

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias de la Salud

**Efecto del consumo de las algas *Undaria pinnatifida* sobre el perfil
lipídico y medidas antropométricas de adultos sanos**

Sandra Elizabeth Orozco Echeverría

Gabriela Bustamante, MPH., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Médico

Quito, diciembre 2013

Universidad San Francisco de Quito.

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Efecto del consumo de las algas *Undaria pinnatifida* sobre el perfil
lipídico y medidas antropométricas de adultos sanos**

Sandra Elizabeth Orozco Echeverría

Gabriela Bustamante, MPH.
Directora de tesis

.....

Manuel Baldeón, PhD.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Hernán Quevedo, MD.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Michelle Grunauer, PhD.
Decana del Colegio de Ciencias de la salud

.....

Quito, diciembre 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Sandra Elizabeth Orozco Echeverría

C. I.: 1713671202

Fecha: Quito, diciembre 2013

RESUMEN

Objetivo: Determinar los cambios antropométricos (IMC, circunferencia abdominal y porcentaje de grasa) y de bioquímica sanguínea debido al consumo de 6g/d de *Undaria pinnatifida* o placebo en sujetos adultos, sanos.

Métodos: Se realizó un estudio clínico, doble ciego, aleatorizado con dos grupos, grupo de intervención (6g/día de *Undaria pinnatifida*) y placebo. Cada grupo se formó por 30 sujetos. Se tomó una muestra de sangre para analizar colesterol total, HDL, LDL, glucosa y triglicéridos a la semana 0 (basal), 4 y 8. Al mismo tiempo se midieron peso, talla, porcentaje de grasa, IMC, circunferencia de cintura y la presión arterial.

Resultados:

Dentro de cada grupo: En el grupo placebo, se encuentran valores de IMC que indican sobrepeso en el grupo de las mujeres (26.46 ± 4). Los valores de HDL en mujeres (43.14 ± 8 mg/dl) son bajos en relación a valores normales. De la misma manera, hay valores elevados de triglicéridos en los hombres desde el inicio del estudio (169.09 ± 104 mg/dl). Dentro del grupo de algas se encuentran valores de IMC en hombres (25.69 ± 4) y mujeres (25.88 ± 5) en los rangos de sobrepeso. Además, hay valores bajos de HDL en mujeres (47.8 ± 12 mg/dl) que no incrementan durante el período del estudio. Se observa también, valores elevados de triglicéridos en los hombres (166 ± 97 mg/dl). No se encuentran resultados estadísticamente significativos, $p < 0.05$.

Entre grupos: No se encuentran diferencias estadísticamente significativas.

Conclusiones: No se evidencia cambios estadísticamente significativos dentro de los parámetros antropométricos, presión arterial y bioquímica sanguínea. Se necesitan más estudios con suplementos dietéticos de *Undaria pinnatifida* en personas sanas para observar el efecto que produce.

ABSTRACT

Objective: To investigate the effect of a dose of 6g/d as a liquid suspension of *Undaria pinnatifida* (wakame) on the lipid profile, blood pressure, glucose, fat percentage, waist circumference y weight in Ecuadorian healthy people.

Methods: A double blind, randomized clinical trial was conducted with to groups, the intervention group (6g/day de *Undaria pinnatifida*) and a placebo group. Each group had 30 people. Blood samples were taken during week 0, week 4 and week 8, to analyze total cholesterol, HDL, LDL, glucose and triglycerides. At the same time, weight, fat percentage, BMI, waist circumference and blood pressure were measured. Height was measured just once at the beginning of the trial, week 0.

Results:

Results within groups: In the placebo group, BMI shows values of overweight in women (26.46 ±4). Values of HDL in women (43.14±8 mg/dl) are lower than expected in comparison with normal values. Triglyceride's values in men (169.09±104 mg/dl) are higher than the normal values in men since the beginning of the trial. In the group of algae, BMI also shows values according to overweight in men (25.69 ±4) and women (25.88 ±5). HDL has low values in women (47.8±12 mg/dl) that do not increase during the trial. There are also high values of triglycerides in men (166±97 mg/dl). There are no significant changes, $p < 0.05$.

Between groups: There are no significant changes.

Conclusions: There are no significant changes among the variables studied. The benefit of a diet supplement with *Undaria pinnatifida* among healthy people for reduction on lipid profile and anthropometric measurements needs further studies.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
TABLAS Y GRAFICOS	8
MARCO TEORICO	9
Enfermedad Cardiovascular (ECV).....	9
Epidemiología mundial de ECV y de los factores de riesgo	10
Epidemiología en Latinoamérica.....	12
Epidemiología en Ecuador.....	13
Prevención	15
<i>Undaria pinnatifida</i>	16
INTRODUCCION.....	18
MATERIALES Y METODOS.....	20
Población y muestra de estudio	20
Selección de voluntarios.....	20
Consentimiento informado	21
Diseño del estudio	21
Instrumentos utilizados.....	22
Manejo de las muestras.....	23
Análisis Estadístico.....	23
RESULTADOS	24
Datos dentro del grupo	25
Datos entre grupos	26
DISCUSION.....	30
REFERENCIAS	33

TABLAS Y GRAFICOS

Tabla 1: Datos basales.....	25
Tabla 2: Resultados dentro del grupo placebo.....	29
Tabla 3: Resultados dentro del grupo algas.....	30
Tabla 4: Resultados comparación de grupos.....	31

MARCO TEORICO

Enfermedad Cardiovascular (ECV)

La enfermedad cardiovascular afecta más a los adultos mayores de 65 años. Según el Centers for Disease Control and Prevention, en el 2010, la prevalencia de ECV era de 29.8% en mayores de 65 años y de 7,1% en personas entre 45 y 64 años (CDC, 2011). La ECV está compuesta por 4 enfermedades. La primera de ellas es la enfermedad coronaria que involucra el infarto de miocardio, angina y falla cardiaca. La segunda es la enfermedad cerebrovascular que comprende el accidente cerebrovascular (ACV) y el accidente isquémico transitorio (AIT). También se incluye la enfermedad arterial periférica que se presenta con claudicación intermitente. Finalmente, la aterosclerosis aórtica y aneurisma aórtico torácico o abdominal forman parte de las ECV (Wilson 2013).

Se han identificado factores de riesgo de ECV. Estos son edad, género masculino, historia familiar, hipertensión arterial, dislipidemia y tabaquismo. Se considera a la edad como un factor de riesgo debido a que la prevalencia de las enfermedades cardiovasculares aumentan con cada década, 2% en 40-50 años, 3,5% en 51 a 60 años, 7.1% en 61 a 70 años, 13% en 71 a 80 años, 22.3% en 81 a 90 años y 32.5% en 91 a 100 años (Wilson, 2013). Dentro del género, las mujeres tienen 20% menos de riesgo para infarto de miocardio, ACV y falla cardiaca (Wilson, 2013). Esto se debe a variaciones en el cromosoma Y que son heredadas (Wilson, 2013). A causa de esto, el género masculino es considerado un factor de riesgo no modificable. La historia familiar representa un factor de riesgo debido a que se han encontrado enfermedades genéticas como hipercolesterolemia familiar que ponen en riesgo de dislipidemia (Austin, 2004). Además, se considera como riesgo el presentar historia de infarto de miocardio o muerte por enfermedad cardiaca en

hombres menores de 50 años o mujeres menores de 60 años, primer grado de consanguinidad (Wilson, 2013). La hipertensión arterial es causa del 54% de accidente cerebrovascular y 25% de otras ECV's, lo que produce aproximadamente 7.6 millones de muertes anuales, en el mundo (Lawes, et.al, 2008). La dislipidemia, como factor de riesgo, se refiere al aumento de colesterol total, LDL aumentado, HDL disminuido, hipertrigliceridemia, aumento de lipoproteína A, aumento de apolipoproteína C-III y diferentes genotipos de apoE (Wilson, 2013). Se ha encontrado que el tabaquismo produce un aumento de 6 veces el riesgo de infarto de miocardio en mujeres y 3 veces en hombres que han fumado al menos 20 cigarrillos diarios (Wilson, 2013). En relación a la dieta, aumenta el riesgo de ECV, el consumo de carnes rojas y lácteos con alto porcentaje de grasa, mientras que el consumo de frutas, vegetales y fibra disminuye el riesgo (Wilson, 2013). El sedentarismo es considerado un factor de riesgo debido a que el ejercicio produce beneficios a nivel de aumento de HDL, disminución de presión arterial, disminución de resistencia a la insulina y pérdida de peso (Wilson, 2013). Finalmente, la obesidad produce aterosclerosis, hipertensión, resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa, hipertrigliceridemia, disminución de HDL, niveles bajos de adiponectina por lo que es considerada un factor de riesgo (Wilson, 2013).

Epidemiología mundial de ECV y de los factores de riesgo

Las enfermedades crónicas han aumentado al pasar los años. Actualmente, las enfermedades crónicas son las contribuidoras dominantes de la carga global de enfermedad, siendo la enfermedad cardiovascular (ECV) el mayor contribuidor (Fuster, 2010). En el 2008, aproximadamente, 17.3 millones de personas murieron a causa de ECV, siendo más del 80% de esto, en países de presupuesto medio-bajo (OMS, 2013). Según la OMS, habrá 23.3 millones de personas que morirán por causa de ECV's en el 2030 (OMS,

2013). Por esta razón, se han hecho varias investigaciones sobre los factores de riesgo cardiovasculares.

Dentro de los factores de riesgo cardiovasculares se encuentran dos tipos: modificables y no modificables. Los factores de riesgo no modificables son: Sexo masculino, edad, antecedentes familiares y susceptibilidad genética. Los modificables son: hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus (DM), obesidad, dislipidemia, sedentarismo y tabaquismo. Estos factores de riesgo fueron descubiertos gracias a varios estudios realizados. El primer estudio se realizó en 1932, en el que se describió la relación entre la dieta y la ECV (O'Donnell, 2008) En 1948, se realizó el estudio de Framingham. Este cohorte ha incluido 3 generaciones para estudiar los factores de riesgo.

Después de 4 años de seguimiento a la primera generación del estudio, se encontró que el colesterol alto y la presión arterial alta son factores importantes para el desarrollo de ECV (O'Donnell, 2008). El LDL está directamente asociado con ECV (O'Donnell, 2008). Se encontró que la reducción del 10% en el colesterol sérico produce una disminución en el riesgo de ECV de 50% a los 40 años, 40% a los 50 años, 30% a los 60 años y 20% a los 70 años (O'Donnell, 2008). El estudio Cooperative Lipoprotein apoyó a los resultados del estudio Framingham en que el HDL se relaciona con la aterosclerosis (Castelli, et.al, 1977). Al elevar el HDL, hay disminución del riesgo de ECV (O'Donnell, 2008). En relación a la presión arterial, se ha encontrado una asociación con la ECV. El incremento de 20mmHg en la presión sistólica o 10mmHg en la presión diastólica, en personas de 40 a 70 años, aumenta en un 50% el riesgo de ECV (O'Donnell, 2008). El tratamiento antihipertensivo ha disminuido en 35-40% la incidencia de accidente cerebro vascular, 20-25% de infarto de miocardio y más del 50% de falla cardíaca (O'Donnell, 2008). El estudio de Framingham también obtuvo resultados sobre la diabetes. Esta enfermedad está

asociada, con un aumento de 2-3 veces , con el riesgo de ECV; además tiene mayor probabilidad de hipertrigliceridemia, bajo HDL, presión arterial alta y obesidad (O'Donnell, 2008). La obesidad no solo está relacionada con ECV, también con enfermedad coronaria, diabetes mellitus tipo II, hipertensión, cáncer y apnea del sueño (O'Donnell, 2008). Produce alternaciones en el perfil metabólico y adaptaciones de la estructura cardíaca y su función por la acumulación de tejido adiposo (O'Donnell, 2008). Todos estos factores de riesgo han sido estudiados para encontrar una terapia preventiva y disminuir la morbimortalidad que produce la ECV.

Epidemiología en Latinoamérica

La prevalencia e incidencia de las enfermedades crónicas ha aumentado. En el 1995, la OMS publicó la mortalidad cardiovascular en varios países de Latinoamérica. Cuba tenía el porcentaje más alto con 43.5%, seguido de Argentina con 38.3%, Uruguay con 37.9%, Venezuela con 31.2%, Colombia con 30.9%, Costa Rica con 30.7%, Chile con 29%, Brasil con 27,4%, Nicaragua con 22.4%, Ecuador con 18.7%, México con 14,8% y Perú con 11.9% (Hernández, 2004). El Consenso Latinoamericano sobre Hipertensión Arterial muestra datos sobre prevalencia de hipertensión, sobrepeso, sedentarismo, tabaquismo y dislipidemia en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Brasil y Paraguay tienen la mayor prevalencia de hipertensión arterial con 35%, mientras que Colombia tiene la prevalencia más baja con 23% (Consenso Latinoamericano de Hipertensión Arterial, 2000). En relación al sobrepeso, Uruguay tiene la prevalencia más alta con 59,7% y Brasil la menor con 13% (Consenso Latinoamericano de Hipertensión Arterial, 2000). El sedentarismo es del 90,8% en Chile y en México del 30.8% (Consenso Latinoamericano de Hipertensión Arterial, 2000). Chile tiene el 42% de tabaquismo y Uruguay el 15.7% (Consenso

Latinoamericano de Hipertensión Arterial, 2000). La prevalencia de dislipidemia es del 61% en Colombia y el 5.7% en Venezuela (Consenso Latinoamericano de Hipertensión Arterial, 2000). Los países Latinoamericanos tienen datos altos de prevalencia de los factores de riesgo de ECV. El estudio CARMELA se realizó en siete ciudades de Latinoamérica para valorar el riesgo cardiovascular en Latinoamérica. Este estudio obtuvo que la hipertensión arterial tiene una prevalencia de 18% (9-29%), la hipercolesterolemia del 14% (6-20%), la diabetes del 7% (4-9%), el síndrome metabólico del 20% (14-27%), la obesidad del 23% (18-27%) y la de tabaquismo del 30% (22-45%). Aproximadamente el 13% de los sujetos presentan historia familiar de ECV y el 2% mencionó haber sufrido un infarto o accidente cerebrovascular previos (Palmira, 2011).

Epidemiología en Ecuador

El Ministerio de Salud Pública del Ecuador ha encontrado un aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles en el país desde 1994 hasta el 2009 (MSP, 2011). Desde 1994 a 2009, la prevalencia de diabetes mellitus incrementó de 142 por 100,000 habitantes a 1084, mientras que la hipertensión arterial pasó de 63 a 488 por 100,000 habitantes (MSP, 2011). La prevalencia de diabetes mellitus y de hipertensión arterial son mayores en la costa y en la zona insular, siendo mayor en el sexo femenino (MSP, 2011). Las ECV están entre las primeras causas de mortalidad, 6 de cada 10 muertes son por ECV (MSP, 2011). La prevalencia de presión arterial en Ecuador según el estudio De la hipertensión en Latinoamérica, es del 28.7% (Hernández, 2004). Los datos del Consenso Latinoamericano sobre hipertensión arterial son: sobrepeso con 41%, sedentarismo 34.9%, tabaquismo 24.8% y de la dislipidemia no se obtienen datos.

La hipertensión arterial es la patología que más ha aumentado en el país desde el 2007 al 2009 (MSP, 2011). En el 2009 hubieron 1084/100000 habitantes, mientras que en

el 2000 hubieron 256/100000 habitantes (MSP, 2011). La incidencia por regiones es la siguiente: Costa: 1351/100000 habitantes, Sierra: 839/100000 habitantes, Amazonía con 806/100000 habitantes y la región Insular con 645/100000 habitantes (MSP, 2011). Las provincias de la costa son las más afectadas por esta patología. La provincia con mayor incidencia es Manabí con 2261/100000 habitantes en el 2009, le sigue Esmeraldas con 2223/100000 habitantes, Cañar con 2134/100000 habitantes, Los Ríos con 1761/100000 habitantes, Azuay con 1381/100000 habitantes y Napo con 1150/100000 (MSP, 2011).

Según Bernstein, el sobrepeso y la obesidad en el país se deben a los cambios económicos como políticas internacional para la entrada de corporaciones de alimentos transnacionales y demográficos como crecimiento de la población, urbanización y estructura etaria (Bernstein, 2013). La OMS obtuvo datos en los que se demostró que el 60% de la población come menos de 3 porciones de frutas y vegetales por días y casi el 90% come menos de 5 porciones al día (Bernstein, 2013). Desde 1989 hasta el 2003, el consumo calórico aumentó de 2490kcal a 2710kcal, siendo 100g de grasa al día (Bernstein, 2013). En el 2005, la OMS reportó que 40% de los hombres y 50% de las mujeres tenían sobrepeso ($IMC > 25$) y 6% de los hombres y 16% de las mujeres eran obesos ($IMC > 30$) (Bernstein, 2013).

El estudio CARMELA realizado en siete ciudades de Latinoamérica obtuvo la prevalencia del síndrome metabólico en Quito siendo del 14%. (Palmira, 2011).

La dislipidemia fue muy prevalente para Quito: 52,2% y 38,1% en hombres y mujeres respectivamente” (Palmira, 2011). La presión arterial se incrementaba con la edad en hombres y en mujeres y la presión del pulso se incrementó mayormente en el grupo de 55 a 64 años”, teniendo una prevalencia del 9% (Palmira, 2011).

Prevención

La American Heart Association propone 7 parámetros saludables que son: no fumar, ser físicamente activo, tener una presión normal, nivel normal de glucosa, valores normales de colesterol, peso adecuado y una dieta saludable (Wilson, 2013). En un estudio realizado por NHANES de 1988 a 1994 y un seguimiento en el 2006, se encontró que solo el 2% de 15305 pacientes, lograron completar los 7 parámetros propuestos (Wilson, 2013). En personas que cumplieron 6 o 7 parámetros la mortalidad general y vascular disminuyeron, HR 0.49, 95% CI 0.33-0.74 y HR 0.24, 95% CI 0.13-0.47, respectivamente (Wilson, 2013).

Las guías de la OMS para disminuir el riesgo cardiovascular incluyen: dejar de fumar o disminuir la cantidad de tabaco consumido o no empezar a fumar, tener una dieta saludable, ser físicamente activo, reducir el IMC, disminuir la circunferencia de cintura, disminuir el índice cintura/cadera, disminuir la presión arterial, disminuir el colesterol y el LDL, controlar la glicemia y antiagregación en casos necesarios (OMS, 2007).

Una de las recomendaciones más importantes para la prevención de enfermedades cardiovasculares es la modificación de la dieta. Se han hecho estudios sobre la dieta mediterránea, que consta de un consumo alto de aceite de oliva, nueces, frutas y cereales; bajo consumo de lácteos y carnes rojas; y consumo moderado de vino con las comidas (Estruch, 2013). En los estudios se ha visto que una dieta mediterránea alta en aceite de oliva y nueces disminuye el riesgo de enfermedad cardiovascular entre las personas que tienen alto riesgo cardiovascular (Estruch, 2013). Asimismo, se ha hecho estudios con una dieta alta en ácido linoleico, Lyon diet study, en el que se observó que el consumo de omega 3 en la dieta es importante para la salud cardiovascular (Etherton, 2001). El omega

3 produce un efecto cardioprotector por varios mecanismos como: prevención de arritmias, propiedades antiinflamatorias, disminución en la síntesis de citoquinas, estimulación del óxido nítrico, efecto antitrombótico, precursor de prostaglandinas y leucotrienos e inhibidor de la aterosclerosis (Etherton, 2001). Sin embargo, el omega 3 no es la única molécula en los alimentos que puede producir un efecto beneficioso. Se ha encontrado en la dieta de los japoneses que las algas presentan varios efectos provechosos para la salud.

Undaria pinnatifida

La *Undaria pinnatifida* es un alga que se cultiva principalmente en Asia (Hiscock, 2006). Es muy utilizada en la industria de alimentos por ser rica en fibra, baja en grasa, y rica en vitaminas y minerales (Hiscock, 2006). Recientemente, se ha puesto gran interés en esta alga debido a que presenta componentes bioactivos que poseen efectos beneficios para la salud. La pared celular del alga es rica en polisacáridos sulfatados como el fucoidan en algas cafés, carrageenan en algas rojas y ulvans en algas verdes (MacArtain, 2007). Los polisacáridos presentan beneficios a nivel de anticoagulación, antiviral, antioxidante e inmunomodulador (MacArtain, 2007).

La *Undaria pinnatifida* es una fuente de compuestos bioactivos como omega 3, carotenoides (fucoxantina) y fucoidán (Billakanti, 2005). En el estudio de Jane Teas, et al, se comprobó que una dosis de 6g diarios de *Undaria pinnatifida*, en pacientes con síndrome metabólico, redujo los niveles de presión arterial y de circunferencia de cintura (Teas, 2009). En el estudio de Hata, se concluyó que el consumo de 5g diarios de este tipo de alga, redujo 8mmHg de la presión sistólica y de la presión diastólica (Hata, 2001). El estudio realizado por Kunio Suetsuna, et.al reveló que este tipo de alga tiene 4 dipéptidos (Tyr-His, Lys-Tyr, Phe-Tyr, and Ile-Tyr) que tienen una función de inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina (Suetsuna, et.al, 2004). En el mismo, se demostró que el

wakame (*Undaria pinnatifida*), disminuye la presión arterial en ratas. La reducción de lípidos sería por medio de la unión de la grasa de la dieta y los ácidos biliares al tracto gastrointestinal, la actividad “heparin-like” y la retención de agua causada por la fibra del alga (Teas, 2009). Según Panlasigui, el alga roja (carrageenan) disminuyó el colesterol y los triglicéridos en un 32% en 8 semanas (Panlasigui, 2003). Maeda estudió el efecto de la fucoxantina en relación al tejido graso. En su estudio con ratones, se obtuvieron resultados en relación al tejido adiposo café. La proteína mitocondrial UCP1 se expresa en el tejido adiposo café, lo que ayuda en la reducción de grasa abdominal (Maeda, 2009). La fucoxantina disminuyó el tejido adiposo café por el aumento de expresión de UCP1 en los ratones (Maeda, 2009). Estos resultados demuestran que la fucoxantina regula la expresión de UCP1 en el tejido adiposo café (Maeda, 2009).

INTRODUCCION

Las enfermedades cardiovasculares producen 6 de cada 10 muertes en el Ecuador (MSP, 2011). Dentro de los factores de riesgo más importantes está la hipertensión arterial, cuya prevalencia en el país en el 2009 fue de 1084/100000 habitantes (MSP, 2011). El sobrepeso y la obesidad tienen cifras altas en el Ecuador, siendo de 40% de sobrepeso en los hombres y de 50% en las mujeres (IMC > 25) y 6% de los hombres y 16% de las mujeres eran obesos (IMC > 30) (Bernstein, 2013). El problema de dislipidemia presenta una prevalencia de 52.2% en hombres y 38.1% en mujeres. Según las recomendaciones de la OMS y de la American Heart Association, uno de los principales métodos para la prevención de las enfermedades cardiovasculares es la modificación de la dieta. Se recomienda seguir la dieta mediterránea que consta de un alto consumo de aceite de oliva, frutas, vegetales y cereales; bajo consumo de lácteos, carne roja, alimentos procesados; y consumo de vino en moderación con las comidas (Estruch, 2013). Se ha notado también que el consumo de una dieta japonesa, incluyendo algas, está asociado a un efecto protector en relación a las enfermedades cardiovasculares (Teas, 2009). La *Undaria pinnatifida* es un alga que se cultiva principalmente en Asia (Hiscock, 2006). Es muy utilizada en la industria de alimentos por ser rica en fibra, baja en grasa, y rica en vitaminas y minerales (Hiscock, 2006). Recientemente, se ha puesto gran interés en esta alga debido a que presenta componentes bioactivos que poseen efectos beneficios para la salud. La pared celular del alga es rica en polisacáridos sulfatados como el fucoidan en algas cafés, carrageenan en algas rojas y ulvans en algas verdes (MacArtain, 2007). Los polisacáridos presentan beneficios a nivel de anticoagulación, antiviral, antioxidante e inmunomodulador (MacArtain, 2007). En el estudio de Jane Teas, et al, se comprobó que una dosis de 6g diarios de *Undaria pinnatifida*, en pacientes con síndrome metabólico, redujo los niveles

de presión arterial y de circunferencia de cintura (Teas, 2009). En el estudio de Hata, se concluyó que el consumo de 5g diarios de este tipo de alga, redujo 8mmHg de la presión sistólica y de la presión diastólica (Hata, 2001). Debido a esto, la introducción de algas marinas en la dieta de los ecuatorianos podría reducir los valores del perfil lipídico, presión sanguínea, glucosa y medidas antropométricas. El objetivo del presente estudio es determinar los cambios antropométricos (IMC, circunferencia abdominal y porcentaje de grasa) y de bioquímica sanguínea debido al consumo de las algas o placebo en sujetos adultos, sanos. Con los datos que se obtengan en este estudio, se podría dar más información sobre los parámetros en los que actúa el alga *Undaria pinnatifida* y así poder hacer más estudios que identifiquen los componentes involucrados en su mecanismo de acción.

MATERIALES Y METODOS

Población y muestra de estudio

La población del estudio está dentro de un grupo de edad de 18 a 50 años, por lo que se escogió a un grupo representativo de 60 personas adultas que no tenían un diagnóstico de síndrome metabólico. Los criterios de inclusión que se seleccionaron para el estudio incluyeron que el sujeto no presente síndrome metabólico y que esté dentro del grupo de edad entre los 18 y 50 años. Se consideraron criterios de exclusión para la muestra del estudio. Dentro de estos están el no aceptar o no firmar el consentimiento informado, formar parte de un programa de pérdida de peso, estar embarazada o planear estarlo en el transcurso del estudio, planear salir fuera del lugar donde se realiza el estudio, tener diagnóstico de una enfermedad tiroidea como hipotiroidismo, hipertiroidismo, bocio de cualquier etiología, presentar historia de alergia a las algas, mariscos o yodo y tener el diagnóstico de diabetes.

Selección de voluntarios

Las personas incluidas en el estudio fueron voluntarios que trabajan en un laboratorio particular, quien elaboró la suspensión de algas. La mayoría de las personas que trabajan en el laboratorio son de un nivel socioeconómico medio y bajo. Se repartieron volantes con la información sobre el estudio. Los interesados se comunicaron con el gerente de Laboratorios CC. El gerente se encargó de comunicar al investigador cuántos voluntarios hay y a partir de esto se hizo una reunión para informar a los participantes de qué se trata el estudio y se les dio una copia del consentimiento informado. Si la persona estaba interesada, firmaba el consentimiento informado y asistía a la primera evaluación que se realizó en los laboratorios de la Universidad San Francisco de Quito. Para asegurar

que la participación sea 100% voluntaria, se decidió que si algún trabajador decidía no participar, este no perdía ningún beneficio ni sería perjudicado de manera alguna. El estudio fue evaluado, aprobado y supervisado por el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito.

Para ser elegido, primero se llenó un cuestionario con los datos básicos del paciente y también se tomó una muestra de sangre para analizar glucosa, colesterol total, HDL, LDL y triglicéridos. Además, se midió la presión arterial, peso, porcentaje de grasa y la circunferencia de la cintura. Al ser elegido, se tomó otra muestra de sangre con la que se analizaron los mismos datos y también se midió el peso y la talla para crear la línea de base.

Consentimiento informado

El consentimiento informado fue explicado detalladamente en la primera visita a los laboratorios de la Universidad San Francisco de Quito. El participante firmó el consentimiento si es que estaba de acuerdo y si lo quería hacer voluntariamente. Cada consentimiento informado fue firmado también por otro miembro del equipo que fue el testigo.

Diseño del estudio

El estudio es un estudio clínico, doble ciego, aleatorizado. Cada grupo, intervención (6g/día de *Undaria pinnatifida*) y placebo, se formó por 30 sujetos escogidos aleatoriamente. Se tomó una muestra de sangre para analizar colesterol total, HDL, LDL, glucosa y triglicéridos a la semana 0 (basal), semana 4 y semana 8. Al mismo tiempo se tomaron las medidas antropométricas: peso, porcentaje de grasa, IMC, circunferencia de cintura y se midió la presión arterial. La talla sólo fue medida una vez y se lo hizo en la semana 0 al tomar los datos para la línea de base.

La aleatorización de los grupos de intervención y de placebo se realizó al inicio del estudio. A cada paciente se le entregó el consentimiento informado con un número en la esquina izquierda que le asignó al grupo correspondiente. Los sujetos que tenían el número hasta el 30 fueron parte del grupo de placebo y a partir del número 31 fueron parte del grupo de toma de algas. A todos los participantes se les dio las indicaciones de cómo tomar el jarabe de algas. El jarabe de algas y el jarabe de placebo tenían la misma presentación, consistencia, color y olor. Los jarabes llegaron al laboratorio de la Universidad San Francisco de Quito en cajas etiquetadas como A y B. Llegaron el mismo día en el que los sujetos debían ir a la revisión de su progreso en el estudio clínico. En cada visita que hicieron, a parte de la muestra de sangre y la toma de las medidas antropométricas, se les entregó una encuesta sobre la calidad del jarabe, su adherencia al mismo y si ha habido efectos secundarios al tratamiento. Además, se les entregó dos frascos del jarabe que les debía durar hasta su siguiente visita. Los sujetos llegaron al laboratorio a partir de las 7:30 am hasta las 10:00am en ayunas para las muestras de sangre. Esto se hizo cada dos semanas. El estudio empezó en diciembre y terminó en febrero del 2009.

Instrumentos utilizados

La toma de datos y muestras para las variables analizadas se realizaron por una enfermera y una ayudante de investigación que permanecieron ciegas al estatus del participante. Los instrumentos que se utilizaron fueron un tensiómetro electrónico para la presión arterial. Se utilizó también una balanza electrónica para el peso. Además, se introducían los datos de cada paciente para el cálculo de IMC y de porcentaje de grasa. Se usó una cinta métrica para la circunferencia de cintura. Se contó también con un equipo de venopunción, en el que se utilizó el vacutainer. Para las muestras sanguíneas se usó un equipo de procesamiento de muestras sanguíneas, un equipo de almacenamiento de

muestras sanguíneas y un kit de análisis de muestras sanguíneas para HDL, LDL, triglicéridos y glucosa. Para indagar sobre la adherencia y calidad del jarabe se entregó un cuestionario para ser llenado por los participantes del estudio.

Manejo de las muestras

Las muestras de sangre se tomaron cada 2 semanas a todos los participante del estudio. Estas fueron centrifugadas inmediatamente despues de la toma de la muestra. Se tomó muestra del suero de cada participante y se colocó en tubos de Eppendorf que fueron refrigerados hasta el final del estudio. Todas las muestras se analizaron una vez que terminó el estudio.

Análisis Estadístico

Los resultados del análisis de las muestras de la semana 0 se consideraron como los datos de base. Se repitió el mismo análisis con las muestras de las semanas 4 y 8. Se compararon los datos entre estos tres puntos, dentro del grupo de algas y placebo y entre los dos grupos. Para ver la distribución normal de los datos obtenidos se realizaron histogramas y la prueba de Kolgomorov Smirnov. Se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes sin asumir varianzas iguales para los datos basales y las comparaciones entre grupos. Para identificar cambios en las medidas biológicas que ocurrieron a lo largo del estudio (entre las semanas 0, 4 y 8) se usó la prueba ANOVA y la prueba t de Student para muestras pareadas para investigar cambios específicos. El programa estadístico que se utilizó es el SPSS 20. Se utilizó $p < 0.05$ para que los resultados sean considerados como estadísticamente significativos.

RESULTADOS

Características generales de los participantes

El estudio comenzó con 60 participantes, 30 en el grupo placebo y 30 en el grupo de algas, la cantidad de hombres y mujeres dentro de cada grupo de tratamiento fue similar, Tabla 1. El estudio terminó con 49 participantes, 26 en el grupo de algas y 23 en el grupo de placebo. A la primera semana del estudio, 2 participantes, 1 del grupo placebo y 1 del grupo de algas, salieron debido a que debían abandonar la ciudad por motivos de trabajo. La segunda semana salió otro participante del grupo placebo debido a que se encontró en exámenes de control por su médico, problemas tiroideos. Otro participante del grupo placebo, abandonó el estudio por falta de adherencia. Los 7 sujetos restantes, no se sabe la causa de su abandono. A pesar del abandono de 11 personas, no hay diferencias basales estadísticamente significativas entre el grupo de algas y el grupo placebo (Tabla 1). Los participantes del estudio tenían valores normales de todas las variables medidas al inicio del estudio, excepto IMC y HDL en mujeres. La media de IMC en el grupo de algas es de 25.76 y en el grupo placebo es de 25.23, lo que indica sobrepeso. Las mujeres presentan valores menores a 50mg/dl de HDL, lo que representa valores bajos. A pesar de los datos anormales de IMC y HDL los voluntarios no presentaron signos o síntomas clínicos de ninguna clase.

Tabla 1: Datos basales

	Grupo 1 (Algas)	Grupo 2 (Placebo)	Valor p
Sexo			
Hombres	16	16	
Mujeres	10	7	
Colesterol Total (mg/dl)	167.12 ±33	162.83 ± 38	0.68
HDL (mg/dl)			
Hombres	42,75 ±9	40,88 ±7	0.52

Mujeres	47,8 ±12	43,14 ±8	0.39
LDL (mg/dl)	94.46 ±29	91.91±31	0.77
Triglicéridos (mg/dl)	144.46 ±83	149.09 ±96	0.86
Glucosa (mg/dl)	82.54 ±8	82.26 ±8	0.9
Peso (kg)	65.98 ±14	67.19 ± 11	0.74
Porcentaje de grasa (%)	26.82 ±9	25.87 ±8	0.71
Circunferencia de cintura (cm)			
Hombres	85,38 ±9	84,22 ±8	0.86
Mujeres	78.3 ±11	80,64 ±8	0.72
IMC	25.76 ±4	25.23 ±3	0.61
Presión sistólica (mmHg)	116.77 ±13	115.39 ±16	0.75
Presión diastólica (mmHg)	76.54 ±9	75.48 ±12	0.74

*Valores promedio de las medidas tomadas en la semana 0

* Valor p obtenido con prueba T de student

* ± Desviación estándar

* **Valores anormales dentro de la línea basal**

Datos dentro del grupo

Grupo Placebo

En la tabla 2 se indican los cambios antropométricos, de presión sanguínea y parámetros bioquímicos sanguíneos observados durante el periodo de estudio. Los datos demuestran que al inicio del estudio, el promedio del IMC de las mujeres voluntarias, estuvo en el límite inferior de sobrepeso durante todo el estudio. Además, se observó que los valores de HDL en mujeres estuvieron por debajo de los rangos normales y estos valores no cambiaron significativamente durante el estudio. Finalmente, el promedio para triglicéridos para los hombres, estuvo anormalmente alto y no hubieron cambios significativos de las concentraciones de TG entre el inicio y el final del estudio. El resto de variables de la tabla 2, al inicio del estudio y al final del estudios, estuvieron dentro de los rangos normales. Un patrón similar en los datos antropométricos, presión sanguínea y parámetros bioquímico, se observaron a las 4 y 8 semanas del estudio. Los datos anormales

de HDL e IMC para las mujeres y triglicéridos para los hombres, se mantuvieron durante todo el estudio.

Grupo Algas

En la tabla 3 se indican los cambios antropométricos, de presión sanguínea y parámetros bioquímicos sanguíneos observados durante el periodo de estudio. Con los datos obtenidos se puede observar que al inicio del estudio, el promedio del IMC en hombres y mujeres, estuvieron en el rango de sobrepeso y no fueron estadísticamente diferentes al final del estudio. Se pudo observar también que los valores de HDL en mujeres estuvieron por debajo de los rangos normales durante todo el estudio. De la misma manera que en el grupo placebo, el promedio para triglicéridos en los hombres, estuvo alto en relación a los valores normales al inicio y al final del estudio. En las demás variables estudiadas, se observa un patrón de valores normales, tabla 3. Se mantiene un patrón equivalente en los datos antropométricos, presión sanguínea y parámetros bioquímico, a las 4 y 8 semanas del estudio. Los valores anormales de HDL para las mujeres, triglicéridos para los hombres e IMC para hombres y mujeres, se mantuvieron durante todo el estudio.

Datos entre grupos

Como se indicó en la sección anterior, los dos tratamientos no modificaron los parámetros antropométricos, presión sanguínea o parámetros bioquímicos. Consecuentemente, la comparación entre estos dos grupos de tratamiento no indicó mayores diferencias en los parámetros estudiados.

Tabla 2: Resultados dentro del grupo placebo

Placebo		Basal		4 Semanas			8 Semanas			ANOVA	
Medida		n	Media (SD)	n	Media (SD)	Valor p (0-4s)	n	Media (SD)	Valor p (0-8s)		Valor p (4-8s)
Coolesterol total (mg /dl)	Hombres	16	164.13 ±45	16	165.5 ±47	0.851	15	166.8 ±51	0.844	0.902	0.99
	Mujeres	7	159.86 ±15	7	151.43 ±13	0.119	7	156.43 ±13	0.564	0.439	0.58
HDL (mg /dl)	Hombres	16	40.88 ±7	16	41.56 ±7	0.605	15	42.67 ±10	0.122	0.468	0.83
	Mujeres	7	43.14 ±8	7	45.14 ±9	<u>0.062</u>	7	43.14 ±9	1	0.207	0.84
LDL (mg /dl)	Hombres	16	90.75 ±36	16	96.19 ±32	0.388	15	93.8 ±39	0.683	0.755	0.91
	Mujeres	7	94.57 ±19	7	88.2 ±18	0.285	7	85.71 ±20	0.356	0.778	0.71
Triglicéridos (mg /dl)	Hombres	16	169.06 ±104	16	146.81 ±108	0.172	15	182.6 ±152	0.753	0.03	0.7
	Mujeres	7	103.43 ±57	7	151.43 ±14	0.209	7	102 ±59	0.874	0.285	0.9
Glucosa (mg /dl)	Hombres	16	81.62 ±8	16	85.31 ±7	0.015	15	85.27 ±7	0.009	0.695	0.31
	Mujeres	7	83.71 ±8	7	84.29 ±6	0.749	7	82.71 ±4	0.696	0.352	0.78
Peso (kg)	Hombres	16	68.62 ±12	16	68.46 ±12	0.507	15	68.94 ±12	0.656	0.367	0.99
	Mujeres	7	63.91 ±9	7	65.11 ±10	0.152	7	63.87 ±9	0.753	0.636	0.98
Porcentaje de grasa (%)	Hombres	16	22.11 ±7	16	23.73 ±8	<u>0.084</u>	15	22.86 ±7	0.04	0.213	0.82
	Mujeres	7	34.47 ±6	7	34.39 ±6	0.878	7	34.1 ±6	0.529	0.943	0.99
Circunferencia de cintura (cm)	Hombres	16	84.22 ±8	16	84.44 ±8	0.404	15	84.11 ±8	0.468	0.258	0.99
	Mujeres	7	80.64 ±8	7	80.79 ±8	0.741	7	80.29 ±9	0.483	0.13	0.99
IMC	Hombres	16	24.69 ±3	16	24.65 ±3	0.54	15	24.79 ±3	0.574	0.368	0.99
	Mujeres	7	26.46 ±4	7	26.63 ±4	0.167	7	26.43 ±4	0.77	0.669	0.99
Presión Sistólica (mmHg)	Hombres	16	116.69 ±16	16	120.38 ±13	0.136	15	117.5 ±11	0.189	0.316	0.84
	Mujeres	7	112.43 ±18	7	97.29 ±40	0.482	7	109.14 ±14	0.875	0.337	0.64
Presión Diastólica (mmHg)	Hombres	16	77 ±14	16	81.06 ±13	0.113	15	77.21 ±11	0.905	0.572	0.59
	Mujeres	7	72 ±9	7	69.14 ±9	1	7	71.14 ±8	0.583	0.789	0.79

*Valor p obtenido con prueba T de student para semanas 0-4, 0-8 y 4-8

*Valores significativos

*Valores con tendencia $p=0.06$ a $p=0.10$

Tabla 3: Resultados dentro del grupo algas

Algas		Basal		4 Semanas			8 Semanas			ANOVA	
Medida		n	Media (SD)	n	Media (SD)	Valor p (0-4s)	n	Media (SD)	Valor p (0-8s)		Valor p (4-8s)
Colesterol total (mg /dl)	Hombres	16	167 ±32	16	172.31 ±36	0,232	15	171.93 ±49	0,453	1	0,92
	Mujeres	10	167.3 ±28	9	153.89 ±31	0,278	7	172.86 ±33	0,626	0,054	0,45
HDL (mg /dl)	Hombres	16	42.75 ±9	16	43.31 ±9	0,59	15	44.53 ±10	0,034	0,137	0,87
	Mujeres	10	47.8 ±12	9	44.11 ±5	0,779	7	46.57 ±7	0,71	0,814	0,67
LDL (mg /dl)	Hombres	16	94.19 ±33	16	98.19 ±30	0,411	15	95.4 ±44	0,88	0,735	0,95
	Mujeres	10	94.9 ±25	9	86 ±20	0,475	7	104.86 ±31	0,378	<u>0,065</u>	0,75
Triglicéridos (mg /dl)	Hombres	16	166 ±97	16	173.13 ±121	0,532	15	166.8 ±60	0,652	0,473	0,97
	Mujeres	10	110 ±37	9	114.67 ±35	0,908	7	99.14 ±40	0,563	0,144	0,96
Glucosa (mg /dl)	Hombres	16	85 ±8	16	90.5 ±12	<u>0,082</u>	15	85.27 ±10	1	0,12	0,22
	Mujeres	10	78.6 ±7	9	84.78 ±8	<u>0,064</u>	7	80 ±4	0,691	<u>0,097</u>	0,14
Peso (kg)	Hombres	16	69.82 ±15	16	70.02 ±15	0,462	15	70.2 ±15	0,577	0,241	0,98
	Mujeres	10	59.83 ±10	9	61.79 ±10	0,87	7	62.89 ±8	0,442	0,676	0,81
Porcentaje de grasa (%)	Hombres	16	23.5 ±8	16	23.41 ±8	0,797	15	23.3 ±8	0,632	0,581	0,99
	Mujeres	10	32.12 ±8	9	34.5 ±8	0,012	7	35.2 ±7	<u>0,105</u>	0,35	0,69
Circunferencia de cintura (cm)	Hombres	16	85.38 ±9	16	85.75 ±9	0,374	15	85.67 ±10	0,892	0,27	0,99
	Mujeres	10	78.3 ±11	9	81.13 ±11	<u>0,08</u>	7	81.13 ±11	0,43	0,402	0,82
IMC	Hombres	16	25.69 ±4	16	25.78 ±4	0,413	15	25.74 ±4	0,456	0,181	0,99
	Mujeres	10	25.88 ±5	9	26.96 ±5	0,913	7	27.08 ±4	0,425	0,706	0,81
Presión Sistólica (mmHg)	Hombres	16	120.5 ±14	16	125.87 ±10	0,13	15	119.8 ±10	0,735	0,186	0,27
	Mujeres	10	110.8 ±11	9	113.13 ±9	0,799	7	99.5 ±37	0,283	0,202	0,29
Presión Diastólica (mmHg)	Hombres	16	77.75 ±10	16	78.06 ±10	0,872	15	75.33 ±13	0,272	0,406	0,75
	Mujeres	10	74.6 ±7	9	76 ±9	<u>0,108</u>	7	76.25 ±4	0,446	0,282	0,87

*Valor p obtenido con prueba T de student para semanas 0-4, 0-8 y 4-8

*Valores significativos

*Valores con tendencia p=0.06 a p=0.10

Tabla 4: Resultados comparación de grupos

Medida		0-4			0-8			4-8		
		Cambio promedio algas	Cambio promedio placebo	Valor p	Cambio promedio algas	Cambio promedio placebo	Valor p	Cambio promedio algas	Cambio promedio placebo	Valor p
Colesterol total (mg/dl)	Hombres	-5.31	0.86	0.501	5.81	13.86	0.615	11.13	13	0.915
	Mujeres	28.8	6.88	0.323	46.3	1.13	0.147	17.5	-5.75	0.541
HDL (mg/dl)	Hombres	-0.56	0	0.745	1	1.43	0.935	1.56	1.43	0.98
	Mujeres	8.1	-2.13	0.226	15.2	-0.13	0.77	7.1	2	0.607
LDL (mg/dl)	Hombres	-4	-4.21	0.98	4.75	7.5	0.801	8.75	11.71	0.818
	Mujeres	17.5	5.58	0.423	21.5	6	0.462	4	0.43	0.889
Triglicéridos (mg/dl)	Hombres	-7.13	23.5	0.157	9.63	-0.93	0.722	16.75	-24.43	0.115
	Mujeres	6.8	10.88	0.73	40.6	1.13	<u>0.101</u>	33.8	-9.75	<u>0.067</u>
Glucosa (mg/dl)	Hombres	-5.5	-3.79	0.611	5.06	2.21	0.714	10.56	6	0.584
	Mujeres	2.3	-0.88	0.695	22.6	1	0.114	20.3	1.88	0.263
Peso (kg)	Hombres	-0.2	0.07	0.504	-0.22	9.51	0.171	-0.02	9.44	0.187
	Mujeres	10.4	-1.13	0.131	9.52	-0.13	0.174	-0.88	1	0.817
Porcentaje de grasa (%)	Hombres	0.094	-0.82	<u>0.077</u>	1.66	2.51	0.753	1.56	3.33	0.514
	Mujeres	4.52	-0.62	0.249	3.96	0.3	0.297	-0.56	0.36	0.809
Circunferencia de cintura (cm)	Hombres	-0.38	-0.36	0.971	5.06	11.96	0.479	5.44	12.32	0.482
	Mujeres	13.4	-0.13	0.175	13.4	0.31	0.185	0	0.44	0.965
IMC	Hombres	-0.09	-0.014	0.343	-0.017	0.015	0.905	-0.017	1.1	0.335
	Mujeres	4.31	-0.31	0.142	4.21	0.02	0.181	0.33	-0.09	0.893
Presión Sistólica (mmHg)	Hombres	-5.38	-2.29	0.42	8.19	16.71	0.596	13.56	19	0.737
	Mujeres	20.3	10.63	0.626	31.2	0.75	<u>0.077</u>	10.9	-0.99	0.36
Presión Diastólica (mmHg)	Hombres	-0.31	-2.36	0.44	7.13	12.43	0.62	7.44	14.79	0.512
	Mujeres	13.8	0	0.246	13.6	-2.8	0.163	-2.8	-0.2	0.814

*Valor p obtenido con prueba T de student para semanas 0-4, 0-8 y 4-8

*Valores significativos

*Valores con tendencia $p=0.06$ a $p=0.10$

DISCUSION

Los resultados obtenidos en el estudio demuestran que el consumo de 6g diarios de suspensión de *Undaria pinnatifida* no produjo cambios significativos de antropometría, presión sanguínea ni parámetros bioquímicos en sujetos sanos. Estudios previos han demostrado que el consumo de 5g diarios de este tipo de alga, redujo 8mmHg la presión sistólica y la presión diastólica en sujetos con hipertensión (Hata, 2001). En el presente estudio no se evidenció cambios significativos en la presión sanguínea. Esta discrepancia puede deberse a que en el estudio de Hata los sujetos que consumieron las algas tenían valores anormales de presión, mientras que en el presente estudio, las personas eran normotensas.

Se pudo observar también valores aumentados de los triglicéridos en el grupo de las algas y placebo desde el inicio del estudio. En estudios previos se plantea que la reducción de lípidos que produce el consumo de *Undaria pinnatifida* sería por medio de la unión de la grasa de la dieta y los ácidos biliares al tracto gastrointestinal, la actividad “heparin-like” y la retención de agua causada por la fibra del alga (Teas, 2009). Según el estudio realizado por Panlasigui, el alga roja (carrageenan) disminuyó el colesterol y los triglicéridos en un 32% en 8 semanas (Panlasigui, 2003). El aumento en los valores del triglicéridos en los hombres pudo haberse dado por no cumplir con las 12 horas de ayuno que se necesitaba para la recolección de las muestras y por las fechas donde se realizó el estudio, Navidad y Año nuevo. Según estudios anteriores, en estudios in vivo con ratones femeninos se reporta una sensibilidad a los efectos de los componentes de las algas, principalmente fucoxantina (Maeda, 2009). El mecanismo que puede producir esto es que

proteína UCP1 en la mitocondria del tejido adiposo que promueve la liberación de energía como calor en lugar de producción de reservas de grasa (Maeda, 2009).

En el caso de este estudio, se encontró un aumento en el porcentaje de grasa y circunferencia de cintura en las mujeres del grupo de algas que no fue estadísticamente significativa. Estos resultados pueden ser causa del probable aumento de ingesta de grasa durante las festividades y al aumento de peso que se evidencia durante el transcurso de las semanas, sin embargo, no presenta un valor estadísticamente significativo.

Se pudieron identificar algunas limitaciones del estudio. Una de ellas es la muestra pequeña con la que se trabajó. Se debería hacer un estudio con mayor muestra para poder identificar mejor los cambios que se pueden obtener. Al momento de realizar el estudio hay que tomar en cuenta el época del año en la que se realiza. Debido a que este estudio se realizó durante Navidad y Año nuevo no se pudo tener un control adecuado de cuánto pudo haber afectado los cambios en la dieta durante estas festividades. Se asume que hubo un aumento en el consumo de grasas, de calorías y de tamaño de porciones que pudo haber alterado los valores de las variables. A pesar de que los pacientes sabían cuánto tomar y con que frecuencia tomar, no se puede saber si se siguió adecuadamente las indicaciones recibidas. En próximos estudios, se podía estandarizar el envase que contenga la dosis exacta del jarabe para que no haya diferencias en la toma. Se podría realizar un estudio en personas que no tengan sobrepeso para ver los resultados en las medidas antropométricas.

El consumo de 6g/d de *Undaria pinnatifida* en personas ecuatorianas sin síndrome metabólico del grupo de edad de 18 a 50 años, presenta resultados que necesitan más estudios para poder comprobar el verdadero beneficio de un suplemento de algas. Se puede

concluir que las variables antropométricas, presión sanguínea y parámetros bioquímicos no se ven alteradas por el consumo de algas en personas normales. No se evidencia un efecto que beneficie a la recuperación de valores normales de IMC, HDL ni triglicéridos en este estudio. En sujetos normales, los mecanismos para mantener la homeostasis corporal están mejor regulados por lo que se puede mantener valores constantes de los parámetros biológicos. Se necesita de estudios más prolongados para poder observar un efecto con un suplemento alimenticio.

REFERENCIAS

1. Austin, M; Hutter, C; Zimmern, R; Humphries, S (2004). Familial hypercholesterolemia and coronary heart disease: a HuGE association review. *Institute for Public Health Genetics and Department of Epidemiology*. Obtenido el 10 de septiembre del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15321838?dopt=Abstract>
2. Bernstein, Adam (2008). Emerging patterns in overweight and obesity in Ecuador. *Revista Scielo*. Obtenido el 18 de junio del 2013 de http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102049892008000700010&lng=en&nrm=iso. ISSN 1020-4989.
3. Billakanti, Jagan; Catchpole, Owen; Fenton, Tina; Mitchell, Kevin (2005). Extraction of fucoxanthin from *Undaria pinnatifida* using enzymatic pre-treatment followed by DME and EtOH co-solvent extraction. Obtenido el 20 de junio del 2013 de http://issf2012.com/handouts/documents/518_001.pdf
4. Castelli, W; Doyle, J; Gordon, T, et. Al (1977). Alcohol and blood lipids. The cooperative lipoprotein phenotyping study. *Pub Med*. Obtenido el 10 de septiembre del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/69778>
5. Centers for disease control and prevention (2011). Cardiovascular disease. *Centers for disease control and prevention*. Obtenido el 10 de septiembre del 2013 de http://www.cdc.gov/heartdisease/guidelines_recommendations.htm
6. Consenso Latinoamericano sobre hipertensión arterial (2000). Consenso Latinoamericano sobre hipertensión arterial. *Journal of hypertension. Vol 6*. Obtenido el 10 de junio del 2013 de http://www.sac.org.ar/files/files/cc_latam_hta.pdf
7. Estruch, Ramón; Ros, Emilio; Salas-Salvadó, Jordi, et.al (2013). Primary prevention of cardiovascular disease with a mediterranean diet. *NEJM*. Obtenido el 4 de noviembre del 2013, de <http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa1200303>

8. Etherton, Penny; Eckel, Robert; Howard, Barbara; et. Al (2001). Lyon diet heart study: Benefits of a mediterranean-style, national cholesterol education program/American Heart Association Step I dietary pattern on cardiovascular disease. *Circulation: American Heart Association*. Obtenido el 6 de noviembre del 2013 de <http://circ.ahajournals.org/content/103/13/1823.full.pdf+html>

9. Fuster, V; Kelly, B (2010). Epidemiology of cardiovascular disease. *National academies press*. Obtenido el 10 de septiembre del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK45688/>

10. Hata, Yoshiya, Kumiko, Nakajima, Jun-ichi, Uchida, et. al, (2001). Clinical effects of Brown Seaweed, *Undaria pinnatifida* (wakame), on blood pressure in hypertensive subjects. *Journal of clinical biochemistry*, vol 30.

11. Hernández, Rafael; Armas, María José; Armas, María Cristina (2004). De la hipertensión en Latinoamérica. *UCLA*. Obtenido el 15 de junio del 2013 de http://bibmed.ucla.edu/ve/db/psm_ucla/edocs/BM2004/BM200402.pdf

12. Hiscock, Keith (2006). Wakame, *Undaria pinnatifida*. *The marine life information network*. Obtenido el 28 de junio del 2013 de <http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=4547>

13. Lawes, C; Vander Hoorn, S; Rodgers, A (2001). Global burden of blood pressure related disease. *Lancet*. Obtenido el 10 de septiembre del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18456100>

14. MacArtain, P; Gill, C; Brooks, M; et.al (2007). Nutritional value of edible seaweeds. *Nutr. Rev.* Vol 65

15. Maeda, Hayato, Masashi, Hosokawa, Tokutake, Sashima, et. Al (2005). Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. *Science direct*.

16. Ministerio de Salud Pública del Ecuador (2011). Protocolos clínicos y terapéuticos para la atención de las enfermedades crónicas no transmisibles. *Programa del adulto-enfermedades crónicas no transmisibles*. Obtenido el 15 de junio del 2013 de http://www.iess.gob.ec/documents/10162/51880/Protocolos_ECNT_01_de_junio_2011_v.pdf
17. O'Donnell, Christopher; Elosuac, Roberto (2008). Cardiovascular risk factors. Insights from Framingham Heart Study. *Revista española de cardiología*. Obtenido el 11 de junio del 2013 de <http://www.revespcardiol.org>
18. Organización Mundial de la Salud (2013). Cardiovascular diseases. *WHO*. Obtenido el 23 de junio del 2013 de http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/
19. Palmira, P; Boissonnet, C; Schargrods, H (2011). Evaluación del riesgo cardiovascular en siete ciudades de Latinoamérica: las principales conclusiones del estudio CARMELA y de los subestudios. *Revista Scielo*. Obtenido el 15 de junio del 2013 de <http://www.scielo.org.ar/pdf/rac/v79n4/v79n4a12.pdf>
20. Panlasigui, Leonora, Olivia, Baello, Jennifer, Dimatangal, Benelyn, Dumelod (2003). Blood cholesterol and lipid lowering effects of carrageenan on human volunteers. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*, vol 12.
21. Suetsuna, Kunio; Maekawa, Keisei; Rong-Chen, Jiun (2004). Antihypertensive effects of *Undaria pinnatifida* (wakame) peptide on blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *The journal of nutritional biochemistry*. Obtenido el 20 de junio del 2013 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15135150>
22. Teas, Jane, Alejandro, Sarries, Manuel Baldeón, David, Chiriboga (2009). Could dietary seaweed improve metabolic syndrome?. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*.
23. Tuft, Danielle (2011), The determinants of obesity among the adult population in San Joaquín, Ecuador. *Emory University Library*. Obtenido el 8 de junio del 2013 de <https://etd.library.emory.edu/view/record/pid/emory:941db>

24. Wilson, Peter (2013). Overview of the risk equivalents and established risk factors for cardiovascular disease. *Up to date*. Obtenido el 15 de junio del 2013 de http://www.uptodate.com.ezbiblio.usfq.edu.ec/contents/overview-of-the-risk-equivalents-and-established-risk-factors-for-cardiovascular-disease?detectedLanguage=en&source=search_result&translation=cardiovascular+disease&search=cardiovascular+disease&selectedTitle=1%7E150&provider=noProvider