para lograr la máxima actividad de las selenoproteínas antioxidantes como la Glutacion-peroxidasa (GPX) en plasma o en eritrocitos, se recomienda mantener una ingesta de selenio entre 55 y 75 µg por día, y esto se puede lograr por medio de la comida, ya que el selenio está presente en el suelo y entra en la cadena alimentaria a través de las plantas. Por lo tanto, el contenido de este elemento en la dieta depende de la calidad del suelo, y en condiciones de deficiencia, la inmunidad innata y adaptativa se deteriora (60)

Sin embargo, y a pesar de los estudios referidos, los beneficios de la suplementación con selenio para aumentar la inmunidad contra patógenos, vacunas o cánceres, tampoco ha proporcionado resultados claros. De hecho, algunos microorganismos o células tumorales pueden beneficiarse de concentraciones altas de este micronutriente (60). En el caso de la enfermedad de Hashimoto, algunos expertos concluyen que la suplementación con selenio sólo sería beneficiosa en pacientes con deficiencia de este micronutriente y en aquellos con aporte adecuado de yodo (61). Resulta entonces necesario, saber cuál es el estatus de selenio actual en Galicia, pero hasta la fecha, no se ha medido en ningún tipo de población gallega los niveles de selenio. Tampoco hay reportes de la cantidad de este elemento en el suelo de la región. Este proyecto ofrece la oportunidad de medir por primera vez las concentraciones de selenio y SELENOP en una muestra significativa de habitantes de la región sur de Galicia, pudiendo además compararla con los patrones dietéticos más prevalentes de la zona. Estos datos pueden ser útiles en el sector de la agroindustria, ayudando a implementar medidas de fortificación de suelos si hace falta o más bien investigando la fuente, en caso de exceso. Se podría también ampliar el estudio de este micronutriente en la ganadería y veterinaria; y en el ámbito de la medicina y del deporte, podría ayudar a establecer asociaciones entre enfermedades prevalentes en la región, pudiendo crear medidas preventivas pertinentes cuando sea posible.

Finalmente, la Vitamina D, fundamental para el metabolismo óseo, también se le han atribuido diversas acciones inmunomoduladoras, antiinflamatorias, antioxidantes y antifibróticas. Así mismo ha demostrado tener una asociación inversa con el desarrollo de varias enfermedades autoinmunes, como Lupus Eritematoso Sistémico, enfermedad tiroidea autoinmune, diabetes tipo 1, esclerosis múltiple, artritis reumatoide, enfermedad de Crohn, entre otras. En el caso particular de la tiroides, varios estudios han demostrado una correlación entre los niveles de vitamina D bajos y el aumento de la incidencia de enfermedad autoinmune tiroidea (62).

Galicia debido a su ubicación geográfica, tiene una alta prevalencia de insuficiencia de Vitamina D. Un estudio realizado en 2018 en La Coruña en 153 niños entre 5 y 15 años determinó que el hasta el 66% del total de la muestra presentaba algún grado de insuficiencia de esta vitamina, siendo incluso deficiente en casi el 6% de ellos. En deportistas y en habitantes del sur gallego, donde las horas de sol son mayores, estos niveles aún no han sido determinados. Esto es fundamental para establecer campañas de salud pública, fortificar alimentos, fomentar horas de sol, evaluar el medio ambiente y con ello finalmente garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos.

6. Conclusiones

Los micronutrientes son esenciales para la salud y bienestar de las personas y deportistas. En particular el Yodo, el Selenio y la Vitamina D se han relacionado ampliamente con la aparición de diversos tipos de enfermedades autoinmunitarias, como la enfermedad tiroidea autoinmune, una patología prevalente de la región gallega. La obtención de estos nutrientes depende de varios factores como la riqueza del suelo, del mar, las horas de sol, la pureza del aire, la salud del ganado y de los patrones culturales y dietéticos. El proyecto *Yo-Se-De-Galicia*, es un proyecto ambicioso de salud pública que busca conocer los niveles de yodo, selenio y vitamina D en la población deportista menor de 50 años del sur de Galicia y compararlos con población similar no deportista de la misma región. Además, se descubrirá cuáles son los patrones dietéticos actuales en la muestra estudiada, así como la prevalencia en el uso de suplementos minerales y vitamínicos, con la intención de comparar dichos modelos de consumo con el IRD y con los niveles de yodo, selenio y vitamina D encontrados en la muestra.

Todo esto nos llevará a extrapolar esos datos a la población general y deportista del sur de Galicia; a reevaluar las recomendaciones de salud pública existentes actualmente, como la yodación de sal y la fortificación de lácteos con vitamina D; y a fomentar nuevas medidas que se adapten mejor a la situación encontrada en esta investigación.

7. Bibliografía

1. Gupta U, Gupta S. Sources and deficiency diseases of mineral nutrients in human health and nutrition: A review. *Pedosphere* 2014; 24: 13–38
2. Carbajal Azcona, A. Minerales. [Internet]. Manual de Nutrición y dietética. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. 2017. Dic 02; 10. 1-33. [Revisado el 01/11/2022] Dsponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2017-12-02-cap-10-minerales-2017.pdf>
3. Capone K, Sentongo T. The ABCs of Nutrient Deficiencies and Toxicities. *Pediatr Ann.* 2019 Nov 1;48(11):e434-e440. doi: 10.3928/19382359-20191015-01. PMID: 31710362.
4. Speich M, Pineau A, Ballereau F. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. *Clin Chim Acta.* 2001 Oct;312(1-2):1-11. doi: 10.1016/s0009-8981(01)00598-8. PMID: 11580904.
5. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Aug 1;15(1):38. doi: 10.1186/s12970-018-0242-y. PMID: 30068354; PMCID: PMC6090881.
6. Heffernan SM, Horner K, De Vito G, Conway GE. The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review. *Nutrients.* 2019 Mar 24;11(3):696. doi: 10.3390/nu11030696. PMID: 30909645; PMCID: PMC6471179.
7. Van Dronkelaar C, van Velzen A, Abdelrazek M, van der Steen A, Weijs PJM, Tieland M. Minerals and Sarcopenia; The Role of Calcium, Iron, Magnesium, Phosphorus, Potassium, Selenium, Sodium, and Zinc on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Older Adults: A Systematic Review. *J Am Med Dir Assoc.* 2018 Jan;19(1):6-11.e3. doi: 10.1016/j.jamda.2017.05.026. Epub 2017 Jul 12. PMID: 28711425.
8. Larson-Meyer DE, Gostas DE. Thyroid Function and Nutrient Status in the Athlete. *Curr Sports Med Rep.* 2020 Feb;19(2):84-94. doi: 10.1249/JSR.0000000000000689. PMID: 32028353.
9. Martínez Brito D, Botrè F, Romanelli F, de la Torre X. Thyroid metabolism and supplementation: A review framed in sports environment. *Drug Test Anal.* 2022 Jul;14(7):1176-1186. doi: 10.1002/dta.3257. Epub 2022 Mar 28. PMID: 35315230.
10. Wiciński M, Adamkiewicz D, Adamkiewicz M, Śniegocki M, Podhorecka M, Szychta P, Malinowski B. Impact of Vitamin D on Physical Efficiency and Exercise Performance-A Review. *Nutrients.* 2019 Nov 19;11(11):2826. doi: 10.3390/nu11112826. PMID: 31752277; PMCID: PMC6893541.
11. Knechtle B, Nikolaidis PT. Vitamin D and Sport Performance. *Nutrients.* 2020 Mar 21;12(3):841. doi: 10.3390/nu12030841. PMID: 32245151; PMCID: PMC7146184.
12. Heffernan SM, Horner K, De Vito G, Conway GE. The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review. *Nutrients.* 2019 Mar 24;11(3):696. doi: 10.3390/nu11030696. PMID: 30909645; PMCID: PMC6471179.
13. Beck KL, von Hurst PR, O'Brien WJ, Badenhorst CE. Micronutrients and athletic performance: A review. *Food Chem Toxicol.* 2021 Dec;158:112618. doi: 10.1016/j.fct.2021.112618. Epub 2021 Oct 15. PMID: 34662692.

14. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, Collins R, Cooke M, Davis JN, Galvan E, Greenwood M, Lowery LM, Wildman R, Antonio J, Kreider RB. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Aug 1;15(1):38. doi: 10.1186/s12970-018-0242-y. PMID: 30068354; PMCID: PMC6090881.
15. Larson-Meyer DE, Woolf K, Burke L. Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018 Mar 1;28(2):139-158. doi: 10.1123/ijsnem.2017-0338. Epub 2018 Mar 20. PMID: 29252049.
16. Wierniuk A, Wlodarek D. Estimation of energy and nutritional intake of young men practicing aerobic sports. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny.* 2013;64(2).
17. Heaney S, O'Connor H, Gifford J, Naughton G. Comparison of strategies for assessing nutritional adequacy in elite female athletes' dietary intake. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010 Jun;20(3):245-56. doi: 10.1123/ijsnem.20.3.245. PMID: 20601742.
18. Wardenaar FC, Ceelen IJ, Van Dijk JW, Hangelbroek RW, Van Roy L, Van der Pouw B, De Vries JH, Mensink M, Witkamp RF. Nutritional Supplement Use by Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Does Receiving Dietary Counseling Make a Difference? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017 Feb;27(1):32-42. doi: 10.1123/ijsnem.2016-0157. Epub 2016 Sep 6. PMID: 27615123.
19. Ruiz E, Ávila JM, Castillo A, Valero T, del Pozo S, Rodriguez P, et al. The ANIBES Study on Energy Balance in Spain: Design, Protocol and Methodology. *Nutrients* 2015;7(2):970-998.
20. Olza J, Aranceta-Bartrina J, González-Gross M, Ortega RM, Serra-Majem, LI, Varela-Moreiras, G, Gil A. Reported Dietary Intake, Disparity between the Reported Consumption and the Level Needed for Adequacy and Food sources of Calcium, Phosphorus, Magnesium and Vitamin D in the Spanish Population: Findings from the ANIBES Study. *Nutrients*, 2017;9(2):232; doi:10.3390/nu9020168
21. Partearroyo T, Samaniego-Vaesken MI, Ruiz E, Varela-Moreiras G. Assessment of micronutrients intakes in the Spanish population: a review of the findings from the ANIBES study. *Nutr Hosp*, 2018;35(Spec N6):20-24;doi: 10.20960/nh.2282.
22. Valtueña J, Dominguez D, Til L, González-Gross M, Drobic F. High prevalence of vitamin D insufficiency among elite Spanish athletes the importance of outdoor training adaptation. *Nutr Hosp.* 2014 Jul 1;30(1):124-31. doi: 10.3305/nh.2014.30.1.7539. PMID: 25137271.
23. Maynar M, Llerena F, Bartolomé I, Alves J, Robles MC, Grijota FJ, Muñoz D. Seric concentrations of copper, chromium, manganese, nickel and selenium in aerobic, anaerobic and mixed professional sportsmen. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Feb 13;15:8. doi: 10.1186/s12970-018-0212-4. PMID: 29449792; PMCID: PMC5812230.
24. Leis Trabazo R, de Lamas Pérez C, Castro Pérez X, Solla P. Dieta atlántica. Nutrición y gastronomía en Galicia [Atlantic diet. Nutrition and gastronomy in Galicia]. *Nutr Hosp.* 2019 Jul 2;36(Spec No1):7-13. Spanish. doi: 10.20960/nh.02686. PMID: 31232586.
25. Garcia-Mayor RV, Rios M, Fluiters E, Mendez LF, Garcia-Mayor EG, Andrade A. Effect of iodine supplementation on a pediatric population with mild iodine deficiency. *Thyroid.* 1999; 9(11):1089-93

26. Santiago MI, Fernández S, Ríos M, Fluiters E, Hervada X, Iglesias T. Excreción Urinaria de Yodo en escolares de Galicia. *Endocrinología y Nutrición* 2005; 52(9):498-501.
27. Dirección xeral de saúde pública. O sal se é iodada é máis saudable. Consellería de Sanidade e servicios sociais. 1999. Disponible en <https://www.sergas.es/Saude-publica/Prevencion-trastornos-polo-deficit-de-iodo?idioma=es>
28. Vila L, Lucas A, Donnay S, de la Vieja A, Wengrovicz S, Santiago P, Bandrés O, Velasco I, Garcia-Fuentes E, Ares S, Moreno Navarro JC, Espada M, Muñoz A, Galofré JC, Puig-Domingo M. Iodine nutrition status in Spain Needs for the future. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*. 2020 Jan;67(1):61-69. English, Spanish. doi: 10.1016/j.endinu.2019.02.009. Epub 2019 Apr 5. PMID: 30962160.
29. Teti C, Panciroli M, Nazzari E, Pesce G, Mariotti S, Olivieri A, Bagnasco M. Iodoprophyllaxis and thyroid autoimmunity: an update. *Immunol Res*. 2021 Apr;69(2):129-138. doi: 10.1007/s12026-021-09192-6. Epub 2021 Apr 29. PMID: 33914231; PMCID: PMC8106604.
30. Vallejo Gutierrez C. ¿Cuál es el número de horas solares anuales en España por provincia? [Internet]. Powen.es. 21 abril 2022. [Consultado el 06/11/2022]. Disponible en: <https://powen.es/numero-horas-solares-enespana/#:~:text=Espa%C3%B1a%2C%20con%20alrededor%20de%20300,%2C%20Grecia%2C%20Francia%20y%20Portugal>.
31. Valtueña J, Aparicio-Ugarriza R, Medina D, Lizarraga A, Rodas G, González-Gross M, Drobnic F. Vitamin D Status in Spanish Elite Team Sport Players. *Nutrients*. 2021 Apr 15;13(4):1311. doi: 10.3390/nu13041311. PMID: 33921150; PMCID: PMC8071574.
32. Ramírez-Prada D, de la Torre MJ, Llórente-Cantarero FJ, Pérez-Navero JL, Gil-Campos M. Evaluación de la exposición solar, ingesta y actividad física en relación con el estado sérico de vitamina D en niñas prepúberes Españolas [Evaluation of solar exposure, intake and physical activity in relation with vitamin D serum status in Spanish prepubertal girls]. *Nutr Hosp*. 2012 Nov-Dec;27(6):1993-8. Spanish. doi: 10.3305/nh.2012.27.6.6065. PMID: 23588450.
33. Wardenaar F, Brinkmans N, Ceelen I, Van Rooij B, Mensink M, Witkamp R, De Vries J. Micronutrient Intakes in 553 Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Prevalence of Low and High Intakes in Users and Non-Users of Nutritional Supplements. *Nutrients*. 2017 Feb 15;9(2):142. doi: 10.3390/nu9020142. PMID: 28212284; PMCID: PMC5331573.
34. Kim SW, Jeong SW, An YJ. Application of a soil quality assessment system using ecotoxicological indicators to evaluate contaminated and remediated soils. *Environ Geochem Health*. 2020 Jun;42(6):1681-1690. doi: 10.1007/s10653-019-00321-7. Epub 2019 May 21. PMID: 31115717.
35. Ministerio de Cultura y Deporte, diisión estadística y estudios. Estadística del deporte federado 2021. [Internet] Mayo 2022. Madrid. [Revisado el 04/11/2022]. Disponible en <https://www.culturaydeporte.gob.es/dam/jcr:6b7e9a1a-e3e5-4b45-8ae5-6f187b50235f/estadistica-de-deporte-federado.pdf>
36. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya, SA). 18ª edición. 2016.
37. Wainwright P, Cook P. The assessment of iodine status - populations, individuals and limitations. *Ann Clin Biochem*. 2019 Jan;56(1):7-14. doi: 10.1177/0004563218774816. Epub 2018 May 30. PMID: 29703103.
38. OMS. Concentraciones de yodo en orina para establecer el estado nutricional de yodo en poblaciones. Sistema de Información Nutricional sobre Vitaminas y

- Minerales. [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2014 [consultado el 05/11/2022] Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/130836/1/WHO_NMH_NHD_EPG_14.3_spa.pdf?ua=1,
39. Ascoli W, Arroyave G. Epidemiology of endemic goitre in Central America. Association between prevalence and urinary iodine excretion. *Arch Latinoam Nutr* 1970; 20: 309–320.
 40. Zimmermann MB, Andersson M. Assessment of iodine nutrition in populations: past, present and future. *Nutr Rev* 2012; 70: 553–570.
 41. Donadio JLS, Duarte GBS, Borel P, Cozzolino SMF, Rogero MM. The influence of nutrigenetics on biomarkers of selenium nutritional status. *Nutr Rev*. 2021 Oct 11;79(11):1259-1273. doi: 10.1093/nutrit/nuaa136. PMID: 33570152.
 42. Veisa V, Kalere I, Zake T, Strele I, Makrecka-Kuka M, Upmale-Engela S, Skesters A, Rezeberga D, Lejnicks A, Pudule I, Grinberga D, Velika B, Dambrova M, Konrade I. Assessment of Iodine and Selenium Nutritional Status in Women of Reproductive Age in Latvia. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Nov 5;57(11):1211. doi: 10.3390/medicina57111211. PMID: 34833429; PMCID: PMC8622847.
 43. Carmona-Fonseca J. Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia. *Rev Panam Salud Publica*. 2010;28(5):388–98.
 44. Laustsen BH, Omland Ø, Würtz ET, Jørgensen L, Bønløkke JH. Serum selenium levels and asthma among seafood processing workers in Greenland. *Int J Circumpolar Health*. 2021 Dec;80(1):1972525. doi: 10.1080/22423982.2021.1972525. PMID: 34455939; PMCID: PMC8409947.
 45. Combs GF Jr. Biomarkers of selenium status. *Nutrients*. 2015 Mar 31;7(4):2209-36. doi: 10.3390/nu7042209. PMID: 25835046; PMCID: PMC4425141.
 46. Hurst R, Armah CN, Dainty JR, Hart DJ, Teucher B, Goldson AJ, Broadley MR, Motley AK, Fairweather-Tait SJ. Establishing optimal selenium status: results of a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2010 Apr;91(4):923-31. doi: 10.3945/ajcn.2009.28169. Epub 2010 Feb 24. PMID: 20181815; PMCID: PMC2844680.
 47. Bomer N, Grote Beverborg N, Hoes MF, Streng KW, Vermeer M, Dokter MM, IJmker J, Anker SD, Cleland JGF, Hillege HL, Lang CC, Ng LL, Samani NJ, Tromp J, van Veldhuisen DJ, Touw DJ, Voors AA, van der Meer P. Selenium and outcome in heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2020 Aug;22(8):1415-1423. doi: 10.1002/ejhf.1644. Epub 2019 Dec 6. PMID: 31808274; PMCID: PMC7540257.
 48. Al-Mubarak AA, van der Meer P, Bomer N. Selenium, Selenoproteins, and Heart Failure: Current Knowledge and Future Perspective. *Curr Heart Fail Rep*. 2021 Jun;18(3):122-131. doi: 10.1007/s11897-021-00511-4. Epub 2021 Apr 9. PMID: 33835398; PMCID: PMC8163712.
 49. Herrmann M, Farrell CL, Pusceddu I, Fabregat-Cabello N, Cavalier E. Assessment of vitamin D status - a changing landscape. *Clin Chem Lab Med*. 2017 Jan 1;55(1):3-26. doi: 10.1515/cclm-2016-0264. PMID: 27362963.
 50. Alt KW, Al-Ahmad A, Woelber JP. Nutrition and Health in Human Evolution-Past to Present. *Nutrients*. 2022 Aug 31;14(17):3594. doi: 10.3390/nu14173594. PMID: 36079850; PMCID: PMC9460423.
 51. Lontiris MI, Mazokopakis EE. A concise review of Hashimoto thyroiditis (HT) and the importance of iodine, selenium, vitamin D and gluten on the autoimmunity and dietary management of HT patients. Points that need more investigation. *Hell J Nucl Med*. 2017 Jan-Apr;20(1):51-56. doi: 10.1967/s002449910507. Epub 2017 Mar 20. PMID: 28315909.

52. Hu Y, Feng W, Chen H, Shi H, Jiang L, Zheng X, Liu X, Zhang W, Ge Y, Liu Y, Cui D. Effect of selenium on thyroid autoimmunity and regulatory T cells in patients with Hashimoto's thyroiditis: A prospective randomized-controlled trial. *Clin Transl Sci.* 2021 Jul;14(4):1390-1402. doi: 10.1111/cts.12993. Epub 2021 Apr 9. PMID: 33650299; PMCID: PMC8301566.
53. Illescas-Montes R, Melguizo-Rodríguez L, Ruiz C, Costela-Ruiz VJ. Vitamin D and autoimmune diseases. *Life Sci.* 2019 Sep 15;233:116744. doi: 10.1016/j.lfs.2019.116744. Epub 2019 Aug 8. PMID: 31401314.
54. Murdaca G, Tonacci A, Negrini S, Greco M, Borro M, Puppo F, Gangemi S. Emerging role of vitamin D in autoimmune diseases: An update on evidence and therapeutic implications. *Autoimmun Rev.* 2019 Sep;18(9):102350. doi: 10.1016/j.autrev.2019.102350. Epub 2019 Jul 16. PMID: 31323357.
55. Galofré JC, Fernández-Calvet L, Ríos M, García-Mayor RV. Increase incidence of thyrotoxicosis after iodine supplementation in an iodine sufficient area. *J Endocrinol Invest* 1994;17:23-7.
56. Wan S, Jin B, Ren B, Qu M, Wu H, Liu L, Boah M, Shen H. The Relationship between High Iodine Consumption and Levels of Autoimmune Thyroiditis-Related Biomarkers in a Chinese Population: a Meta-Analysis. *Biol Trace Elem Res.* 2020 Aug;196(2):410-418. doi: 10.1007/s12011-019-01951-9. Epub 2019 Nov 11. PMID: 31713113.
57. Petersen M, Bülow Pedersen I, Knudsen N, Andersen S, Jørgensen T, Perrild H, Ovesen L, Banke Rasmussen L, Thuesen BH, Carlé A. Changes in subtypes of overt thyrotoxicosis and hypothyroidism following iodine fortification. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2019 Nov;91(5):652-659. doi: 10.1111/cen.14072. Epub 2019 Sep 10. PMID: 31400012.
58. Wang B, He W, Li Q, Jia X, Yao Q, Song R, Qin Q, Zhang JA. U-shaped relationship between iodine status and thyroid autoimmunity risk in adults. *Eur J Endocrinol.* 2019 Sep;181(3):255-266. doi: 10.1530/EJE-19-0212. PMID: 31252413.
59. García-Mayor, R. Ríos, M. Galofré, J. Epidemiología de las enfermedades de la glándula tiroides en Galicia. Enero 2006. *Revista de medicina*, Vol. 50, Nº. 1, 2006, pags. 11-16
60. Avery JC, Hoffmann PR. Selenium, Selenoproteins, and Immunity. *Nutrients.* 2018 Sep 1;10(9):1203. doi: 10.3390/nu10091203. PMID: 30200430; PMCID: PMC6163284.
61. Kaprara A, Krassas GE. Selenium and thyroidal function; the role of immunoassays. *Hell J Nucl Med*2006; 9: 195-203.
62. Wang J, Lv S, Chen G, Gao C, He J, Zhong H, Xu Y. Meta-analysis of the association between vitamin D and autoimmune thyroid disease. *Nutrients.* 2015 Apr 3;7(4):2485-98. doi: 10.3390/nu7042485. PMID: 25854833; PMCID: PMC4425156.
63. Fernández Bustillo JM, Fernández Pombo A, Gómez Bahamonde R, Sanmartín López E, Gualillo O. Vitamin D levels in a pediatric population of a primary care centre: a public health problem? *BMC Res Notes.* 2018 Nov 8;11(1):801. doi: 10.1186/s13104-018-3903-7. PMID: 30409229; PMCID: PMC6225586.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.

CUESTIONARIO DE FRECUENCIA DE CONSUMO DE ALIMENTOS

Instrucciones:

- Por favor, marcar una única opción para cada alimento
- Para cada alimento, marque el recuadro que indica la frecuencia de consumo por término medio durante el año pasado. Se trata de tener en cuenta también la variación verano/invierno; por ejemplo, si tomas helados 4 veces/semana sólo durante los 3 meses de verano, el uso promedio al año es 1/semana

CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO

ALIMENTOS	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
A. LÁCTEOS									
1. Leche entera (1 taza, 200 cc)									
2. Leche semidesnatada (1 taza, 200 cc)									
3. Leche descremada (1 taza, 200 cc)									
4. Leche condensada (1 cucharada)									
5. Nata o crema de leche (1/2 taza)									
6. Batidos de leche (1 vaso, 200 cc)									
7. Yogurt entero (1, 125 gr)									
8. Yogurt descremado (1, 125 gr)									
9. Petit suisse (1, 55 g)									
10. Requesón o cuajada (1/2 taza)									
11. Queso en porciones o cremoso (1, porción 25 g)									
12. Otros quesos: curados, semicurados (Manchego, Bola, Emmental...) (50 gr)									
13. Queso blanco o fresco (Burgos, cabra...) (50 gr)									
14. Natillas, flan, puding (1, 130 cc)									
15. Helados (1 cucurucho)									

B.- HUEVOS, CARNES, PESCADOS Un plato o ración de 100-150 gr, excepto cuando se indique otra cosa)	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
16. Huevos de gallina (uno)									
17. Pollo o pavo con piel (1 ración o pieza)									
18. Pollo o pavo sin piel (1 ración o pieza)									
19. Carne de ternera o vaca (1 ración)									
20. Carne de cerdo (1 ración)									
21. Carne de cordero (1 ración)									
22. Conejo o liebre (1 ración)									
23. Hígado (ternera, cerdo, pollo) (1 ración)									
24. Otras vísceras (sesos, riñones, mollejas) (1 ración)									
25. Jamón serrano o paletilla (1 loncha, 30 g)									
26. Jamón York, jamón cocido (1 loncha, 30 g)									
27. Carnes procesadas (salchichón, chorizo, morcilla, mortadela, salchichas, butifarra, sobrasada, 50 g)									
28. Patés, foie-gras (25 g)									
29. Hamburguesa (una, 50 g), albóndigas (3 unidades)									
30. Tocino, bacon, panceta (50 g)									
31. Pescado blanco: mero, lenguado, besugo, merluza, pescadilla,... (1 plato, pieza o ración)									
32. Pescado azul: sardinas, atún, bonito, caballa, salmón, (1 plato, pieza o ración 130 g)									
33. Pescados salados: bacalao, mejillones,... (1 ración, 60 g en seco)									
34. Ostras, almejas, mejillones y similares (6 unidades)									
35. Calamares, pulpo, chipirones, jibia (sepia) (1 ración, 200 g)									
36. Crustáceos: gambas, langostinos, cigalas, etc. (4-5 piezas, 200 g)									
37. Pescados y mariscos enlatados al natural (sardinas, anchoas, bonito, atún) (1 lata pequeña o media lata normal, 50 g)									
38. Pescados y mariscos en aceite (sardinas, anchoas, bonito, atún) (1 lata pequeña o media lata normal, 50 g)									

C. - VERDURAS Y HORTALIZAS (Un plato o ración de 200 g ,excepto cuando se indique)	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
39. Acelgas, espinacas									
40. Col, coliflor, brócoles									
41. Lechuga, endivias, escarola (100 g)									
42. Tomate crudo (1, 150 g)									
43. Zanahoria, calabaza (100 g)									
44. Judías verdes									
45. Berenjenas, calabacines, pepinos									
46. Pimientos (150 g)									
47. Espárragos									
48. Gazpacho (1 vaso, 200 g)									
49. Otras verduras (alcachofa, puerro, cardo, apio)									
50. Cebolla (media unidad, 50 g)									
51. Ajo (1 diente)									
52. Perejil, tomillo, laurel, orégano, etc. (una pizca)									
53. Patatas fritas comerciales (1 bolsa, 50 g)									
54. Patatas fritas caseras (1 ración, 150 g)									
55. Patatas asadas o cocidas									
56. Setas, níscalos, champiñones									
D.- FRUTAS, POSTRE Y FRUTOS SECOS (una pieza o ración)	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
57. Naranja (una), pomelo (uno), mandarinas (dos)									
58. Plátano (uno)									
59. Manzana o pera (una)									
60. Fresas/fresones (6 unidades, 1 plato postre)									
61. Cerezas, picotas, ciruelas (1 plato de postre)									
62. Melocotón, albaricoque, nectarina (una)									
63. Sandía (1 tajada, 200-250 g)									
64. Melón (1 tajada, 200-250 g)									
65. Kiwi (1 unidad, 100 g)									
66. Uvas (un racimo, 1 plato postre)									
67. Aceitunas (10 unidades)									

68. Frutas en almíbar o en su jugo (2 unidades)									
69. Dátiles, higos secos, uvas-pasas, ciruelas-pasas (150 g)									
70. Almendras, cacahuetes, avellanas, pistachos, piñones (30 g)									
71. Nueces (30 g)									
¿Cuántos días a la semana tomas fruta como postre?	1	2	3	4	5	6	7		
E.-LEGUMBRES y CEREALES	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
Un plato o ración (150 g)		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
73. Lentejas (1 plato, 150 g cocidas)									
74. Alubias (pintas, blancas o negras) (1 plato, 150 g cocidas)									
75. Garbanzos (1 plato, 150 g cocidos)									
76. Guisantes, habas (1 plato, 150 g cocidos)									
77. Pan blanco, pan de molde (3 rodajas, 75 g)									
78. Pan negro o integral (3 rodajas, 75 g)									
79. Cereales desayuno (30 g)									
80. Cereales integrales: muesli, copos avena, all-bran (30 g)									
81. Arroz blanco (60 g en crudo)									
82. Pasta: fideos, macarrones, espaguetis, otras (60 g en crudo)									
83. Pizza (1 ración, 200 g)									
F.- ACEITES Y GRASAS	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
Una cucharada sopera para freír, untar, mojar en el pan, para aliñar, o para ensaladas, utilizas en total:		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
84. Aceite de oliva (una cucharada sopera)									
85. Aceite de oliva extra virgen (una cucharada sopera)									
86. Aceite de oliva de orujo (una cucharada sopera)									
87. Aceite de maíz (una cucharada sopera)									
88. Aceite de girasol (una cucharada sopera)									
89. Aceite de soja (una cucharada sopera)									
90. Mezcla de los anteriores (una cucharada sopera)									
91. Margarina (porción individual, 12 g)									
92. Mantequilla (porción individual, 12 g)									
93. Manteca de cerdo (10 g)									

G. - BOLLERIA Y PASTERIA	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
94. Galletas tipo maría (4-6 unidades, 50 g)									
95. Galletas integrales o de fibra (4-6 unidades, 50 g)									
96. Galletas con chocolate (4 unidades, 50 g)									
97. Repostería y bizcochos hechos en casa (50 g)									
98. Croissant, ensaimada, pastas de té u otra bollería industrial comercial... (uno, 50 g)									
99. Donuts (uno)									
100. Magdalenas (1-2 unidades)									
101. Pasteles (uno, 50 g)									
102. Churros, porras y similares (1 ración, 100 g)									
103. Chocolates y bombones (30 g)									
104. Cacao en polvo- cacaos solubles (1 cucharada de postre)									
105. Turrón (1/8 barra, 40 g)									
106. Mantecados, mazapán (90 g)									
H. – MISCELÁNEA	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
107. Croquetas, buñuelos, empanadillas, precocinados (una)									
108. Sopas y cremas de sobre (1 plato)									
109. Mostaza (una cucharadita de postre)									
110. Mayonesa comercial (1 cucharada sopera = 20 g)									
111. Salsa de tomate frito, ketchup (1cucharadita)									
112. Picante: tabasco, pimienta, pimentón (una pizca)									
113. Sal (una pizca)									
114. Mermeladas (1 cucharadita)									
115. Azúcar (1 cucharadita)									
116. Miel (1 cucharadita)									
117. Snacks distintos de patatas fritas: gusanitos, palomitas, maíz, etc. (1 bolsa, 50 g)									
118. Otros alimentos de frecuente consumo (especificar):									

I. – BEBIDAS	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
119. Bebidas carbonatadas con azúcar: bebidas con cola, limonadas, tónicas, etc. (1 botellín, 200 cc)									
120. Bebidas carbonatadas bajas en calorías, bebidas light (1 botellín, 200 cc)									
121. Zumo de naranja natural (1 vaso, 200 cc)									
122. Zumos naturales de otras frutas (1 vaso, 200 cc)									
123. Zumos de frutas en botella o enlatados (200 cc)									
124. Café descafeinado (1 taza, 50 cc)									
125. Café (1 taza, 50 cc)									
126. Té (1 taza, 50 cc)									
127. Mosto (100 cc)									
128. Vaso de vino rosado (100 cc)									
129. Vaso de vino moscatel (50 cc)									
130. Vaso de vino tinto joven, del año (100 cc)									
131. Vaso de vino tinto añejo (100 cc)									
132. Vaso de vino blanco (100 cc)									
133. Vaso de cava (100 cc)									
134. Cerveza (1 jarra, 330 cc)									
135. Licores, anís o anisetes ... (1 copa, 50 cc)									
136. Destilados: whisky, vodka, ginebra, coñac (1 copa, 50 cc)									

Si durante el año pasado tomaste vitaminas y/o minerales (incluyendo calcio) o productos dietéticos especiales (salvado, aceite de onagra, leche con ácidos grasos omega-3, flavonoides, etc.), por favor indica la marca y la frecuencia con que los tomaste:

SUPLEMENTOS DE VITAMINAS O MINERALES O DE LOS PRODUCTOS DIETÉTICOS	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		01-mar	1	2 a 4	5 a 6	1	2 a 3	4 a 6	más de 6
Suplemento que contenga yodo									
Suplemento que contenga selenio									
Cualquier forma de vitamina D									
Otros:									

