



“COMPOSICIÓN QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthrospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.”

Autor: MARÍA EMILIA QUIROGA

Director: DR. EN BIOQUÍMICA OSCAR A. SOSA

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios y a mis padres darme la oportunidad que estudiar esta hermosa carrera.

Papa, gracias por acompañarme en todos los momentos de mi vida, sobre todo en esta última etapa de la carrera y por tu esfuerzo diario para brindarme lo mejor.

Mama, gracias por tu apoyo, tu amor incondicional y por todo el apoyo cada vez que tenía que rendir un examen.

A mis hermanas Gaby y Sil por su gran amor y por acompañarme en este largo camino y estar siempre pendientes de mí.

A mis sobrinos, a quienes amo con todo mi corazón y quienes son el sostén de mi vida.

A mi prima y hermana del corazón Lourdes por darme ánimos cada vez que tenía que rendir y por toda la ayuda brindada.

A mi director de tesis Dr. Oscar Sosa por toda su ayuda.

A mis compañeras incondicionales de estudio, con quienes compartí momentos que jamás olvidaré: Orne, Mari, Sil.

*"Que tu alimento sea tu medicina, y
que tu medicina sea tu alimento"*

Hipócrates

Índice

Resumen	5
Abstract	7
<u>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</u>	9
1.1 Antecedentes	10
<u>CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION</u>	11
2.1 Justificación de la investigación	12
2.2 Interrogantes de investigación	13
2.3 Objetivos de investigación	13
<u>CAPITULO III: ANTECEDENTES DE INVESTIGACION</u>	15
<u>CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO</u>	21
4.1 Nutrientes en la alimentación	22
4.1.1 Hidratos de carbono	22
4.1.2 Fibra	22
4.1.3 Proteínas	21
4.1.4 Lípidos	23
4.2 Evaluación sensorial de los alimentos	23
4.2.1 Propiedades sensoriales	23
4.2.2 Jueces	24
4.2.3 Pruebas sensoriales	25
4.4 La espirulina: ¿Alga o bacteria?	26
4.4.1 <i>Spirulina máxima</i> : ubicación taxonómica según el manual de Bergey	27
4.4.1.1 Identificación taxonómica	27
4.4.2 <i>Spirulina máxima</i> : una bacteria fototrófica oxigénica	28
4.4.2.1 Características	30
4.4.2.2 Antecedentes históricos de su uso	30
4.4.2.3 Importancia y aplicación actual	32
4.4.2.4 Propiedades nutricionales	33
4.4.2.5 Modo de consumo	35
4.4.2.6 Producción en Argentina	35
<u>CAPITULO V: Materiales y métodos</u>	37
5.1 Tipo de estudio	38
5.2 Tipo de diseño	38
5.3 Población, muestra y tipo de muestreo	39
5.3.1 Población	39
5.3.2 Muestra	39
5.3.3 Tipo de muestreo	39
5.4 Hipótesis de investigación	40
5.5 Técnicas y procedimientos de recolección de datos	44
5.5.1 Desarrollo de productos	44
5.5.2 Evaluación sensorial	45

5.5.3 Instrumentos	47
5.5.4 Análisis de datos	47
5.6 Protocolos para la determinación de análisis químicos	48
<u>CAPITULO VI: RESULTADOS</u>	55
6.1 Determinación de la composición química del polvo de espirulina	56
6.1.1 Composición química del polvo de espirulina	56
6.2 Productos terminados	57
6.3 Características organolépticas del pan casero con espirulina	58
6.4 Características organolépticas del jugo de naranja con espirulina	60
6.5 Características organolépticas de la gelatina de manzana con espirulina	64
6.5 Características de la muestra de personas encuestadas	67
6.5.1 Conocimientos sobre espirulina	69
6.5.2 Satisfacción de los productos elaborados con espirulina	72
6.6 Comprobación de hipótesis	77
<u>CAPITULO VII DISCUSIÓN</u>	85
<u>CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y PROYECCIONES</u>	93
<u>CAPITULO IX BIBLIOGRAFÍA</u>	96
ANEXOS	100
ANEXO N° 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO	101
ANEXO N° 2: ENCUESTA	102
ANEXO N° 3: RECETAS	106
ANEXO N° 4: ANALISIS QUIMICOS	107
MATRIZ DE ENCUESTAS	108

Resumen

La espirulina crece y se multiplica en aguas naturales en medio alcalino. *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.) Es una cianobacteria filamentosa no diferenciada, habitante de lagos alcalinos, que se cultiva para consumo humano debido a su contenido nutricional. Debido a su contenido de clorofila, es considerada erróneamente por diversas comunidades y comercializada en muchas partes del mundo como un alga marina. Los objetivos del presente trabajo de investigación fueron indagar si los adultos de San Miguel de Tucumán conocen la espirulina, valorar los niveles de conocimiento y caracterizar el consumo de la misma. También se evaluó el nivel de aceptación y satisfacción de productos artesanales comestibles elaborados con espirulina. Finalmente se realizó la determinación de la composición de macronutrientes presentes en el polvo de espirulina. La investigación se realizó en base a un tipo de estudio experimental-descriptivo. El estudio experimental se llevó a cabo a través de la elaboración de diferentes productos adicionados con espirulina: pan casero, jugo de naranja y gelatina de manzana. Luego se realizó un estudio para determinar el contenido de hidratos de carbono, proteínas, grasas, fibra y sodio en el Instituto de Química Biológica de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán. Con los resultados obtenidos se calculó el valor calórico de cada preparación adicionada con espirulina por porción y por 100 g de producto elaborado. El estudio descriptivo se realizó a través de encuestas que determinaron el nivel de conocimiento, características organolépticas, grado de satisfacción y aceptabilidad de los productos adicionados con espirulina. Participó un grupo de 50 personas habitantes de San Miguel de Tucumán. Los resultados evidenciaron que un 80% de los encuestados no conocen la espirulina ni sus beneficios. De los encuestados que afirmaron conocer la espirulina un 70% presentaban un nivel de conocimiento inadecuado sobre la espirulina y un 30% presentaban un conocimiento adecuado.

Por otro lado, se indagó sobre la satisfacción de productos adicionados con espirulina, obteniendo como resultado que para un 80% de los encuestados los productos resultaron agradables y sabrosos. Finalmente, se evaluó la aceptación de

los productos, en donde un 90 % de los encuestados expresó su interés por incluir espirulina en sus preparaciones habituales, también se mostraron interesados en conocer más beneficios sobre la espirulina y manifestaron que la recomendarían. Por otra parte se realizaron análisis químicos de espirulina en polvo, los cuales arrojaron los siguientes resultados: Hidratos de carbono 14,6 g, proteínas 55,6 g, grasas 1,6g de las cuales: grasas saturadas 0,8 g, grasas moninsaturadas 0,2 g y grasas polinsaturadas 0,9 g. Fibra 17,6 g y sodio 1,2 g. Los resultados obtenidos fueron cada 100 g de muestra.

Se puede concluir que debido a la alta aceptabilidad de productos adicionados con espirulina y el gran interés de los encuestados por conocer más beneficios de la misma, esta investigación puede contribuir para la difusión de su consumo. Además, permitirá incrementar el conocimiento de la población sobre la espirulina, teniendo en cuenta los beneficios de su incorporación.

Abstract

Spirulina grows and multiplies in natural waters in alkaline medium. *Spirulina sp.* (*Arthrospira sp.*) Is a non-differentiated filamentous cyanobacterium, inhabitant of alkaline lakes and is cultivated for food because of its nutritional content. Due to its chlorophyll content is erroneously considered by various communities and marketed in many parts of the world like a seaweed. The objectives of this research were to investigate whether adults Tucuman knew spirulina, assess the levels of knowledge and describe its usage thereof. The level of acceptance and satisfaction of handmade products made with spirulina was also evaluated. Finally determining macronutrient composition present in the spirulina powder was performed. The research was conducted based on a kind of experimental descriptive study. The experimental study was carried out through the development of different products with added spirulina: homemade bread, orange juice and apple jelly. A study was then performed to determine the content of carbohydrates, protein, fat, fiber and sodium in the Institute of Biological Chemistry, Faculty of Biochemistry, Chemistry and Pharmacy, National University of Tucumán. Based on the results of the caloric value of each preparation with added spirulina per serving and per 100 g of product produced was calculated. The descriptive study was conducted through surveys that determined the level of knowledge, organoleptic characteristics, satisfaction and acceptability of products with added spirulina. It involved a group of 50 citizens of San Miguel de Tucumán. The results showed that 80% of inquired did not know spirulina or benefits. Of those inquired who claimed to know spirulina 70% had an inadequate level of knowledge about spirulina and 30% had adequate knowledge.

On the other hand, when inquiring about satisfaction of spirulina added products, 80% of inquired found them nice and tasty products. Finally, concerning of products, 90% of inquired expressed interest in including spirulina in their usual preparations, learning more about spirulina benefits and they would recommend it. The chemical analyzes were performed spirulina powder, which expressed the following results: Carbohydrate 14.6 g, 55.6 g protein, 1.6 g fat of which: 0.8 g saturated fat, fats

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

moninsaturadas 0.2 g. and 0.9 g. polyunsaturated fats. 17.6 g. fiber, 1.2 g. sodium. The results obtained were 100 g of sample.

It can be concluded that due to the high acceptability of products with added spirulina and the great interest of the inquired in knowing more benefits of it, this research can contribute to spread of spirulina consumption. It will also increase knowledge of the population about spirulina, taking into account the benefits of its incorporation.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Capítulo I: Introducción

Introducción

La espirulina es una cianobacteria que crece y se multiplica en aguas naturales en medio alcalino. Debido a su contenido de clorofila, es considerada erróneamente por diversas comunidades y comercializada en muchas partes del mundo como un alga marina, cuando en realidad es una bacteria filamentosa. El consumo de espirulina no es reciente, es un alimento que se empezó a consumir hace siglos atrás. Con su rica bondad nutricional y su habilidad para crecer en condiciones adversas, la espirulina tiene un enorme potencial para ser una fuente alimenticia que ayudará a alimentar y nutrir a la población mundial. La espirulina es una bacteria muy adaptable y crece en una amplia variedad de entornos incluyendo agua fresca, arroyos tropicales, agua salada y estanques salinos. Esta cianobacteria contiene un equilibrio de nutrientes que hacen de ella un “alimento completo”, conteniendo vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales y carbohidratos. Su sobresaliente perfil nutricional también incluye ácidos grasos esenciales y fotoquímicos como carotenos, clorofila y ficocianina (Cárdenas Nieto y col., 2010)

1.1 Antecedentes históricos de su consumo

Los primeros relatos acerca de la espirulina provienen de los aztecas, quienes conocían su alto valor nutritivo y su eficacia medicinal. La consumían por su contenido de proteínas de origen vegetal y suplemento alimenticio. Los aztecas extraían la espirulina de las orillas del lago de Texcoco por medio de redes. La secaban al sol sobre la arena y una vez seca, le daban forma de torta. Se comía en pequeñas cantidades, con tortillas o se utilizaba para condimentar el maíz. Muchos relatos de la época afirman que la espirulina era el alimento que les daba fuerza a los habitantes de la zona y además les proveía un buen estado de salud. Gracias a su contenido nutricional, esta cianobacteria jugó un rol muy importante para asegurar una alimentación suficiente, correcta y equilibrada en la nación azteca (Cárdenas Nieto y col., 2010)

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*



Capítulo II: Planteamiento del problema de investigación

2.1 Justificación de la investigación

La motivación y elección del tema de dicho trabajo de investigación surgen principalmente del avance de la ciencia y la tecnología para dar a conocer nuevos alimentos de origen natural que se caracterizan por la bondad de sus propiedades nutricionales. El valor de la espirulina radica en la gran cantidad de nutrientes que contiene, tales como aminoácidos, carbohidratos, ácidos grasos omega, vitaminas y minerales. Ya que, en los países en vías de desarrollo, la desnutrición representa un grave problema, la producción de fuentes alternativas de alimentos es de suma importancia. Es por esto que se propone introducir a la dieta productos naturales e innovadores que presentan gran cantidad de beneficios para la salud.

Este trabajo pretende indagar sobre el consumo de espirulina, e investigar sobre el nivel conocimiento que posee un grupo de adultos de San Miguel de Tucumán. Se pretende indagar, además, sobre el nivel de satisfacción y aceptabilidad de alimentos enriquecidos con espirulina. Este trabajo procura brindar información sobre la composición química de la espirulina. Dicha investigación servirá a la comunidad de licenciados en nutrición para conocer a fondo las propiedades nutricionales de la misma. También será de utilidad para la población en general para tener conocimientos sólidos sobre la espirulina.

Se pretende que la información proporcionada sirva para realizar proyectos y/o campañas que promuevan su consumo y su inclusión a la alimentación diaria de las personas.

2.2. Interrogantes de investigación

1. ¿Los adultos de San Miguel de Tucumán conocen la espirulina?
2. ¿Cuál es el grado de conocimiento que tiene la población adulta sobre la espirulina?
3. ¿Cuál es el nivel de consumo de espirulina en adultos?
4. ¿Cuál es el grado de aceptación y satisfacción de alimentos enriquecidos con espirulina?
5. ¿Los adultos de San Miguel de Tucumán incorporarían a su dieta productos adicionados con espirulina?
6. ¿Cuál es el contenido de proteínas del polvo de espirulina?
7. ¿Cuál es el contenido de Hidratos de carbono del polvo de espirulina?
8. ¿Cuál es el contenido de lípidos del polvo de espirulina?

2.3 Objetivos de investigación

General:

Describir consumo y nivel de conocimiento de la espirulina, aceptación y satisfacción de alimentos enriquecidos con espirulina y determinar experimentalmente la composición química del polvo de espirulina.

Específicos:

1. Indagar si los adultos de San Miguel de Tucumán conocen la espirulina.
2. Conocer niveles de conocimiento que tienen los adultos de San Miguel de Tucumán sobre la espirulina.
3. Conocer el consumo de espirulina en adultos de San Miguel de Tucumán.
4. Evaluar en los adultos de San Miguel de Tucumán el nivel de aceptación y satisfacción de productos adicionados con espirulina.
5. Conocer si los adultos de San Miguel de Tucumán incorporarían a su dieta productos adicionados con espirulina.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

6. Cuantificar las proteínas del polvo de espirulina.
7. Cuantificar los hidratos de carbono del polvo de espirulina.
8. Cuantificar los lípidos del polvo de espirulina.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Capítulo III: Antecedentes de investigación

1) Se puede mencionar el trabajo de Pérez, y col (2002), realizado en La Habana, Cuba. El trabajo fue titulado “Efecto *in vitro* de la espirulina sobre la respuesta inmune “El objetivo fue evaluar el efecto *in vitro* de la espirulina en 14 donantes sanos del Instituto de Hematología e Inmunología mediante las pruebas de transformación linfoblástica con criterio de timidina tritiada. En la transformación blástica no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los linfocitos incubados con y sin espirulina.

2) Se puede mencionar el trabajo de Gloria Pedraza (Pedraza, 1989). Titulado: Cultivo de *Spirulina máxima* para suplementación proteica

En el Instituto Mayor Campesino en Buga con una temperatura de 21°C y una altura de 1000 msnm, se llevaron a cabo ensayos para evaluar medios de cultivo apropiados para la cianobacteria *Spirulina máxima* usando efluente de biodigestores y vinaza, desecho proveniente de la fermentación alcohólica de las mieles después de la adición de ácido sulfúrico, suplementando con bicarbonato de sodio para cumplir los requerimientos en carbono y estabilizar el pH. Luego se realizaron ensayos usando proporciones (volúmenes) de efluente: agua de 0.25:0.75, 0.5:0.5, 0.75:0.25 y 1.0:0.0. A estas mezclas se agregó un inóculo de spirulina en proporciones de 200 ml de inóculo por cada litro de la mezcla. El inóculo contenía 192 células/ml, dando así una concentración inicial de células en los distintos medios de aproximadamente 32 células por ml. Para la vinaza, las proporciones (vinaza: agua) fueron: 0.5:0.5, 0.6:0.4 y 0.7:0.3, agregándose las mismas cantidades de inóculo de spirulina. Para el efluente de biodigestor se agregó 17 g de bicarbonato de sodio por litro del medio; y en el caso de la vinaza 34 g de bicarbonato. Los medios se colocaron en estanques rectangulares de vidrio, y fueron agitados con aire de un micro compresor.

El nivel de efluente de biodigestor más recomendable para el cultivo de *Spirulina máxima* es una combinación de partes iguales de efluente y de agua (sin cloro) con

17 g de bicarbonato de sodio por cada litro de medio, teniendo en cuenta que el efluente tendría una concentración de sólidos de aproximadamente 2%.

El nivel de vinaza más efectivo para la reproducción de la cianobacteria fue del 50% de vinaza y 50% de agua. En este caso se usaron 34 g de bicarbonato de sodio por cada litro de medio, en vista de la acidez de la vinaza.

La población de células de espirulina posiblemente fue afectada básicamente por la competencia de microorganismos cuando se usó como sustrato el efluente, de ahí la ventaja de la suplementación con la vinaza.

El pH y la temperatura para los ensayos, tanto de efluente como de vinaza, no variaron significativamente como para afectar el cultivo de espirulina.

Se obtuvo la mayor tasa de reproducción del cultivo con el tratamiento de 0.5:0.5 (efluente: agua) tanto para el del biodigestor como el de la destilería. Las lecturas fueron 530, 1380 y 9500 células/ml a los 2, 15 y 30 días después. Los valores correspondientes para la vinaza fueron 1170, 2190 y 10,460, respectivamente. La mayor contaminación que presentó el cultivo fue debida a *Chlorella sp.* y protozoarios como *Ameba sp.* y *Paramecium sp.* Los cambios de temperatura registrados entre el día y la noche fueron considerables (desde 23 a 29°C), pero al parecer no afectaron significativamente el desarrollo del cultivo.

3) Se puede mencionar el trabajo de Hernández Reyes (2000), titulado: Espirulina, ejemplo de nutraceutica holística e integrativa.

La espirulina es una cianobacteria comercializada en tiendas de suplementos, alimenticios que ha demostrado tener un gran potencial terapéutico preventivo, paliativo y curativo. La historia habla de que ha sido consumida desde tiempos de los aztecas en México y se ha retomado en los últimos años como una alternativa prácticamente segura para mejorar la “calidad metabólica” de sus consumidores.

Estudios han encontrado en este organismo una diversa gama de sustancias benéficas que, además, constituyen una mezcla con altas concentraciones de

nutrientes que lo clasifican como un buen complemento. Además, se ha evidenciado en espirulina señales de modulación inmunológica y efectos antioxidantes, antivirales, anticancerígenos. También, se han encontrado otras propiedades benéficas, como efectos probióticos, que aún se encuentran bajo investigación pero que muestran gran esperanza para tener una mayor aplicación en su uso terapéutico. La medicina holística propone la integración de varias opciones curativas para atacar las patologías de manera uniforme y efectiva. Los argumentos expuestos en este artículo de recopilación colocan a la espirulina como una herramienta en la terapéutica convencional. La propuesta sobre el uso de esta cianobacteria como suplemento consiste en ser una especie de catalizador para mejorar los procesos de prevención y tratamiento de desórdenes metabólicos e inmunológicos; de acuerdo a lo último, el uso de espirulina se propone principalmente como un instrumento, no como un tratamiento único y absoluto.

4) Se puede mencionar el trabajo realizado por Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez publicado en la revista *Interciencia*, Venezuela 2006, titulado: Conocimientos acerca del *spirulina (arthrospira)*.

La *Spirulina spp (Arthrospira spp)* se desarrolla en forma natural en numerosos lugares, siendo sus principales poblaciones encontradas en lagos de Africa, principalmente en Kenia, Etiopía, Egipto, Sudán, Argelia, Congo, Zaire y Zambia. Se la encuentra además en Asia tropical y subtropical (India, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, China, Tailandia y Rusia), en América (Perú, Uruguay, California) y en Europa (España, Francia, Hungría y Azerbaiján) , que como el antiguo lago del Valle de México y las lagunas de Kanem y Chad, son cuerpos de agua poco profundos que están situados sobre depósitos de bicarbonato de sodio, con un pH alcalino y una salinidad elevada.

El valor de la *Spirulina*, radica en la gran cantidad de nutrientes (macros y micros) que contiene, algunos de los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo humano, así como también algunas de sus propiedades, tales como aumentar los

niveles de energía, reducir el estrés premenstrual, incrementar el rendimiento en los atletas, mejorar el apetito y ofrecer protección como antioxidante.

Al ser rica en aminoácidos, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos omega, vitaminas, minerales y otros nutrientes, es muy importante su uso como complemento alimenticio, ya sea en polvo, en capsulas, en tabletas, pastas para sopas, salsas, barras de cereales, o bebidas de frutas.

Varias de las propiedades que posee se deben a algunos de sus constituyentes, en especial, los ácidos grasos omega 3 y 6, el beta-caroteno, el alfa-tocoferol, la ficocianina, compuestos fenólicos y un compuesto últimamente descubierto, denominado Ca-Spirulan (Ca-SP) que posee actividad antiviral (Chamorro y col., 2002).

Su contenido en lípidos oscila entre 6 y 13%, siendo la mitad de ellos ácidos grasos. El principal de ellos es el gamma linoleico (GLA) por tratarse de un ácido graso saturado, esencial, que rara vez se encuentra presente en la dieta diaria humana. Entre las fuentes donde se puede encontrar este ácido, la *Spirulina* es la que lo contiene en mayor concentración. El GLA reduce en cierta medida la cantidad de colesterol en sangre (Sánchez y col., 2003) por lo que representa una alternativa en el manejo de enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, el alto contenido en proteínas de la *Spirulina*, además de aportar numerosos aminoácidos esenciales, siendo de fácil digestión y metabolización, ayudando en este caso al tratamiento de la desnutrición.

Además de sus propiedades nutritivas, su cultivo presenta pocas dificultades, puesto que crece bien en aguas altamente alcalinas (pH básico) y por ello, la posibilidad de contaminación con otros microorganismos es muy limitada. Su pared celular es delgada y no posee celulosa, lo que facilita su digestión, diferenciándose así de las algas verdes, como la *Chlorella* que también es producida y empleada como alimento en acuicultura. Las cosechas no requieren grandes esfuerzos y finalmente, los estudios de toxicidad revelan que es inocua. Se puede emplear como complemento alimentario tanto para animales como para humanos.

En acuicultura, se la emplea como alimento para crustáceos, moluscos y peces, siendo también utilizada para animales de granja y para mascotas, principalmente

cuando los animales están en su época de reproducción, por ser fuente de pigmentos naturales, vitaminas y ácidos grasos de gran valor.

Algunos estudios demostraron que la *Spirulina* posee también efectos de inmunoregulación, actúa como antioxidante, anticancerígeno, antiviral, antitóxico, contra la hiperlipidemia y la hiperglicemia y por ello se la considera como un promotor de la salud o nutracéutico. Estas propiedades son consecuencia del alto contenido en ácidos grasos omega y varios pigmentos naturales.

5) Se puede mencionar el trabajo realizado por Viveros Valdez (2009), realizado en la Universidad de Nuevo León, México, titulado: Aislamiento dirigido a la identificación de compuestos antirradicales y/o quimiopreventivos de *hedeoma drummondii* y *spirulina máxima*

Los radicales libres (RLS) resultan del metabolismo de la célula así como de procesos extracelulares. Los RLS ejercen algunas funciones necesarias para el mantenimiento de la homeostasis celular. Cuando estos se producen en cantidades superiores a las normales, pueden dañar al ADN lo cual se ha implicado en mutagénesis y carcinogénesis. Estudios científicos sugieren que muchos fitoquímicos dietéticos pueden desempeñar papeles importantes como agentes quimiopreventivos en la prevención de muchas enfermedades, incluyendo el cáncer. El propósito de este estudio fue realizar un aislamiento dirigido a la identificación de compuestos antirradicales y/o quimiopreventivos de los extractos metanólicos de *Spirulina máxima* y *Hedeoma drummondii*. Para determinar la actividad antirradical se utilizaron los análisis de reducción de DPPH y de ABTS y el análisis de poder antioxidante férrico reductor (FRAP), también fue determinado el contenido de fenoles y flavonoides totales. El extracto metanólico de *H. drummondii* demostró el efecto antirradical más eficiente. El fraccionamiento dirigido del extracto crudo permitió la identificación de tres compuestos activos identificados como los ácidos: clorogénico, rosmarínico y caféico.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Capítulo IV: Marco Teórico

4.1 Nutrientes en la alimentación

4.1.1 Hidratos de carbono

Los glúcidos son los compuestos orgánicos más abundantes y se los encuentra en las partes estructurales de los vegetales, producidos por la fotosíntesis y también en los tejidos de animales en forma de glucosa o glucógeno, que sirven como fuente de energía para las actividades celulares vitales. (López & Suárez, 2005).

4.1.2 Fibra

Es definida como la suma de los polisacáridos y la lignina, presentes en los vegetales que no pueden ser digeridos por las secreciones endógenas del tracto gastrointestinal.

Se clasifican en:

- Soluble: gomas, pectinas, mucílagos y algunas hemicelulosas.
- Insoluble: celulosa, hemicelulosa y lignina.

4.1.3 Proteínas

Las proteínas son el elemento formativo indispensable para todas las células corporales.

Son proteínas todas las enzimas catalizadoras de las reacciones químicas en los organismos vivos, muchas de las hormonas reguladoras de actividades celulares, la hemoglobina y otras moléculas con funciones en la sangre, los anticuerpos responsables de la acción de la defensa natural contra infecciones o agentes extraños, los receptores celulares, la actina y la miosina responsables de la contracción y relajación muscular, el colágeno y la elastina que forman el tejido conectivo, etc. (López & Suárez, 2005).

4.1.4 Lípidos

Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos. Sus propiedades comunes incluyen la insolubilidad en agua y solubilidad en solventes orgánicos como éter (Mahan, 2000)

Las grasas se diferencian de los aceites por el punto de fusión, a temperatura ambiente (20° c) las grasas son sólidas y los aceites líquidos.

Cuando la ingesta calórica excede las necesidades diarias, el organismo almacena triglicéridos en el tejido adiposo. Estas reservas proveen de energía por periodos más prolongados que las reservas de glucógeno.

Los ácidos grasos constituyen la principal fuente de energía en el tejido adiposo. Los lípidos son constituyentes de las membranas celulares como fosfolípidos y colesterol (López & Suárez, 2005).

4.2 Evaluación sensorial de los alimentos

4.2.1 Propiedades sensoriales

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos (vista, oído, gusto y tacto). Hay algunas propiedades que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. Encontramos:

Sabor: este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. El sabor es la suma de las tres características y, por lo tanto, su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado. El sabor es lo que diferencia a un alimento de otro y no el gusto. El sabor se ve influenciado por el color y la textura (Anzaldúa Morales, 1994) El sabor puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo, o bien una combinación de los mismos. Esta propiedad es detectada por las papilas gustativas localizadas en la lengua.

Color: es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. Tiene tres características: el tono, la intensidad y el brillo. Hay una infinidad de tonos en la naturaleza, y otros que han sido desarrollados por los fabricantes de

colorantes. Existen 3 colores simples o básicos (llamados también primarios) y de estos derivan por combinación, los demás tintes o tonos. Dichos colores son el azul, rojo y amarillo.

El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental más efectivamente que en forma visual (Anzaldúa Morales, 1994).

Aroma: esta propiedad consiste en la percepción de sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca. Dichas sustancias se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe y llegan (a través de las trompas de Eustaquio) a los centros sensores del olfato. El aroma de los alimentos es el principal componente del sabor. No es detectado por la nariz sino en la boca (Anzaldúa Morales, 1994).

Olor: es la percepción, por medio del olfato, de sustancias volátiles liberadas en los objetos. En el caso de los alimentos y en la mayoría de las sustancias olorosas, esta propiedad es diferente para cada uno (Anzaldúa Morales, 1994).

Textura: es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. Es muy importante notar que la textura no puede ser percibida si el alimento no ha sido deformado. Los sonidos provocados por masticar o morder un alimento complementan la percepción de la textura del alimento y forman parte también del placer de comer. Así, por ejemplo, las manzanas deben ser jugosas y las galletas crujientes (Anzaldúa Morales, 1994).

4.2.2 Jueces

De la selección de los jueces depende en gran parte el éxito y de validez de las pruebas. Es necesario determinar, en primer lugar, el número de jueces que deben participar, y después hay que seleccionarlos y explicarles de forma adecuada cómo han de realizar sus evaluaciones.

Para realizar este trabajo se eligió al juez consumidor. Se trata de personas que no tienen que ver con las pruebas, ni trabajan como investigadores, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Por lo general, son personas tomadas al azar y se emplean para pruebas efectivas (Anzaldúa Morales, 1994).

Es importante que los jueces seleccionados sean consumidores habituales del producto o prueba. En el caso que los productos sean nuevos es conveniente que sean consumidores potenciales de dicho producto.

Las pruebas con jueces consumidores se llevan a cabo en lugares como negocios, escuelas, o en la calle, mientras que las demás deben efectuarse en lugares diseñados para pruebas sensoriales.

El número mínimo de jueces tipo consumidor para que la prueba sea válida es 40 jueces para cada muestra.

4.2.3 Pruebas sensoriales

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo de acuerdo a diferentes pruebas según sea la finalidad que se efectuó. Existen 3 tipos de pruebas:

Pruebas afectivas: son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y son más difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales (Anzaldúa Morales, 1994).

Es necesario, en primer lugar, determinar si uno desea evaluar simplemente la preferencia o grado de satisfacción (gusto o disgusto) o si también se quiere saber cuál es la aceptación que tiene el producto entre los consumidores. En este último caso, los consumidores deben contestar no sólo preguntas acerca de la apreciación sensorial del alimento, sino también otras cualidades destinadas a conocer si la persona desearía adquirir o no el producto.

Para las pruebas afectivas es necesario contar con un mínimo de 30 jueces no entrenados y estos deben ser consumidores habituales (o potenciales) y compradores del tipo del alimento que se está evaluando.

A la vez estas pruebas se clasifican en dos grupos:

1. *Pruebas de preferencia:* estas pruebas desean conocer si los jueces prefieren una muestra sobre la otra. La prueba es muy sencilla y consiste en pedirle al juez que diga cuál de las dos muestras prefiere. Es recomendable incluir instrucciones para que los jueces prueben las muestras en un determinado

orden, ya que los alimentos dejan impresiones en la lengua o en el olfato y pueden interferir con la apreciación de la segunda muestra.

2. *Prueba de medición del grado de satisfacción:* se utilizan cuando se evalúan más de dos muestras a la vez o se desea obtener mayor información acerca de un producto. Éstas buscan manejar más objetivamente datos tan subjetivos como las respuestas de los jueces sobre cuánto les gusta o les disgusta un alimento.

Para llevarlas a cabo se utilizan escalas hedónicas. La palabra hedónico, según el diccionario de la Real Academia Española, significa que procura placer. Por lo tanto, las escalas hedónicas son instrumentos de medición de las sensaciones placenteras o desagradables producidas por un alimento. Pueden ser verbales o gráficas.

Prueba de aceptación: es el deseo de una persona por adquirir un producto. No solo depende de una impresión agradable o desagradable que el juez reciba al probar un alimento, sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. Sin embargo, el término “prueba de aceptación” es utilizado incorrectamente con mucha frecuencia para referirse a las pruebas de grado de satisfacción. El que un alimento le guste a alguien no quiere decir que esa persona vaya a querer comprarlo.

La prueba de aceptación consiste en indagar características sociales, económicas, culturales y de hábitos de los jueces, e indicar si el alimento a evaluar les gusta o no, si desean adquirirlo o no, entonces así definir si el producto es aceptado o no por las muestras.

4.3 La espirulina: ¿alga o bacteria?

El término “Espirulina” ha sido ampliamente utilizado en el lenguaje coloquial para referirse a un alga verde microscópica. Sin embargo, en la actualidad y a pesar de que en el común de la población la espirulina sigue siendo considerada un alga,

estudios moleculares de ADN nuclear y mitocondrial, así como imágenes obtenidas por microscopía electrónica de transmisión y de barrido, indican claramente que la espirulina, no es un alga (microorganismo eucariota), sino una cianobacteria (microorganismo procariota). Es decir que el microorganismo *Spirulina máxima* no pertenece al reino Eukarya como inicialmente se creía cuando fue descrita por primera vez, sino que pertenece al reino Eubacteria (Holt y col., 1994). Dada la confusión creada en torno a la ubicación taxonómica del microorganismo *Spirulina*, el término “espirulina” se usa, incluso actualmente, para referirse indistintamente a dos géneros bacterianos: y “*Arthrospira*”, que resultan ser un mismo género descrito por dos investigadores. La cianobacteria *spirulina máxima* tiene gran importancia económica, ya que es una bacteria pigmentada cultivada y comercializada como materia prima para elaborar una gran cantidad de productos a los que se les atribuyen propiedades nutritivas y de prevención de la salud (Viveros Valdez, 2009)

4.3.1 *Spirulina máxima*: ubicación taxonómica según el Manual de Bergey

4.3.1.1 Identificación taxonómica

Reino: *Eubacteria*

Filum: *Cyanobacteria*

Clase: *Myxophyceae*

Orden: *Hormogonales*

Sub Orden: *Homocystineae*

Familia: *Oscillatoriaceae*

Género: *Arthrospira (Spirulina)*

Especie: *Arthrospira máxima (Spirulina maxima)*

(Viveros Valdez, 2009)

Tabla 1: Especies del género *Arthrospira*

Especies del género <i>Arthrospira</i>	
ESPECIES	PRIMERA DESCRIPCION
<i>A. fusiformis</i>	Estepa Siberiana, Rusia, Lago Tunatan
<i>A. gomontiana</i>	América del Norte, agua estancada
<i>A. indica</i>	India, estanque natural
<i>A. jeneri</i>	Europa, agua estancada
<i>A. Khannae</i>	Rangoon, Myanmar, estanque natural
<i>A. massartii</i>	Luxemburgo, agua manantial
<i>A. máxima</i>	Oakland, California, pozo salina
<i>A. platensis</i>	Montevideo, Uruguay, agua estancada
<i>A. spirulinoides</i>	Pakistán, agua de lluvia estancada
<i>A. tenuis</i>	Bengala, India, estanque artificial

4.3.2 *Spirulina máxima*: una bacteria fototrófica oxigénica

Bacterias fototróficas oxigénicas

Bacterias que contienen clorofila A, que utilizan la luz como fuente de energía, y se desarrollan en presencia de oxígeno, de una manera similar a la de las plantas verdes. Se incluyen dos subdivisiones:

- I. contienen clorofila y tienen ficobiliproteínas. Estos organismos se denominan cianobacterias.
- II. contienen clorofila a y clorofila b, pero no contienen ficobiliproteínas.

Las procariotas oxigenicas fotosintéticas abarcan dos grupos diferentes. El grupo estudiado más estudiado es el de las cianobacterias (Holt y col., 1994).

Esta ampliamente distribuido y es una diversa colección de bacterias fotosintéticas unicelulares y multicelulares que poseen clorofila y llevan a cabo el proceso de fotosíntesis en presencia de oxígeno. Un grupo recientemente

descubierto de procariotas fotosintéticas oxigénicas se denomina prochlorales. Estas bacterias comparten muchas características con las cianobacterias, también contienen clorofila b, así como la clorofila a, pero carecen de pigmentos de ficobilina y difieren en algunas otras características. Este grupo parece ser filogenéticamente heterogéneo en relación con los diversos grupos de cianobacteria. (Holt, Krieg, Sneath, Staley, & Williams, 1994)

Las cianobacterias

Es un grupo diverso de bacterias oxigenicas fotosintéticas que son unicelulares, coloniales y que presentan filamentos. Estos tipos de filamentos pueden ser simples o con ramas falsas o verdaderas (a veces con ambas). (Holt, Krieg, Sneath, Staley, & Williams, 1994). Algunos tipos de filamentos multiseriados forman talos multicelulares más complejos. Su amplitud o diámetro es de 0,5 µm a 100 µm. La membrana externa presenta una capa de peptidoglicano, de 2 a 200 nm de espesor. La mayoría de las formas filamentosas tienen poros entre las células. Pueden poseer una vaina extracelular, o solamente mucilago. la motilidad de deslizamiento existe en muchos géneros y especies, particularmente en formas filamentosas.

Los mecanismos de propulsión son inciertos, pero la evidencia circunstancial implica que existen bandas de microfibrillas proteicas en el periplasma, probablemente entre la pared de peptidoglicano y la membrana externa. (Holt, Krieg, Sneath, Staley, & Williams, 1994)

Las cianobacterias se someten a la fusión binaria a través de un crecimiento constrictivo, mientras que muchas formas filamentosas se dividen por invaginación de la membrana celular y la capa de peptidoglicano. En un subgrupo la reproducción total o parcial se da por fisión interna múltiple.

El color de las células (dependiendo de la especie) pueden ser rojas, verde azulado, púrpura, verde, marrón o en apariencia negro.

4.3.2.1 Características

Spirulina sp. (Arthrospira sp.) es una cianobacteria filamentosas no diferenciada, habitante de lagos alcalinos, (Cano Europa y col. 2012). Se cultiva para consumo humano debido a su contenido nutricional. En México, el consumo de esta cianobacteria se remonta a tiempos prehispánicos, cuando era conocida como *tecuítlatl*, siendo conocida como “*dihé*” por las tribus nativas de la región del lago de Chad, en África. En los últimos años se le han atribuido diversos efectos positivos en el tratamiento de algunos tipos de alergias, anemia, cáncer, enfermedades virales y cardiovasculares. Muchas de sus propiedades son consecuencia de la presencia de pigmentos como las ficobiliproteínas y los carotenoides, así como de otros compuestos como polisacáridos, ácidos grasos (destacando el ácido gamma linoleico), proteínas, vitaminas y minerales. Las propiedades y aplicaciones de este organismo hacen de él un alimento "promotor de la salud" o "nutracéutico".

4.3.2.2 Antecedentes históricos de su uso

Los antiguos habitantes de Tenochtitlán, hoy Ciudad de México, lograron mantener sana a una numerosa población a través de una dieta equilibrada, basada en el maíz, que representaba un 80% de la dieta diaria, frijol, calabaza, tomate, chile, chayote, jícama, cebolla, chía y amaranto. Estos alimentos provenían de los cultivos que crecían en tierra firme y de una gran variedad de productos como "la espirulina" que provenían del conjunto lacustre del Valle de México.

De acuerdo con la crónica de Francisco Hernández y la de Fray Toribio de Benavente, en algunos sitios del lago del Valle de México, en cierta época del año, los aztecas colectaban una especie de lodo muy fino de color azul, al cual le daban el nombre de *tecuítlatl*.

En la revista de la Sociedad Lineana de Bordeaux se publicó en 1940 la investigación realizada por el ficólogo francés Dangeard sobre una sustancia llamada *dihé*, consumida por el pueblo de Kanem, en Chad, África occidental.

Años más tarde, al botánico Léonard, miembro de la expedición belga que recorrió el Sahara desde el Atlántico hasta el Mar Rojo, le llamó la atención la abundancia de un compuesto de color verde, fácil de cosechar con una red bajo la forma de un puré y propone que esta alga es una especie vecina o de la misma especie que la que se vende en galletas en la región del Lago de Chad. Estas galletas o bizcochos fueron analizados y se descubrió que esencialmente contenían a la cianobacteria *S. platensis* (*A. platensis*) y que en efecto era el mismo organismo que el de las muestras colectadas por Léonard.

Actualmente los Kanembous siguen utilizando la *Spirulina* como fuente de alimento; sin embargo, en México, después de la conquista el uso del *tecuítlatl* cayó en el olvido, hasta que en 1967 que se le volvió a prestar atención cuando en los tanques de evaporación de la industria Sosa Texcoco, S.A. se observó que esta cianobacteria crecía en grandes cantidades. Se llevaron a cabo estudios y experimentos encaminados al aprovechamiento industrial del *tecuítlatl*, el cual se identificó como *Spirulina maxima* (*Arthrospira maxima*). Como producto de estas investigaciones instalaron una planta de procesamiento en las orillas del Caracol del Lago de Texcoco, con una producción cercana a las 500 toneladas de *Spirulina* seca al año.

Cabe señalar que de forma natural, las principales poblaciones de *Spirulina* spp. (*Arthrospira* spp.) también crecen en otros lagos en África, particularmente en Kenia, Etiopía, Egipto, Sudán, Argelia, Congo, Zaire y Zambia, así como en Asia tropical y subtropical (India, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka, China, Tailandia y Rusia), en América (Perú, Uruguay, California) y en Europa (España, Francia, Hungría y Azerbaijón), que como el antiguo Lago del Valle de México y las lagunas de Kanem en Chad, son cuerpos de agua poco profundos que están ubicados sobre depósitos de bicarbonato de sodio, con un pH alcalino y una salinidad elevada (Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez, 2006)

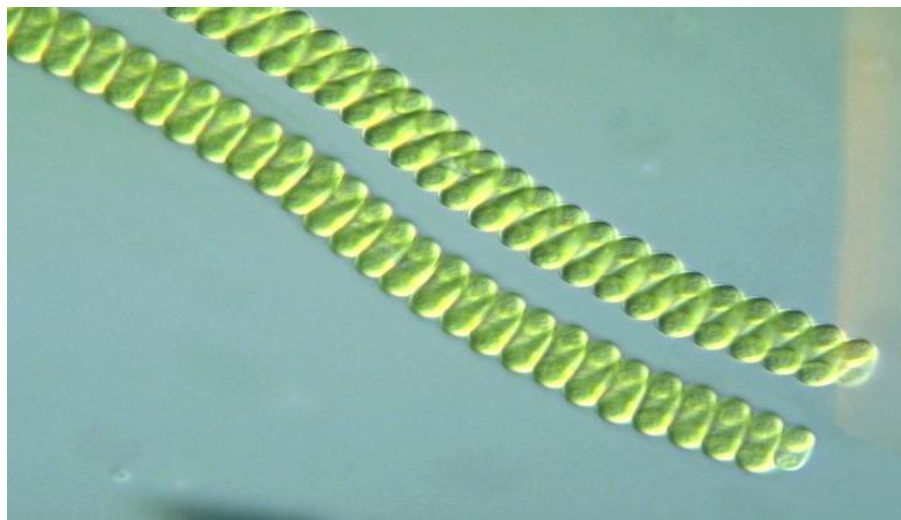


Figura N°1 Célula de espirulina. Fuente: Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez, 2006

4.3.2.3 Importancia y aplicación actual

El valor de *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.) radica precisamente en la gran variedad de macronutrientes y micronutrientes que contiene, algunos de los cuales no pueden ser sintetizados por el organismo humano, así como en algunas de sus propiedades, tales como incrementar los niveles de energía, reducir el estrés premenstrual, incrementar el rendimiento de atletas, mejorar el apetito y ofrecer protección antioxidante.

Esta cianobacteria es fuente rica en proteínas, aminoácidos, vitaminas, minerales y otros nutrientes, por lo que uno de sus principales usos es como suplemento alimenticio, ya sea en polvo, encapsulado, en tabletas, como sustituto de harina (en diferentes sabores), en pastas para sopa, botanas, salsas, barras de granola, golosinas o bebidas instantáneas de frutas o vegetales.

En los países en desarrollo, la desnutrición representa un grave problema, por lo que la producción de fuentes alternativas de alimento es de suma importancia. La *Spirulina* representa una de esas alternativas, pues además de sus propiedades nutritivas, su cultivo tiene pocas dificultades ya que crece en aguas altamente alcalinas y por ello la probabilidad de contaminación con otros microorganismos es limitada; su pared celular es delgada, formada por mucopolímeros y polisacáridos, y

no posee celulosa, lo que facilita su digestión. Al cosecharla no se requieren de grandes esfuerzos y, finalmente, estudios de toxicidad revelan que es inocua, pudiéndose utilizar como suplemento alimenticio para animales y humanos.

Actualmente se le emplea cada vez más como fuente de pigmentos naturales, vitaminas y ácidos grasos, así como para la obtención de aditivos utilizados en fórmulas farmacéuticas y alimentos. En acuicultura se utiliza como alimento para moluscos, microcrustáceos y sobre todo para peces, ya que ayuda a mantener sana su piel e intensifica la coloración de la misma, además de incrementar las tasas de crecimiento, supervivencia y fertilidad. En algunos países se utiliza como alimento para aves de ornato, para gatos y perros, especialmente para las hembras con crías, y como tónicos para caballos, vacas y sementales (Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez, 2006).

Por otro lado, en los últimos años se han hecho diferentes estudios acerca de los efectos que *Spirulina* tiene sobre algunos roedores y en el humano. Algunos de estos efectos son la inmuno-regulación, efectos antioxidantes, anticancerígenos, antivirales, antitóxicos y contra la hiperlipidemia y la hiperglicemia. Se ha comprobado a nivel experimental, *in vivo* e *in vitro*, su efectividad en el tratamiento de algunos tipos de alergias, anemia y leucemia, en otros tipos de cáncer, en reducción de hepatotoxicidad, en enfermedades virales y cardiovasculares, diabetes, obesidad, inmunodeficiencia y procesos inflamatorios, entre otros. Por lo anterior es considerada como un promotor de la salud o nutracéutico.

Varias de las propiedades antes mencionadas se deben a algunos de los constituyentes de *Spirulina*, entre los que destacan los ácidos grasos poliinsaturados w-3 y w-6, el b-caroteno, a-tocoferol, ficocianina, compuestos fenólicos y un complejo aislado recientemente, el Ca-Spirulan (Ca-SP) que tiene actividad antiviral (Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez, 2006).

4.3.2.4 Propiedades nutricionales

La investigación científica ha verificado la gran riqueza constitutiva de la espirulina.

Proteínas

Es una de las fuentes naturales más proteicas; casi el 70% de su peso está constituido por aminoácidos. Su proteína es completa y de alto valor biológico: posee 21 de los 23 aminoácidos (todos los esenciales) en proporción casi ideal, destacándose el triptófano y la fenilalanina como los de mayor concentración (Cárdenas Nieto y col., 2010)

Grasas

En cuanto a los lípidos contiene un 7%. Tiene gran calidad de AGE (ácidos grasos esenciales), los cuales se reparten entre omega 3 y 6, destacándose la presencia de un importante ácido graso: el GLA (gamma-linolénico) (Cárdenas Nieto y col., 2010)

Hidratos de carbono

La espirulina contiene entre un 15 y un 25% de azúcares, lo cual proporciona energía rápida sin sobrecargar el páncreas ni desencadenar hipoglucemia. Entre estos glúcidos se destaca la presencia de un raro azúcar natural (ramnosa) que favorece el metabolismo de la glucosa y posee un efecto favorable en la diabetes.

Vitaminas

La espirulina posee una gran riqueza de vitaminas. Además de vitaminas A (diez veces más concentración que la zanahoria y en la forma segura de betacarotenos), B1, B2, B5, B6, ácido fólico, E y H, se destaca por ser la fuente natural más rica en B12, siendo totalmente asimilable al no haber proceso de cocción (Cárdenas Nieto y col., 2010)

Minerales

En cuanto a minerales, la espirulina es especialmente rica en hierro altamente asimilable (cinco veces más que el hígado); diez gramos satisfacen las necesidades diarias de un adulto. También contiene calcio, fósforo, magnesio, potasio, manganeso, selenio, cromo, cobre, cinc y germanio, con bajo contenido de sodio.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

Contiene además, cantidades importantes de clorofila, carotenos, ácidos nucleicos, enzimas y fibra soluble.

4.3.2.5 Modo de Consumo

Se puede incorporar espirulina en polvo a comidas o bebidas, a razón de 1 gramo por día. Preferentemente evitando su cocción para no generar la pérdida de nutrientes.

4.3.2.6 Producción en Argentina

Hydro Farming se creó en Coronel Bogado, a 40 kilómetros de la provincia de Santa Fe, en el año 1992, constituyéndose como la primera planta productora de espirulina en Argentina. En ese entonces, la espirulina era muy valorada en el exterior, pero solo unos pocos en Argentina conocían los beneficios de su consumo diario.

Alejado de la contaminación ambiental y con una excelente calidad de agua, Coronel Bogado es un lugar ideal para la producción de espirulina.

La espirulina se cultiva en estanques de poca profundidad con soluciones salinas que recrean las particulares características de su hábitat natural.

(<http://www.hydrofarmingsa.com>)

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Figura N° 2 Planta productora de espirulina en Argentina, año 2002. Fuente:
www.hydrofarmingsa.com



Figura N° 3 Planta productora de espirulina en Argentina, año 2002. Fuente:
www.hydrofarmingsa.com

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*



Capítulo V: Materiales y Métodos

5.1 Tipo de estudio

Se realizó una investigación de tipo **descriptiva**. Según Hernández Sampieri (2006) el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, decir cómo es y se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Hernández Sampieri, 2006). En este caso se evaluó el nivel de conocimiento, consumo y grado de aceptabilidad y satisfacción de la espirulina en una población determinada.

5.2 Tipo de diseño

El diseño propuesto es **mixto**, ya que presenta dos etapas. En la primera etapa el diseño es **no experimental**, ya que es un estudio de investigación que se realiza sin manipular las variables. Se observan los fenómenos tal cual como aparecen en su contexto natural para después analizarlos (Hernández Sampieri, 2006)

Por otra parte se trata de un **estudio transversal**, ya que se recolectan los datos en un momento específico del tiempo, una sola vez (Hernández Sampieri, 2006)

En esta etapa de la investigación, se prepararon diferentes alimentos enriquecidos con espirulina para valorar las características organolépticas, grado de aceptabilidad y la satisfacción de los productos elaborados, además se indagó sobre el nivel de conocimiento de la espirulina en una población determinada.

La segunda etapa es de tipo **experimental**, que es un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos) dentro de una situación de control para el investigador. En esta etapa se realizó un análisis químico de espirulina para determinar contenido de proteínas, grasas, hidratos de carbono y fibra.

5.3 Población, muestra y tipo de muestreo

5.3.1 Población:

Para la evaluación de las características organolépticas, nivel de conocimiento, satisfacción y aceptabilidad la población estuvo conformada por: **Grupo de hombres y mujeres de entre 18 y 75 años que residen en San Miguel de Tucumán durante el periodo julio-agosto de 2014.**

Para la evaluación experimental y cuantificación de macronutrientes la población fue:

- Porción de espirulina en polvo
- Porción de pan casero adicionado con espirulina.
- Porción de jugo de naranja adicionado con espirulina.
- Porción de gelatina de manzana adicionada con espirulina.

5.3.2 Muestra:

Grupo de 50 hombres y mujeres entre 18 y 75 años que residen en San Miguel de Tucumán, durante el periodo de julio-agosto 2014.

5.3.3 Tipo de muestreo

Las muestras fueron seleccionadas de manera **no probabilística**. Por un lado se realizó un **muestreo no probabilístico accidental** donde se recurrió a elementos de fácil acceso (grupo de personas que fueron elegidos al azar) (Hernández Sampieri, 2006)

A la vez se realizó un **muestreo no probabilístico intencional**, que consistió en buscar información en donde se creía se iba a encontrar (polvo de espirulina que fue sometido a un análisis químico)

5.4 Hipótesis de investigación

Hipótesis N° 1: “Los adultos de San miguel de Tucumán no conocen la espirulina.”

Variable: Conocimiento

Categorías de la variable:

Conoce: cuando el encuestado responda la opción SI de la pregunta número 1 de la encuesta.

No conoce: cuando el encuestado responda la opción NO de la pregunta número 1 de la encuesta.

Definición conceptual: tener información o conocimientos profundos y con experiencia directa sobre algo.

Definición operativa: en la pregunta número 1 de la encuesta se indaga si el encuestado conoce o no la espirulina.

Hipótesis N° 2: “El conocimiento que los adultos de San Miguel de Tucumán poseen respecto de la espirulina es inadecuado”

Variable: Grado de conocimiento sobre la espirulina

Categorías de la variable:

Adecuado: cuando el entrevistado responda correctamente 6 o más enunciados

Inadecuado: cuando el encuestado responda 5 enunciados o menos

Definición conceptual: son hechos, información y conocimientos adquiridos a través de la experiencia o la educación acerca del alga marina unicelular, rica en proteínas, vitaminas y minerales.

Definición operativa: en la pregunta número 2 de la encuesta se listan una serie de enunciados en los que los encuestados deberán contestar según sus conocimientos acerca de la Espirulina.

Hipótesis N° 3: ***“Los adultos de San Miguel de Tucumán no consumen espirulina”***

Variable: **Consumo de espirulina**

Categorías de la variable:

Consume: cuando el entrevistado marque la opción SI de la pregunta N°6 del instrumento de recolección de datos

No consume: cuando el entrevistado marque la opción No de la pregunta N°6 del instrumento de recolección de datos

Definición conceptual: ingesta o empleo de la cianobacteria espirulina, rica en proteínas, vitaminas y minerales.

Definición operativa: para la identificación de esta variable se aplicará una encuesta estructurada en la cual la pregunta número 6 indaga sobre el consumo o no de espirulina.

Hipótesis N° 4: ***“Las preparaciones adicionadas con espirulina son aceptadas por la población encuestada”***

Variable: Aceptabilidad

Categorías de la variable:

Si: cuando el encuestado marque con una cruz la opción SI del apartado “prueba de aceptación” de la encuesta.

No: cuando el encuestado marque con una cruz la opción NO del apartado “prueba de aceptación” de la encuesta.

Definición conceptual: la aceptabilidad es el deseo de una persona por adquirir un producto. No sólo depende de la impresión agradable o desagradable que el

consumidor recibe al probarlo, sino también de aspectos culturales, socioeconómicos, de hábitos, etc. (Anzaldúa- Morales, 1994).

Definición operativa: para medir esta variable se llevó a cabo una prueba de aceptabilidad de los productos, la cual consta de un cuestionario con preguntas cerradas (SI-NO)

Se la realizó para conocer si los encuestados deseaban adquirir los productos elaborados con espirulina, si los recomendarían o no, si le interesaría incorporar los alimentos elaborados con espirulina a su dieta habitual y si les gustaría conocer más información sobre los beneficios de dicha alga.

Hipótesis N° 5: “Las personas encuestadas incorporarían a su dieta alimentos adicionados con espirulina”

Variable: Satisfacción

Categorías de la variable:

Me gusta: cuando el encuestado marque con una cruz la opción ME GUSTA del apartado “prueba de satisfacción”

Ni me gusta ni me disgusta: cuando el encuestado marque con una cruz la opción NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA del apartado “prueba de satisfacción”

No me gusta: cuando el encuestado marque con una cruz la opción NO ME GUSTA del apartado “prueba de satisfacción”

Definición conceptual: la satisfacción es el valor asignado por el juez que expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando cuánto le gusta o disgusta un alimento, (Anzaldúa- Morales, 1994).

Definición operativa: para medir esta variable se llevó a cabo una prueba de satisfacción. Se evaluó mediante una escala hedónica de tres puntos: “Me gusta”- “ni me gusta ni me disgusta”- “no me gusta”.

Se determina que le gusta el producto cuando el encuestado coloca una cruz en la opción “me gusta”

Se determina que ni le gusta ni le disgusta cuando el encuestado coloca una cruz en la opción “ni me gusta ni me disgusta”.

Por último se determina que el producto no le agrada cuando el encuestado coloca una cruz en la opción “no me gusta”.

Hipótesis N° 6: “El contenido de proteínas del polvo de espirulina es mayor que el contenido de proteínas del alga Nori”

Variable: contenido de proteínas

Definición conceptual: Las proteínas son el elemento formativo indispensable para todas las células corporales.

Son proteínas todas las enzimas catalizadoras de las reacciones químicas en los organismos vivientes, muchas de las hormonas reguladoras de actividades celulares, la hemoglobina y otras moléculas como funciones en la sangre, los anticuerpos responsables de la acción de la defensa natural contra infecciones o agentes extraños, los receptores celulares, la actina y la miosina responsables de la contracción y relajación muscular, el colágeno y la elastina que forman el tejido conectivo, etc. (López- Suárez, 2005).

Definición operacional: para cuantificar el contenido de proteínas del polvo de espirulina se realizó un análisis químico en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

Hipótesis N° 7: “El contenido de hidratos de carbono del polvo de espirulina es menor que el contenido de hidratos de carbono del alga Nori”

Variable: Contenido de hidratos de carbono

Definición conceptual: Los glúcidos son los compuestos orgánicos más abundantes y se los encuentra en las partes estructurales de los vegetales, producidos por la fotosíntesis y también en los tejidos de animales en forma de glucosa o glucógeno, que sirven como fuente de energía para las actividades celulares vitales. (López- Suárez, 2005).

Definición operacional: para cuantificar el contenido de hidratos de carbono del polvo de espirulina se realizó un análisis químico en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

Hipótesis N° 8: “El contenido de lípidos del polvo de espirulina es mayor que el contenido de lípidos del alga Nori”

Definición conceptual: Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos. Sus propiedades comunes incluyen la insolubilidad en agua y solubilidad en solventes orgánicos como éter. Las grasas se diferencian de los aceites por el punto de fusión, a temperatura ambiente (20° c) las grasas son sólidas y los aceites líquidos. (Mahan, 2000)

Definición operacional: para cuantificar el contenido de lípidos del polvo de espirulina se realizó un análisis químico en la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

5.5 Técnicas y procedimientos de recolección y análisis de datos

5.5.1 Desarrollo de productos

Los alimentos que componen este trabajo de investigación se elaboraron a partir de recetas básicas que forman parte de nuestra cultura alimentaria, son de consumo frecuente en la población, y a las cuales se les realizaron modificaciones por parte del investigador.

Cada uno de ellos puede ser incorporado en cualquier momento del día, son preparaciones muy fáciles de realizar y no implican demasiado tiempo ni dinero.

Estos tres productos alimentarios fueron seleccionados con el propósito de aportar variedad a la alimentación y repercutir la calidad de la misma.

Las preparaciones fueron adaptadas y estandarizadas para satisfacer a los comensales. Debido a que el polvo de espirulina tiene como características organolépticas principales un intenso color verde y por su origen también posee sabor intenso, se realizaron diferentes ensayos y pruebas para determinar las

cantidades exactas que se requerían en cada preparación para no alterar de manera radical las características físico-químicas y las propiedades sensoriales del producto final. Cada porción de producto contiene aproximadamente 1 gramo de espirulina en polvo. (Ver anexo N°3)

5.5.2 Evaluación Sensorial

Una vez estandarizadas las preparaciones, se convocó a las personas que realizarían la degustación.

Se conformaron 10 grupos de 5 personas cada uno, para una mayor comodidad de los mismos, para que la prueba de degustación no se prolongue demasiado y para que las personas puedan comprender correctamente lo que se les pidió. Fueron llamados en diferentes ocasiones

Selección de panelistas

Para la selección de las personas que degustarían los productos se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

Edad: de 18 a 75 años.

Sexo: participaron personas de ambos sexos.

Estado de salud: se excluyeron personas enfermas, especialmente con enfermedades respiratorias y de órganos sensoriales.

Hábitos: las personas fumadoras se abstuvieron de fumar 1 hora antes de la degustación (Anzaldúa Morales, 1994).

Preparación de la prueba sensorial

El área donde se evaluaron las muestras disponía de: una mesa redonda con mantel blanco, y adelante de cada persona, se encontraba la encuesta, lapicera y un vaso con agua para enjuagar la boca luego de cada degustación. (Anzaldúa Morales, 1994). El ambiente presentaba iluminación adecuada (luz natural), tranquilidad y orden.

Aplicación de la prueba de evaluación sensorial

Se dispuso a cada grupo en una mesa redonda, con mantel blanco con una encuesta y una lapicera delante de cada uno de ellos.

Luego se explicó a cada grupo que la degustación que se llevaría a cabo pertenecía a un trabajo de investigación. Se aclaró que la encuesta era totalmente anónima y que cada persona, mientras realizaba la prueba, debía permanecer en silencio.

Los encuestados contestaron la primera parte de la encuesta; luego se hizo una pausa y se empezó con la parte de degustación. Para esto, se les explicó que eran tres preparaciones las cuales tenían que probar y por ello a su lado tenían un vaso de agua para enjuagar la boca luego de realizar cada degustación.

Una vez completada la prueba de evaluación sensorial, los encuestados completaron el cuadro de la prueba de satisfacción en donde tenían que contestar si las preparaciones fueron o no de su agrado. Luego de esto se realizó una pausa y se dio una breve explicación de lo que es la espirulina y cuáles son sus propiedades, de manera que los encuestados pudieran contestar con más facilidad la prueba de aceptación que es el apartado final de la encuesta.

El tiempo que llevo a cada grupo contestar toda la encuesta fue de aproximadamente 45 minutos.

Cabe destacar que durante el proceso de recolección de datos se generó mucho interés por parte de los encuestados por saber qué era la espirulina.

5.5.3 Instrumentos

Para llevar a cabo la evaluación de las características organolépticas, nivel de conocimiento, grado de satisfacción y aceptabilidad, se realizaron encuestas anónimas a 50 personas, las cuales se organizaron en cinco secciones:

1. **Datos personales:** edad, sexo y ocupación.
2. Nivel de conocimiento: consistió en un cuestionario de preguntas cerradas (SI-NO), verdadero falso y de preguntas múltiples.
3. **Características físicas y organolépticas:** consistió en definir las características organolépticas (color, sabor, aroma, textura y aspecto) de productos elaborados.
4. **Prueba de satisfacción:** el grado de satisfacción se llevó a cabo por medio de una escala hedónica que consto de tres puntos si el producto “le gusta”, “ni le gusta ni le disgusta”, o “no le gusta”.
5. **Prueba de aceptación:** la misma estuvo conformada por una serie de preguntas cerradas (SI-NO), lo que permitió conocer la aceptación de los productos.

5.5.4 Análisis de datos

Para esta investigación se aplicara la estadística descriptiva para la elaboración de tablas y gráficos, a partir de las encuestas aplicadas. Para este trabajo se empleara el programa Excel, que permitirá la confección de la matriz de datos a partir de la información relevada.

En un segundo momento se aplicó la estadística inferencial a partir de la prueba de χ^2 para una variable. Esta prueba permitirá la comprobación o refutación de las hipótesis de investigación.

5.6 Protocolos para la determinación de análisis químicos

Las determinaciones químicas se realizaron en el Instituto de Química Biológica de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán en colaboración con la Dra. Analía Rossi (Ver anexo número 4)

En una primera instancia se consiguió espirulina en comprimidos en una farmacia ubicada en San Miguel de Tucumán para realizar los análisis químicos, pero los profesionales encargados de realizar dichos análisis concluyeron que, ya que los comprimidos presentan demasiada cantidad de excipientes, no era apropiado realizar el estudio químico con esta muestra. Por ello, se buscó en el mercado el polvo de espirulina pura con el que se elaboran los comprimidos de dicha cianobacteria. Este producto fue adquirido en la provincia Buenos Aires. A continuación se detallan los datos de dicho producto: PARAFARM, Droguería Saporiti S.A.C.I.F.I.A. Director técnico: Andrea Dell'Oro. Av. Del Campo 1449 (C1427APB), Bs. As., Algas espirulina, Lote: 121205000045/006, Rev.: Dic-2015, Fracc: 03/01/2014, Industria argentina, contenido: 100 g.

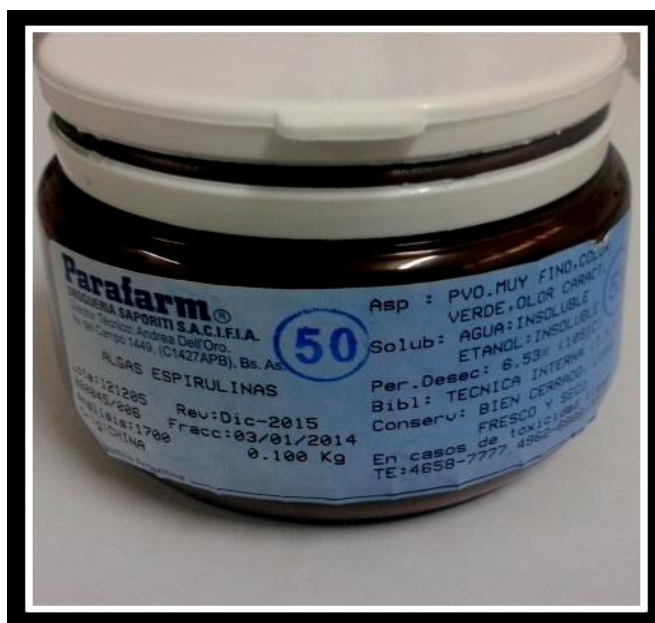


Figura N° 4: Espirulina en polvo



Figura N° 5 Espirulina en polvo

Composición centesimal

Se determinó la composición centesimal del polvo de espirulina utilizando las técnicas oficiales de A.O.A.C (1995).

Humedad

Se utilizó el método 950.46.B.

Una muestra, exactamente pesada, se desecó en estufa convencional a 105 °C hasta peso constante. Se calculó humedad de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(Ph - Ps)}{Ph} \times 100$$

Ph = Peso de la muestra húmeda [g]

Ps = Peso de la muestra seca [g]

Proteínas

Se determinó el contenido de nitrógeno total por el método de Kjeldahl, según método 925.08, (A.O.A.C, 1995) La muestra exactamente pesada, se digirió con ácido sulfúrico concentrado y catalizador ($\text{Na}_2\text{SO}_4:\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 16:0,025). El punto final de la digestión se tomó como la aparición de un líquido transparente celeste-verdoso permanente en la solución, ésta se llevó a 100 ml con agua destilada. Se tomaron alícuotas de 10 ml cada una y se destilaron. El destilado se recogió en un volumen medido de una solución de ácido bórico al 4%. y luego se tituló con ácido sulfúrico patrón 0,05 N (Solución patrón). El porcentaje de Nitrógeno se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Nitrógeno (\%)} = (V_g - V_b) \times N \times 0,014 \times \frac{V_f}{V_t} \times P \times 100$$

V_g = Volumen de H_2SO_4 gastado en la titulación de la muestra (ml)

V_b = Volumen de H_2SO_4 gastado en la titulación de blanco de reactivos (ml)

V_t = Volumen tomado para la destilación por arrastre con vapor (ml)

V_f = Volumen final del digerido (ml)

0,014 = factor de conversión para nitrógeno

N = Normalidad de la solución de H_2SO_4 (N)

P = Peso de la muestra (g)

El contenido de proteínas se calculó como el porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor 6,25. Las determinaciones se realizaron por cuadruplicado.

Cenizas

Su contenido se determinó usando el método 930.22. La muestra, 2-3 g, se colocó en crisol de porcelana y se calcinó con mechero hasta que finalizó el desprendimiento de humos blancos. Se colocó en mufla a 550 °C hasta la obtención de cenizas blancas. Tiempo aproximado: 4 h. (A.O.A.C, 1995)

Las determinaciones se realizaron por cuadruplicado y el porcentaje de cenizas se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación, expresando los resultados como g/100 g de alimento:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P_c}{P} \times 100$$

P_c = Peso de las cenizas [g]

P = Peso de la muestra [g]

Fibra Dietaria Total

La Fibra Dietaria Total (FDT) se determinó por el método enzimático-gravimétrico de Prosky (Prosky y col., 1984; Prosky y col., 1988), que ha sido adoptado oficialmente por la AOAC y permite determinar por separado Fibra Insoluble (FI) y Fibra Soluble (FS): Métodos 991.42 y 993.19 (A.O.A.C, 1995).

La muestra se trató con α-amilasa a pH=6,0 y luego con proteasa a pH=7,0. Posteriormente se acidificó hasta pH=4,0 y se trató con amilogucosidasa. Se filtró a través de embudos filtrantes de porosidad # 2 (40-60 μm) con 0,5 g de celite, para la determinación de fibra insoluble. El residuo se secó en estufa a 105°C y se pesó. Al sobrenadante se lo dejó precipitar durante toda la noche con 4 volúmenes de etanol 96°. Luego se filtró a través de embudos filtrantes de porosidad # 2 (40-60 μm) con celite, para la determinación de fibra soluble. Al residuo seco se le determinó el valor de cenizas (5h a 515°C) y proteínas, determinando el contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl y multiplicándolo por 6,25.

Los porcentajes de fibra dietaria soluble e insoluble se calcularon de acuerdo a la siguiente fórmula, considerando en cada caso el residuo correspondiente:

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

$$\text{FDT (\%)} = \frac{(\text{Pr} - \text{Pp} - \text{Pc})}{\text{P}} \times 100$$

Pr = Peso del residuo (mg)

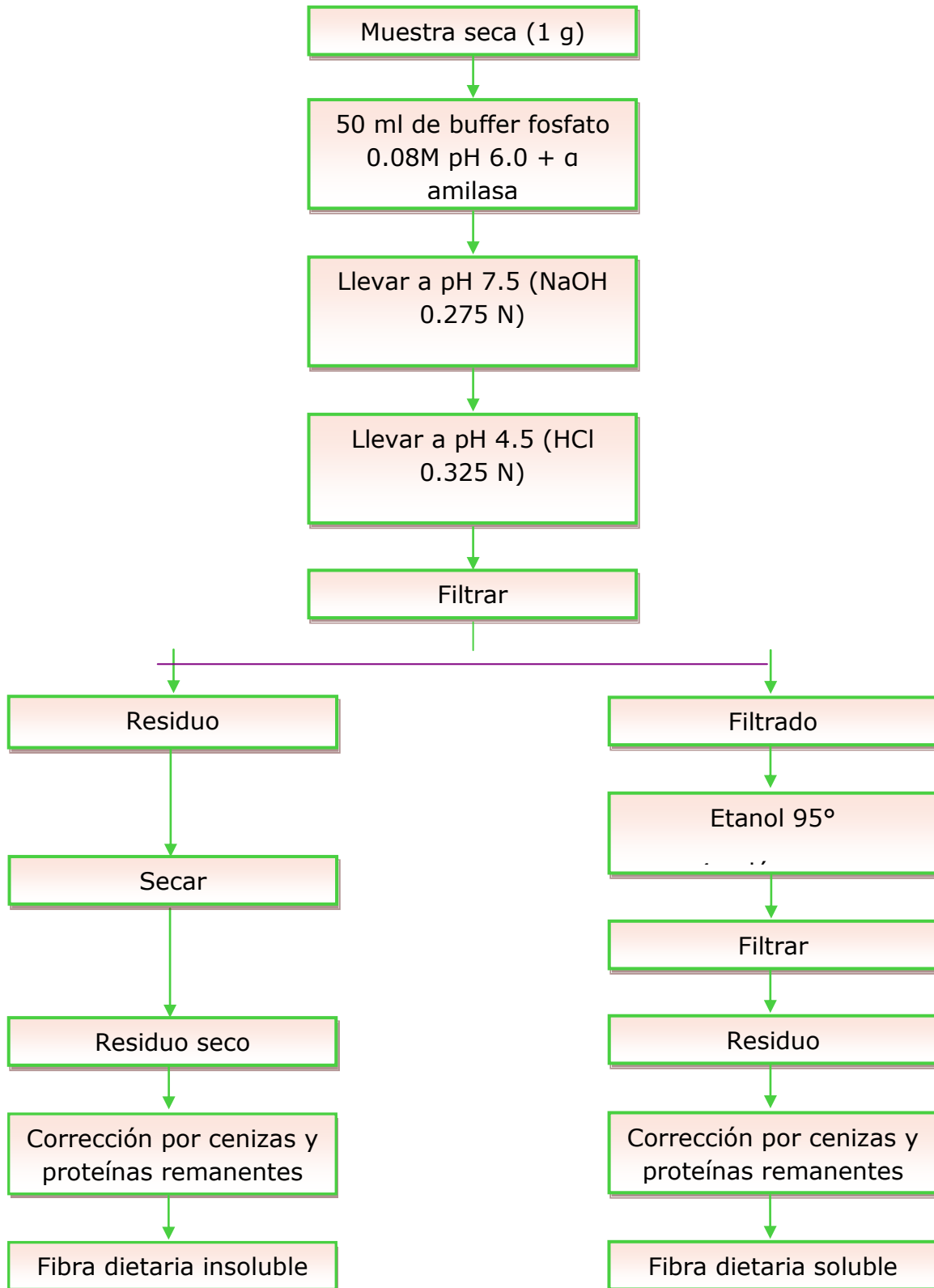
Pp = Peso de las proteínas (mg)

Pc = Peso de las cenizas (mg)

P = Peso de la muestra (mg)

Los resultados se expresan como g fibra/100 g alimento.

Determinación enzimática-gravimétrica de fibra dietaria soluble e insoluble



Materia grasa

Se determinó siguiendo la técnica de Soxhlet, (método 963.15.) La muestra seca, por cuadruplicado, se colocó en el equipo Soxhlet dentro de un cartucho de celulosa tapado con algodón. Se realizó la extracción a 60 °C usando éter de petróleo, fracción 60-80, durante 4 horas. (A.O.A.C, 1995). El porcentaje de grasa se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{P_1}{P} \times 100$$

P_1 = Peso de la materia grasa extraída (g)

P = Peso de la muestra (g)

Los resultados se expresan como g/100 g alimento.

Hidratos de carbono

Se determina por diferencia:

$$\text{HC} = 100 - (\text{humedad} + \text{lípidos} + \text{proteínas} + \text{cenizas} + \text{FDT})$$

Sodio:

Para la determinación del contenido de sodio del polvo de espirulina se utilizó el método ISE (Electrodo Ion Selectivo).

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Capítulo VI: Resultados

6. Resultados

6.1. Determinación de la composición química del polvo de espirulina

A partir de los análisis bioquímicos realizados al polvo de espirulina, se determinó la siguiente composición química (tabla N°2)

Tabla N° 2. Composición química del polvo de espirulina

	Por 100 g de polvo
Valor energético	294 Kcal
H de C	14,6 g
Proteínas	55,6 g
Grasas totales	1,6 g
-grasas saturadas	0,8 g
-grasas mono insaturadas	0,2 g
-grasas polinsaturadas	0,9 g
Sodio	1,2-1,5 g
Fibra alimentaria	17,6 g

Tabla N° 3: Macronutrientes y Kcal. de productos elaborados con polvo de espirulina

	Pan		Jugo		Gelatina	
	Por 100 gr.	Porción 50 g	Por 100 cc	Porción: 200cc	Por 100 g	Porción 200 g
Hidratos de carbono	42,2 gr.	21,1	9,52 gr.	19,05 gr.	0,76	1,52
Proteínas	8,3	4,1	0,76 gr.	1,5 gr.	1,18	2,36
Grasas	0,27	0,01	0,0003 gr.	0,006 gr.	0,03	0,06
Kcal	202,6 Kcal.	101.1 Kcal.	41,12 Kcal	82,3 kcal.	8,04 Kcal	16,08 Kcal

En la tabla N° 3 se observa el valor calórico cada 100 g y por porción del pan casero adicionado con polvo de espirulina, jugo de naranja adicionado con polvo de espirulina y gelatina de manzana adicionada con polvo de espirulina.

Para obtener el valor calórico de cada preparación se prosiguió de la siguiente manera:

Para el pan casero adicionado con polvo de espirulina, se utilizaron los datos de la tabla de composición química de la cátedra de Técnicas Dietéticas, perteneciente a la carrera de Licenciatura en Nutrición de la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino.

Para el jugo de naranja adicionado con polvo de espirulina se utilizó la composición química del jugo comercial marca Citric.

Para la gelatina de manzana adicionada con polvo de espirulina se utilizó la composición química de la gelatina comercial marca Exquisita.

Para calcular el valor calórico del polvo de espirulina adicionado a estas tres preparaciones se utilizaron los valores obtenidos del análisis químico.

6.2 Productos terminados

A continuación se presentan las imágenes de los productos terminados: pan casero, jugo de naranja y gelatina de manzana:

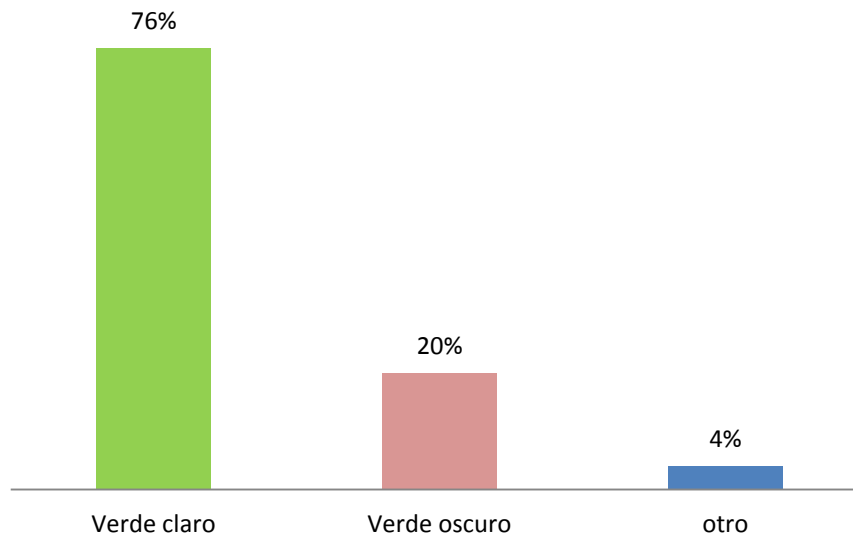


Figura N° 6 de izquierda a derecha: pan casero adicionado con espirulina, Jugo de naranja adicionado con espirulina y gelatina de manzana adicionada con polvo de espirulina.

6.3 Características organolépticas del pan casero con espirulina

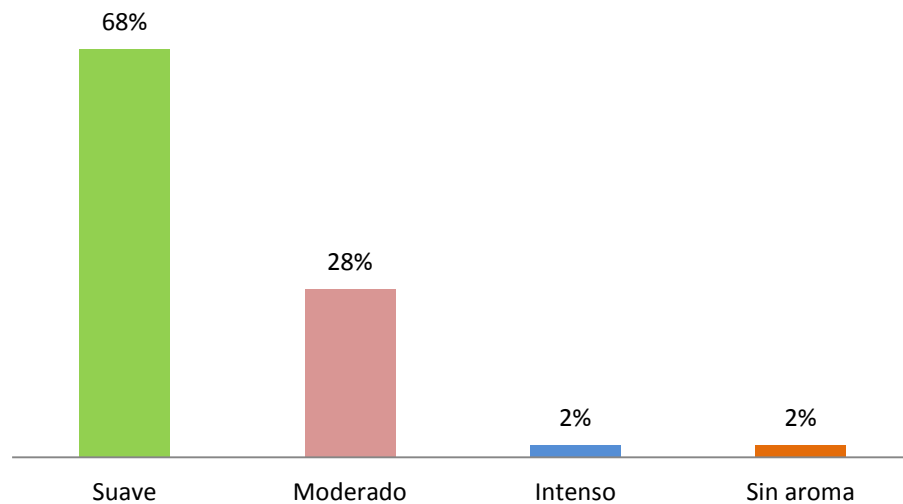
Color: el 76% de los encuestados respondió que el pan era color verde claro, el 20% dijo que el pan era de color verde oscuro y el 4% dijo que era de otro color. (gráfico N°1)

Gráfico N°1



Aroma: el 68% de los encuestados dijo que el pan tenía un aroma suave, el 28% dijo que tenía aroma moderado, el 2% intenso y el 2% dijo que no tenía ningún aroma. (gráfico N° 2)

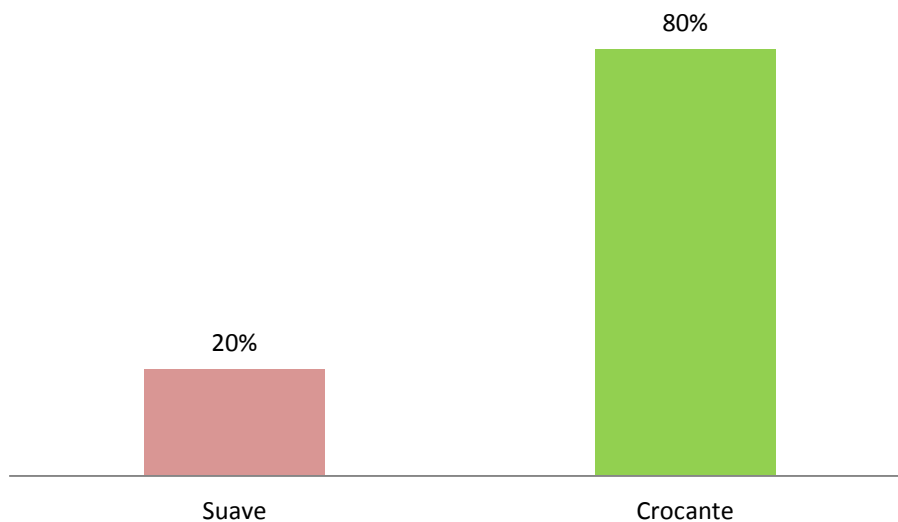
Gráfico N°2: Aroma



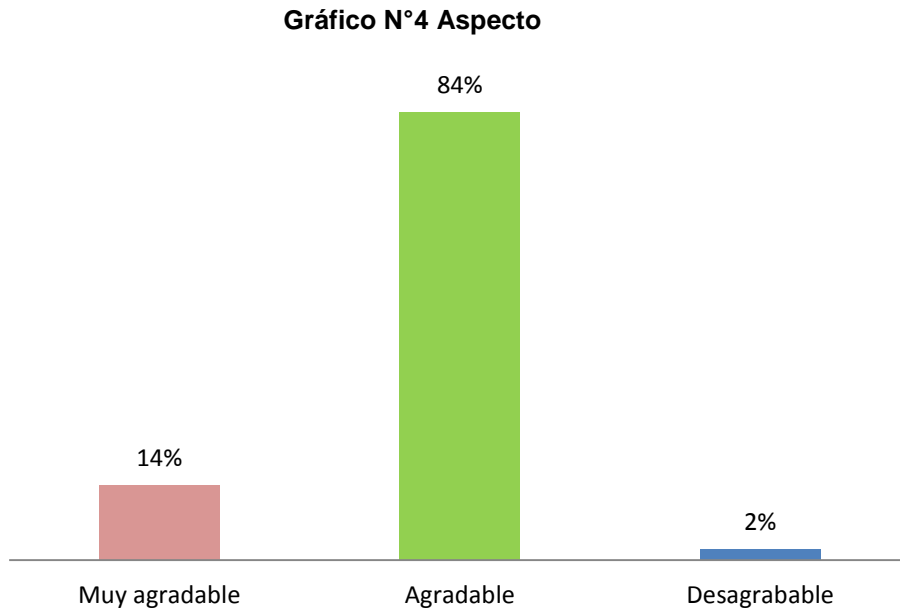
Sabor: el 100% de los encuestados dijo que el pan casero presentaba sabor salado.

Textura: el 80% de los encuestados dijo que el pan presentaba una textura crocante y el 20% dijo que presentaba una textura suave. (gráfico N° 3)

Gráfico N°3: Textura



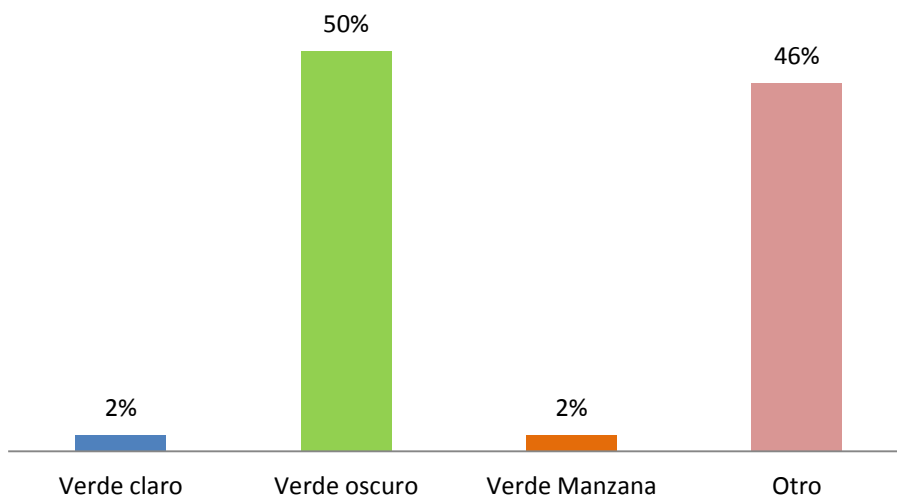
Aspecto: el 84% de los encuestados dijo que el aspecto del pan casero era agradable, un 14% dijo que era muy agradable y solo un 2% dijo ser desagradable. (gráfico N° 4)



6.4 Características organolépticas del jugo de naranja con espirulina

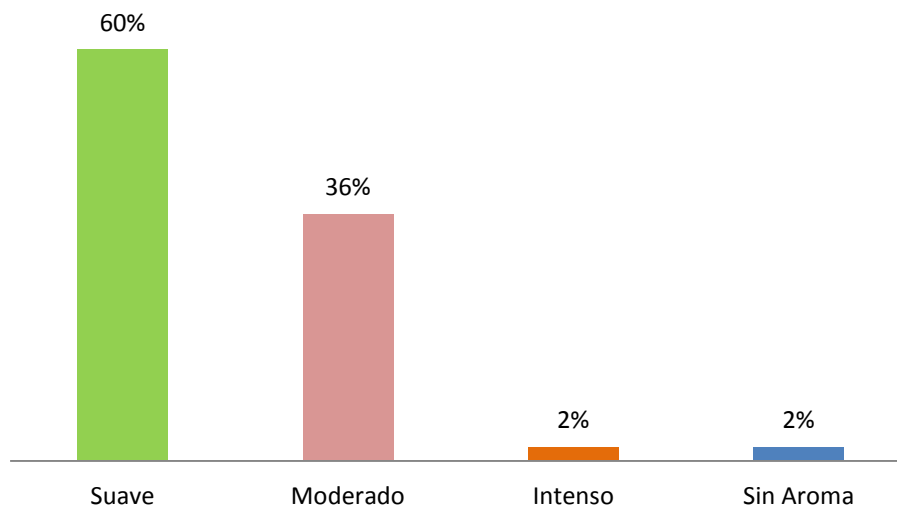
Color: el 50% de los encuestados dijo que el jugo de naranja adicionado con espirulina tenía color verde oscuro, el 46% dijo que el jugo tenía “otro” color (amarronado), un 2% dijo que tenía color verde claro y un 2% que tenía color verde manzana. (gráfico N° 5)

Gráfico N°5: Color



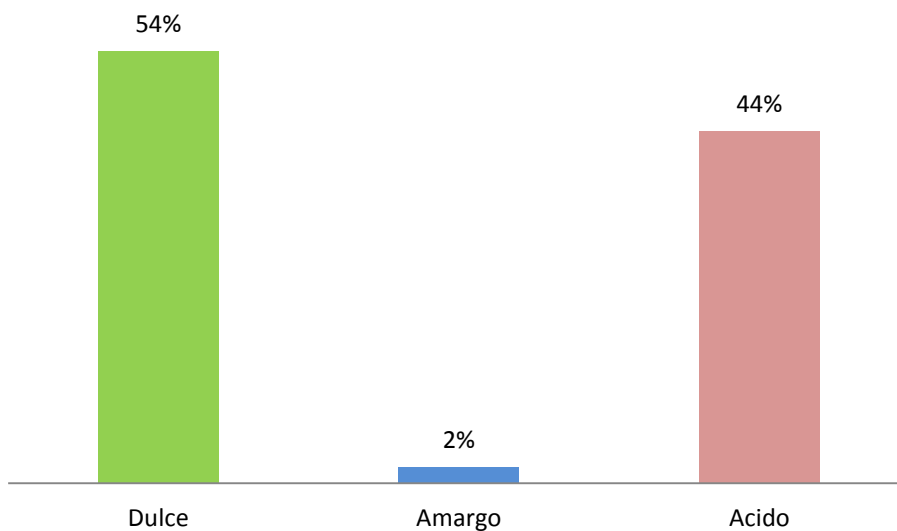
Aroma: el 60% de los encuestados respondió que el jugo de naranja con espirulina presentaba un aroma suave, el 36% de los encuestados respondió que presentaba un aroma moderado, un 2% dijo que tenía aroma intenso y otro 2% dijo que no tenía aroma. (gráfico N°6)

Gráfico N°6: Aroma



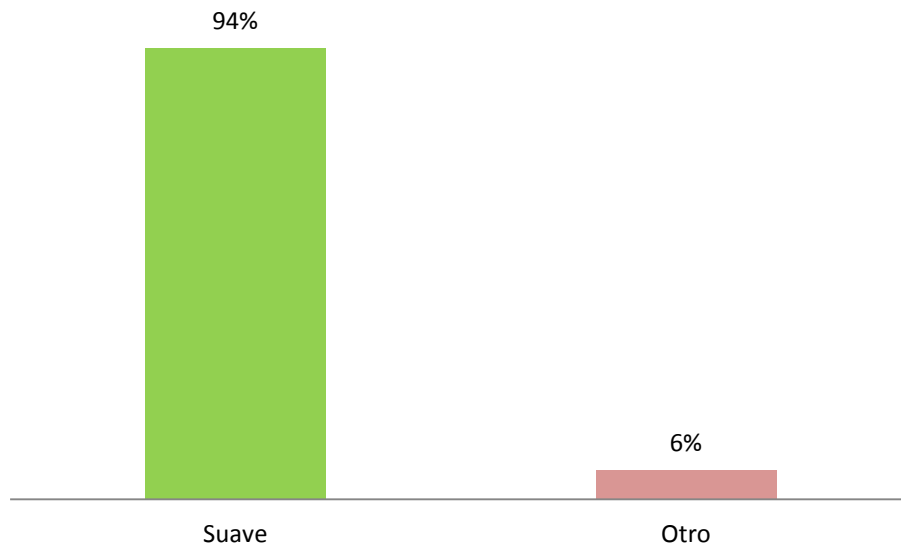
Sabor: el 54% de los encuestados respondió que el jugo de naranja con espirulina presentaba sabor dulce, un 44% de los encuestados dijo que tenía sabor ácido y solo un 2% dijo que tenía sabor amargo. (gráfico N° 7)

Gráfico N°7: Sabor



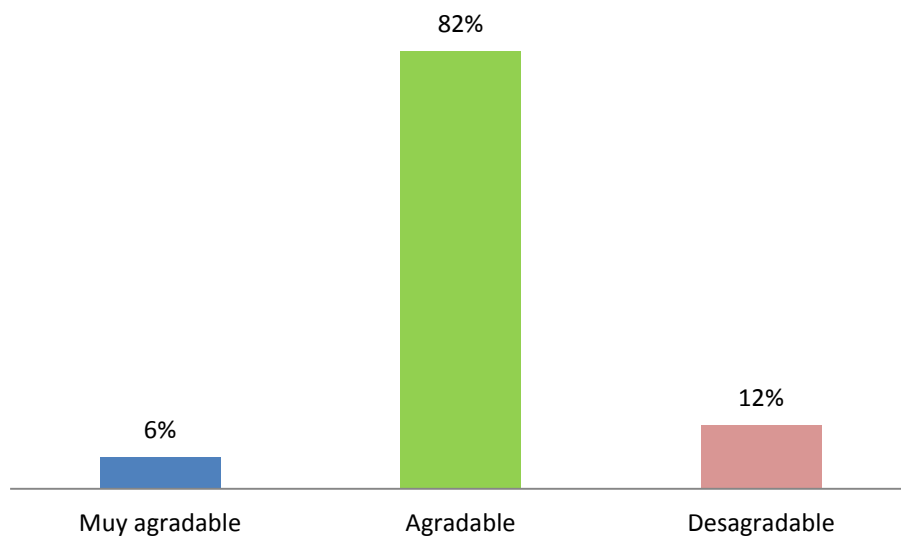
Textura: el 94% de los encuestados dijo que el jugo de naranja con espirulina presentaba una textura suave y el 6% contestó otro (aspera). (gráfico N° 8)

Gráfico N°8: Textura



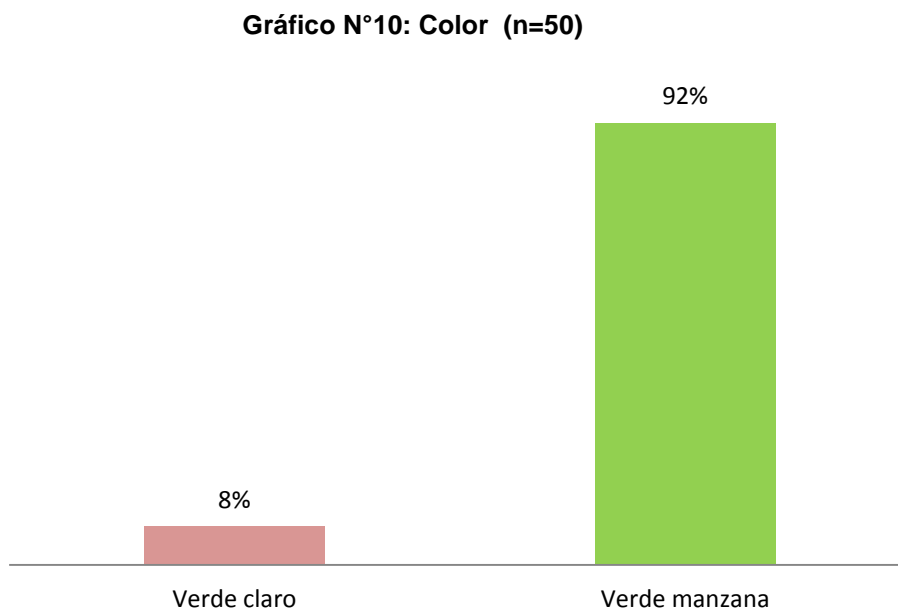
Aspecto: el 82% de los encuestados dijo que el jugo de naranja con espirulina presentaba un aspecto agradable, un 6% dijo ser muy agradable y un 12% consideró que el jugo tenía aspecto desagradable. (gráfico N° 9)

Gráfico N°9: Aspecto



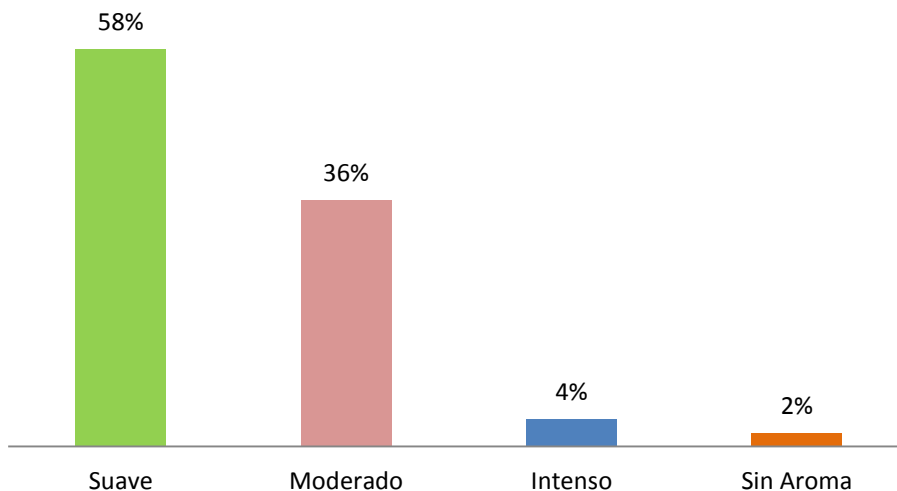
6.5 Características organolépticas de la gelatina de manzana con espirulina

Color: el 92% de los encuestados dijo que la gelatina de manzana con espirulina presentaba color verde manzana y un 8% dijo que era de color verde claro. (gráfico N° 10)



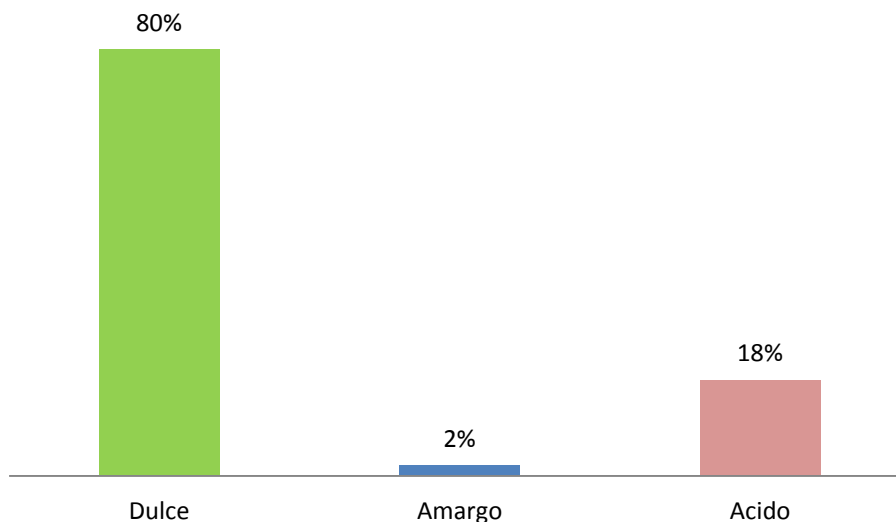
Aroma: el 58% de los encuestados dijo que la gelatina de manzana con espirulina presentaba un aroma suave, el 36% dijo que era moderado, un 4% dijo que era intenso y un 2% dijo que no tenía aroma. (gráfico N° 11)

Gráfico N°11: Aroma

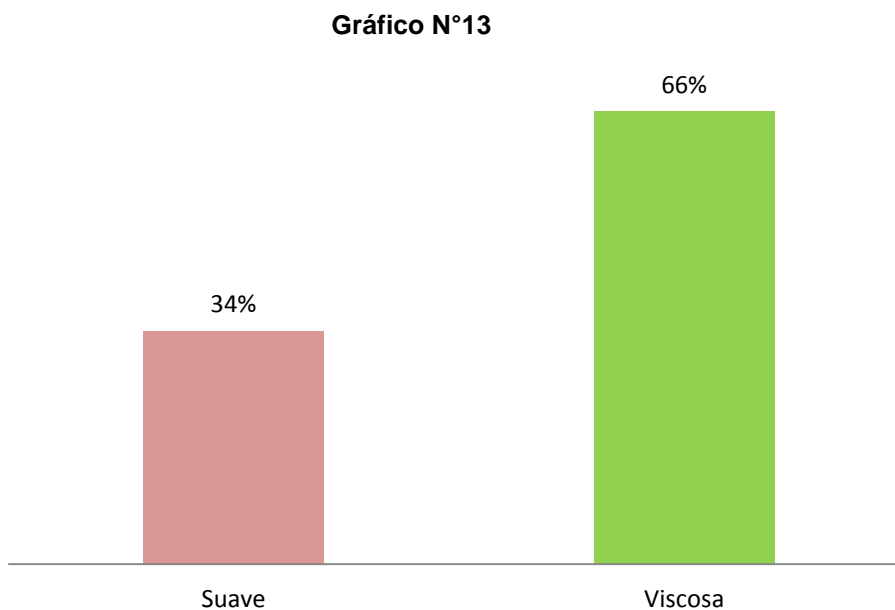


Sabor: el 80% de los encuestados dijo que la gelatina de manzana con espirulina tenía sabor dulce, un 18 % dijo que el sabor era ácido y un 2% dijo que era de sabor amargo. (gráfico N° 12)

Gráfico N°12

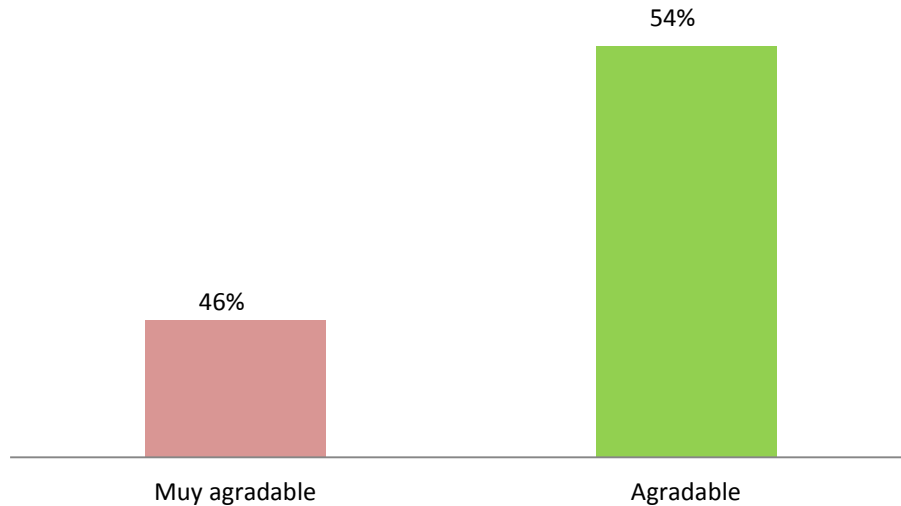


Textura: el 66% de los encuestados dijo que la gelatina de manzana con espirulina tenía una textura viscosa y un 34% dijo que tenía textura suave. (gráfico N° 13)



Aspecto: un 54% de los encuestados dijo que la gelatina de manzana con espirulina presentaba un aspecto agradable y un 46% dijo que era de aspecto muy agradable. (gráfico N° 14)

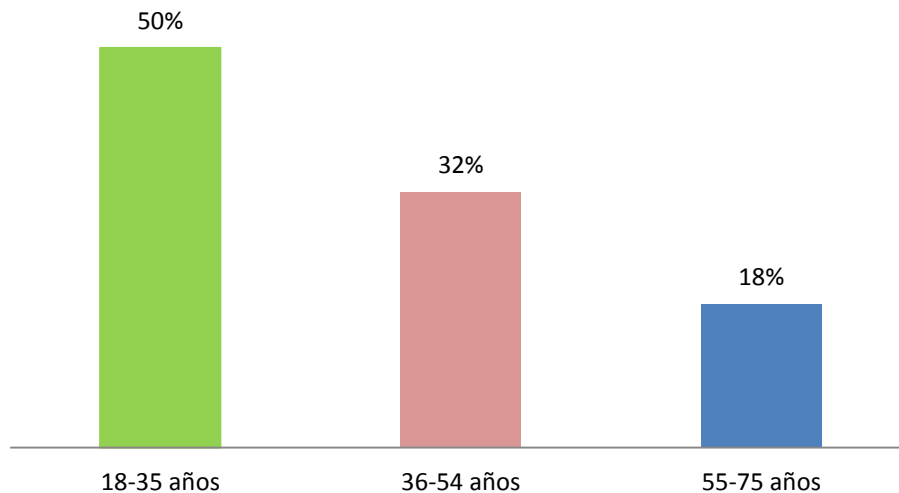
Gráfico N°14: Aspecto



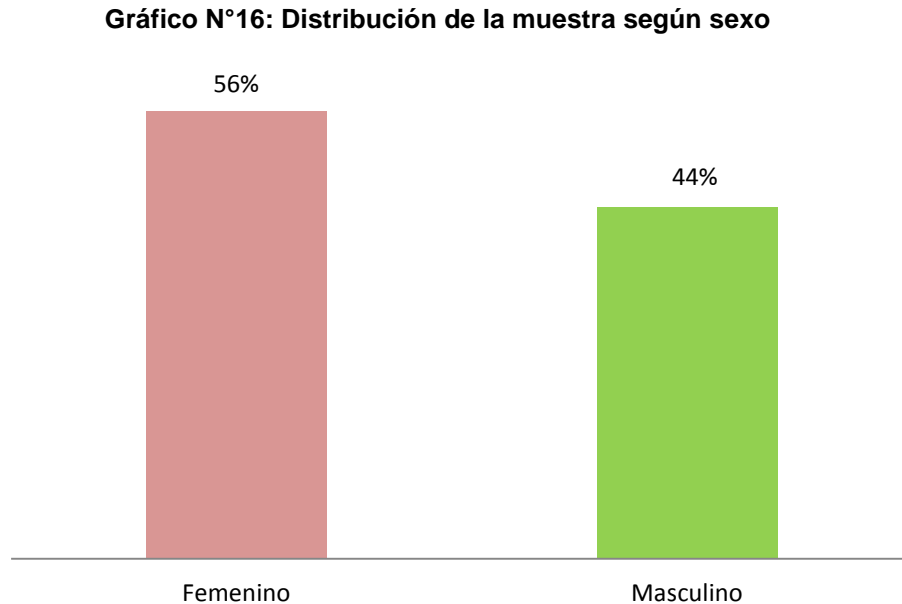
6.5 Características de la muestra de personas encuestadas

Edad: de las 50 personas encuestadas, 25 personas (50%) tenían entre 18 y 35 años, 16 personas (32%) tenían entre 36 y 54 años y 9 personas (18%) tenían de entre 55 y 75 años. (gráfico N°15)

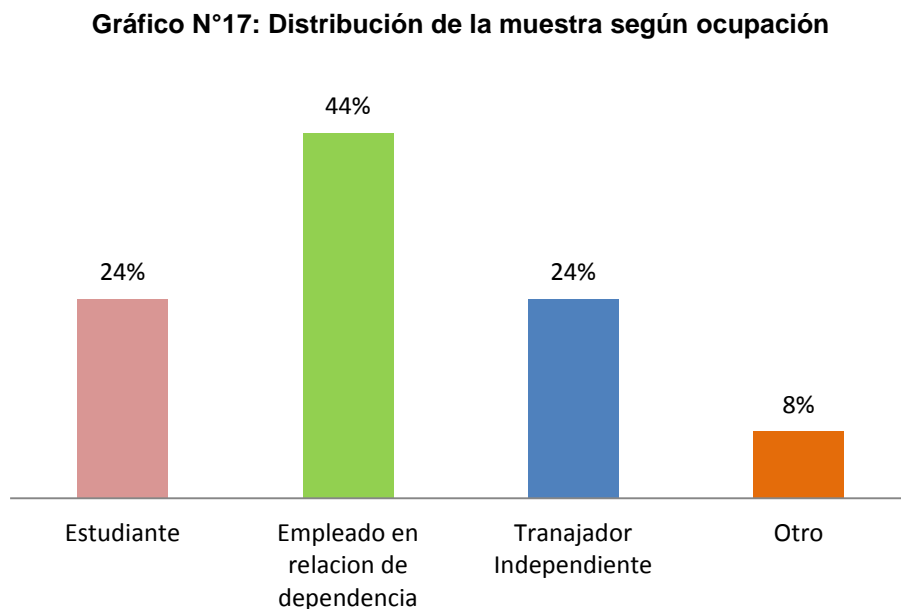
Gráfico N°15: Distribución de la muestra según edad



Sexo: de las 50 personas encuestadas, 28 personas (56%) eran de sexo femenino y 22 personas (44%) pertenecían al sexo masculino. (gráfico N° 16)



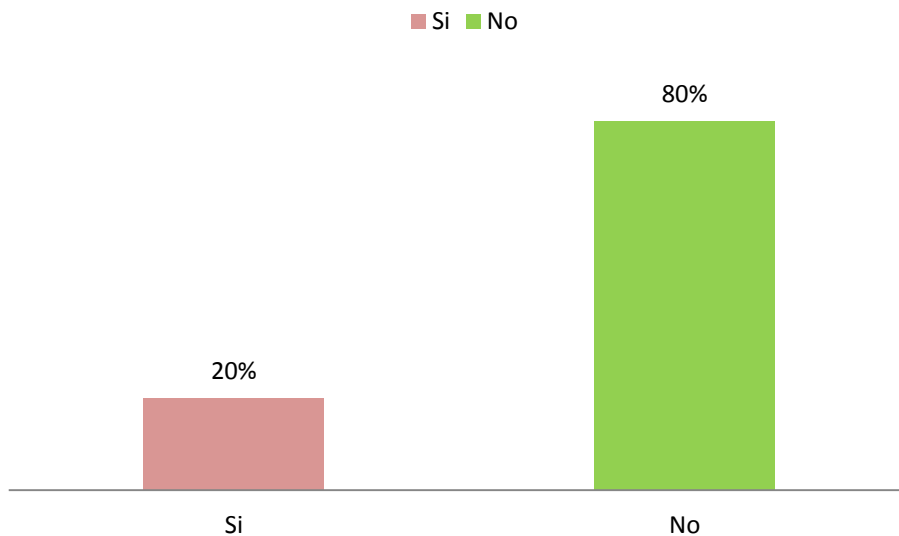
Ocupación: de las 50 personas encuestadas, 12 personas (24%) eran estudiantes, 22 personas (44%) eran empleados en relación de dependencia, 12 personas (24%) eran trabajadores independientes y 4 personas (8%) eran otro (jubilados). (gráfico N° 17)



6.5.1 Conocimientos sobre espirulina

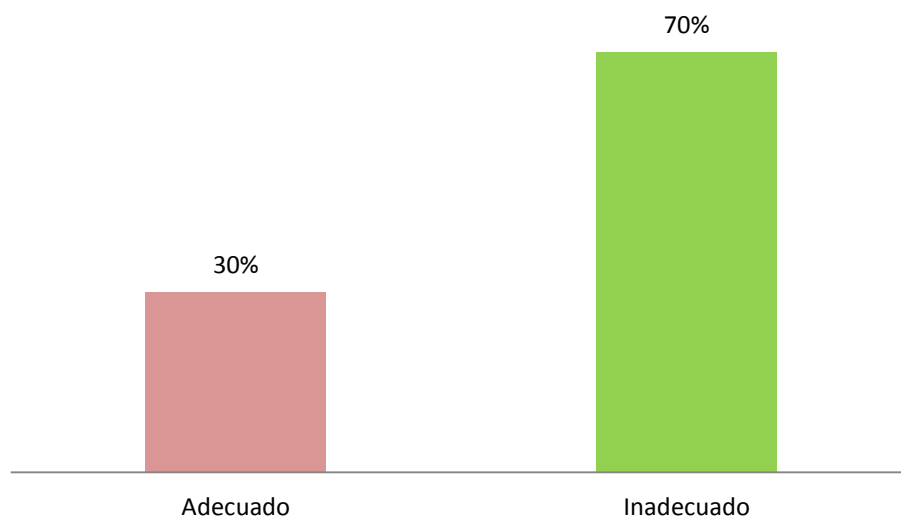
En lo que respecta a la espirulina, el 80% del total de los encuestados manifestó no conocerla. (gráfico N° 18)

Gráfico N°18: ¿Conoce la espirulina?



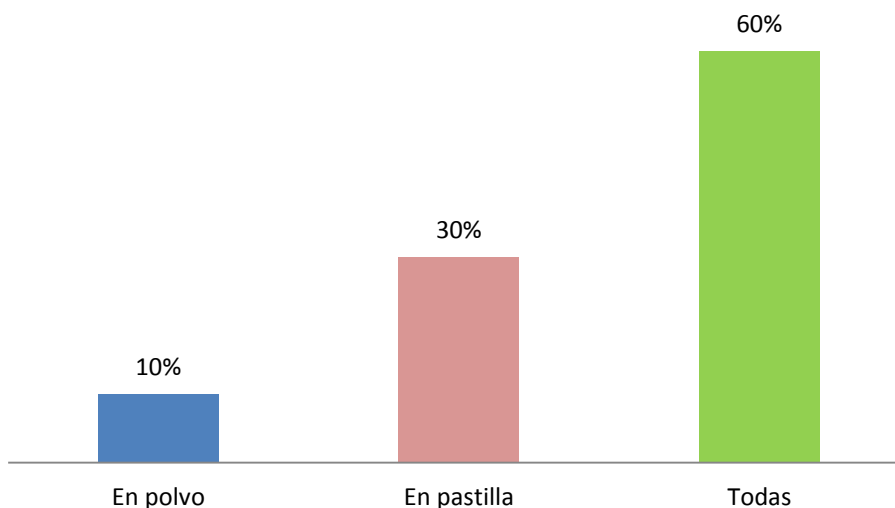
El 20% afirmó conocer la espirulina. De estas personas el 70% presentaban un conocimiento inadecuado (respondieron menos de 6 preguntas del verdadero-falso) y un 30% presentaron un conocimiento adecuado (respondieron 6 o más preguntas correctas del verdadero-falso) (gráfico N° 19)

Gráfico N°19: Conocimiento sobre espirulina (n=10)



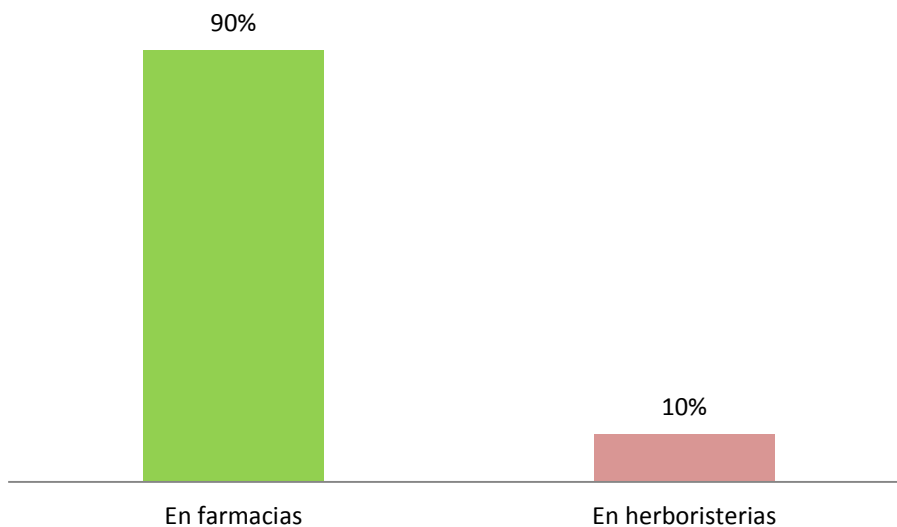
Con respecto a la pregunta de cómo se comercializa la espirulina, el 10% contestó que se comercializaba en polvo, el 30% contestó que se comercializaba en pastillas y el 60% dijo que se comercializaba en ambas presentaciones. (gráfico N° 20)

Gráfico N°20: ¿Cómo se comercializa la espirulina? (n=10)



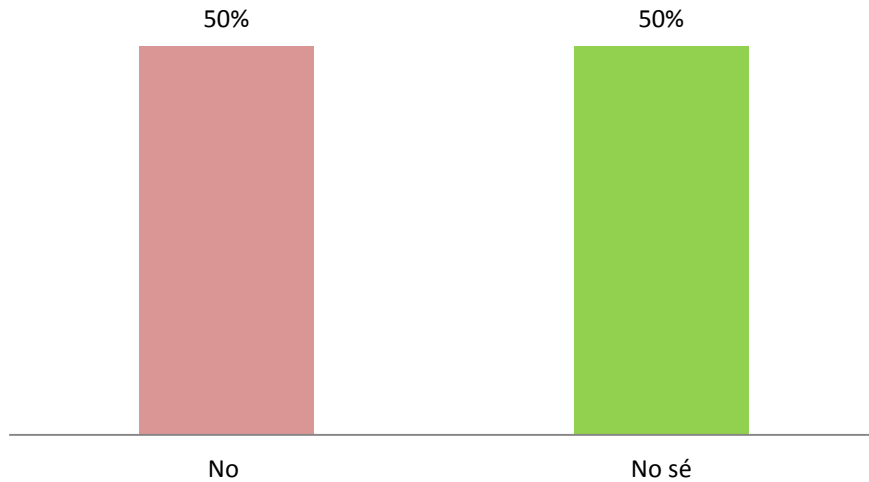
En relación a la pregunta en dónde se puede adquirir espirulina, el 90% de los encuestados dijo que se adquiere en farmacias y un 10% dijo que en herboristerías. (gráfico N° 21)

Gráfico N°21: ¿Dónde se puede adquirir espirulina? (n=10)



Con respecto a la pregunta si en el mercado existen productos elaborados con espirulina, un 50 % contestó que no existen y un 50% dijo que no sabía. (gráfico N° 22)

Gráfico N°22: Productos con espirulina en el mercado (n=10)

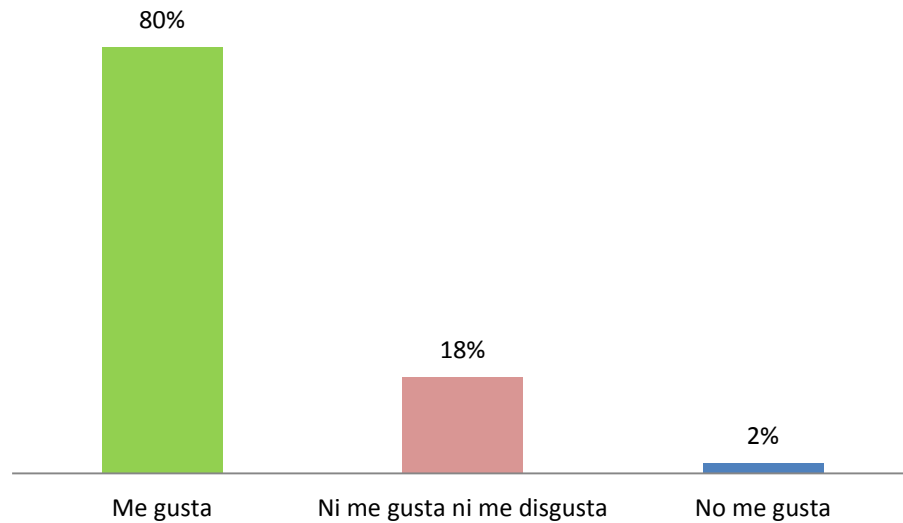


Cuando se indagó sobre si alguna vez consumió o actualmente consume espirulina, el 90% dijo que nunca consumió espirulina y el 10% (un sólo encuestado) dijo que sí consumió espirulina y que cuando la consumía lo hacía todos los días y que se la recomendó un pariente.

6.5.2 Satisfacción de los productos elaborados con espirulina

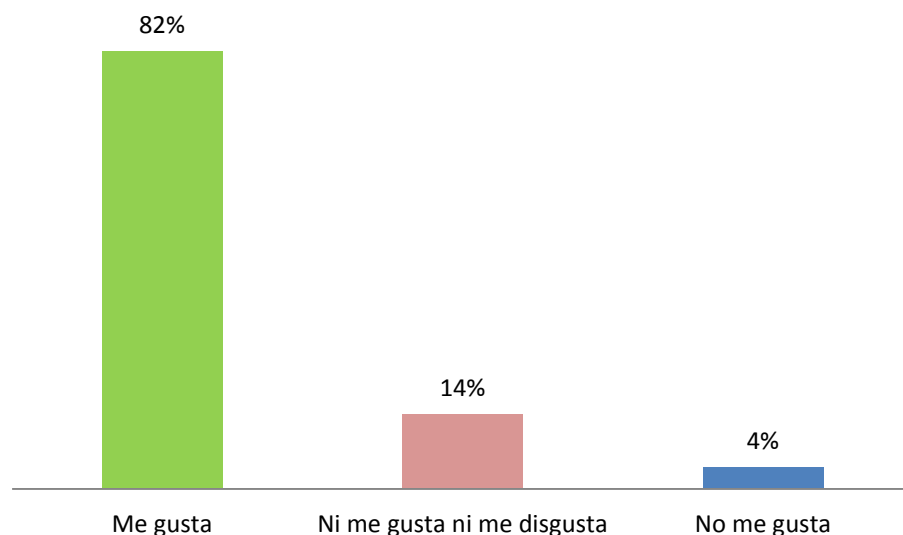
Pan casero con espirulina: el 80% de los encuestados dijo que le gustaba el pan casero, un 18% dijo que ni le gustaba ni le disgustaba y sólo un 2% dijo no gustarle. (gráfico N° 23)

Gráfico N°23: Grado de satisfacción del pan casero con espirulina



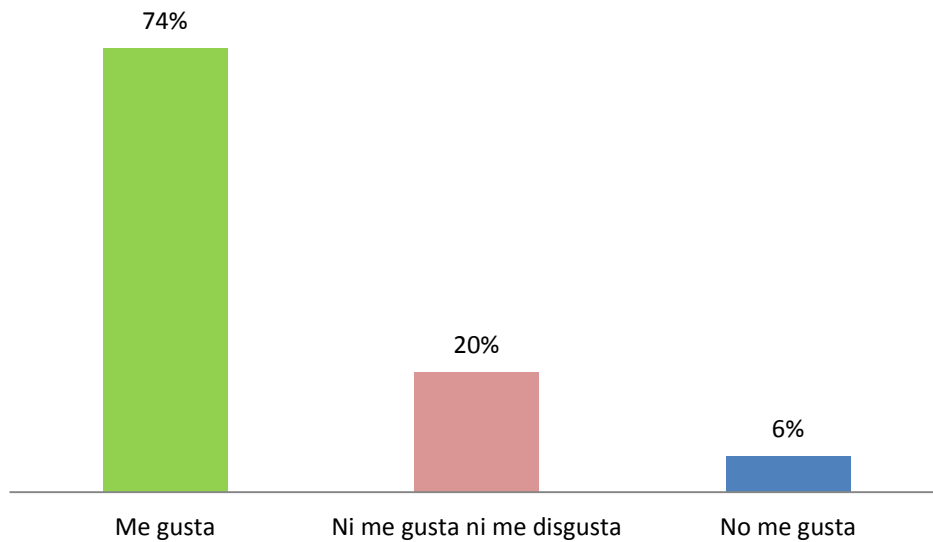
Jugo de naranja con espirulina: el 82% de los encuestados dijo haberle gustado el jugo de naranja con espirulina, un 14% dijo que ni le gustaba ni le disgustaba y solo un 4% dijo que no le gusto el jugo. (gráfico N° 24)

Gráfico N°24: Grado de satisfacción del jugo de naranja con espirulina



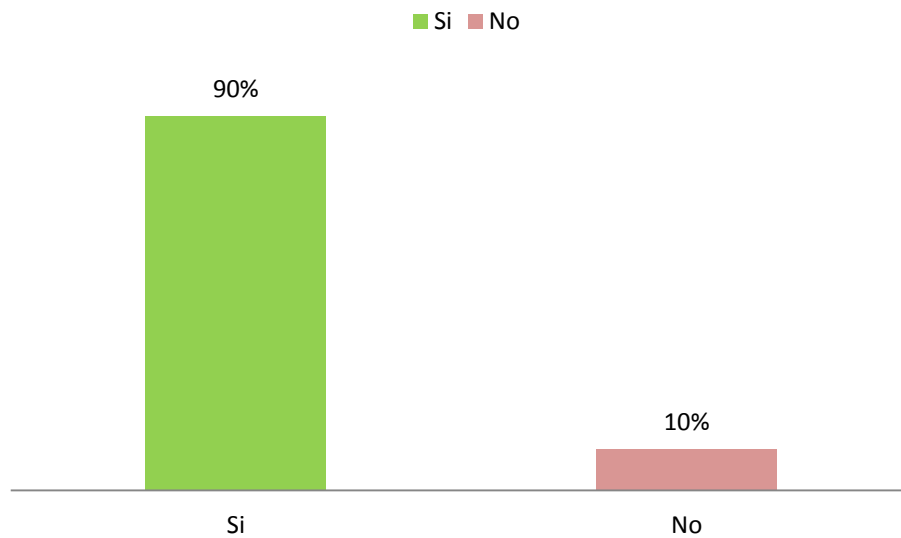
Gelatina de manzana con espirulina: un 74% de los encuestados dijo que le gustaba la gelatina de manzana con espirulina, un 20% dijo que ni le gustaba ni le disgustaba y un 6% dijo no gustarle. (gráfico N° 25)

Gráfico N°25: Grado de satisfacción de la gelatina de manzana con espirulina



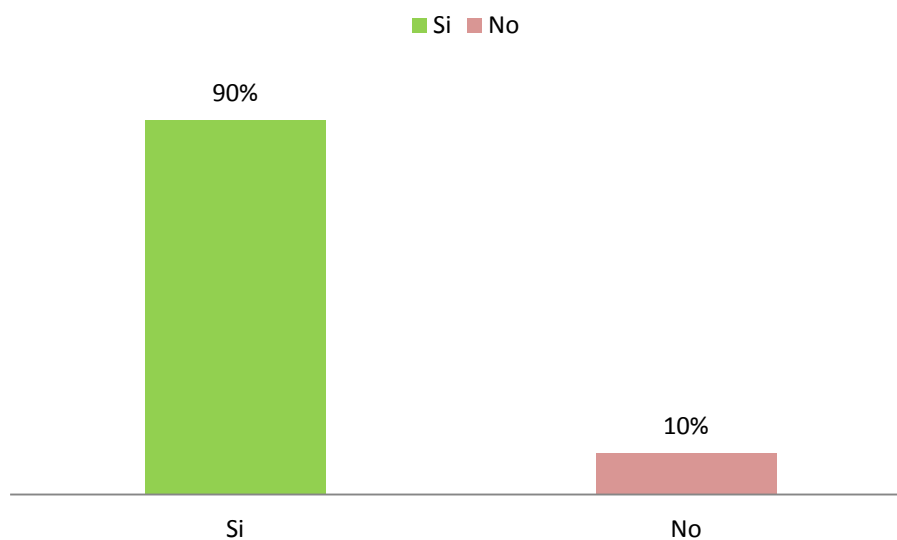
Con respecto a la pregunta ¿le interesaría incorporar espirulina a sus preparaciones habituales? Un 90% de los encuestados dijo que Si y un 10% dijo que NO. (gráfico N° 26)

Gráfico N°26: Interés por incorporar espirulina a preparaciones habituales



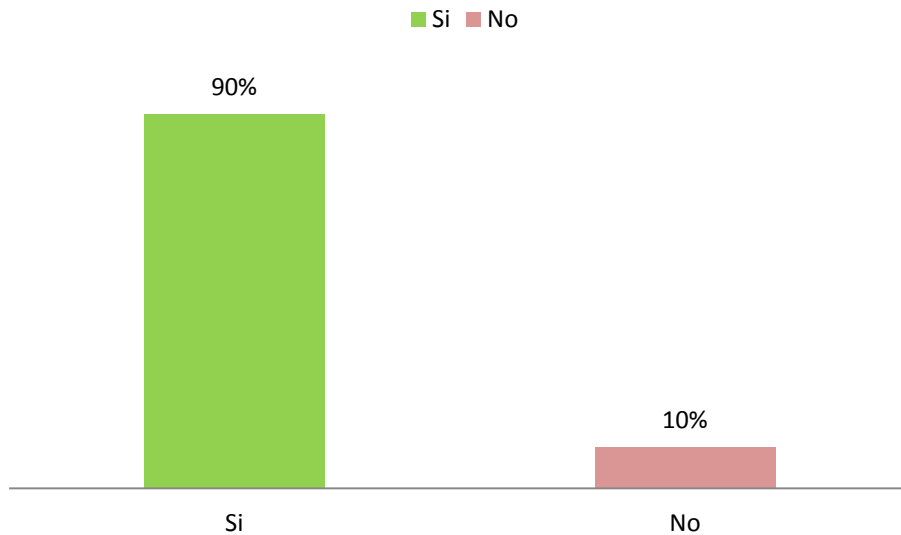
Con respecto a la pregunta ¿le interesaría conocer más sobre los beneficios de la espirulina? Un 90% de los encuestados dijo que Si y un 10% dijo que NO. (gráfico N° 27)

Gráfico N°27: Interés por conocer beneficios de la espirulina



Con respecto a la pregunta ¿recomendaría el consumo de espirulina? Un 90% de los encuestados dijo que Si y un 10% dijo que NO. (gráfico N° 28)

Gráfico N°28: ¿Recomendaría el consumo de espirulina?



6.6 Comprobación de hipótesis

Hipótesis N°1 (H₁): Los adultos de San Miguel de Tucumán no conocen la espirulina.

Hipótesis de Nulidad (H₀): No existen diferencias significativas en el conocimiento de la espirulina.

Tabla N° 4: comprobación de hipótesis de H₁

Categorías	FO	FE	FO-FE	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
Conoce	10	-15	-22	225	9
No conoce	40	15	22	225	9
Total	50	50		Chi obtenido	18

Para la verificación de la H₁, se aplicó la prueba de chi² para una variable. Se trabajó con un valor de alfa de 0,05, un intervalo de confianza del 95% y 1 GL. Con estos parámetros el valor teórico de chi² teórico fue de 3,84.

El valor obtenido de chi² fue de 18 Siendo el mismo superior al teórico, se refuta la H₀, comprobándose la H₁.

Por lo tanto se puede afirmar con un 95% de confianza que los adultos tucumanos no conocen la espirulina.

Hipótesis N°2 (H₁): El nivel de conocimiento que los adultos de San Miguel de Tucumán poseen respecto de la espirulina es inadecuado.

Hipótesis de Nulidad (H₀): No existen diferencias significativas en el nivel de conocimiento sobre la espirulina.

Tabla N° 5: comprobación de hipótesis de H₁

Categorías	FO	FE	FO-FE	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² /FE
Adecuado	3	5	-2	4	0.8
Inadecuado	7	5	2	4	0.8
Total	10	10		Chi obtenido	1.6

Para la verificación de la H₁, se aplicó la prueba de chi² para una variable. Se trabajó con un valor de alfa de 0,05, un intervalo de confianza del 95% y 1 GL. Con estos parámetros el valor teórico de chi² teórico fue de 3,84.

El valor obtenido de chi² fue de 1,6. Siendo el mismo inferior al teórico, se refuta la H₁, comprobándose la H₀.

Por lo tanto se puede afirmar que no existen diferencias significativas en el tipo de conocimiento sobre la espirulina.

Hipótesis N°3 (H₁): Los adultos de San Miguel de Tucumán no consumen espirulina.

Hipótesis de Nulidad (H₀): No existen diferencias significativas en el consumo de espirulina

Tabla N° 6: comprobación de hipótesis de H₁

Categorías	FO	FE	FO-FE	(FO-FE) ²	(FO-FE) ² / FE
Consume	1	5	-4	16	3.2
No consume	9	5	4	16	3.2
Total	10	10		Chi obtenido	6.4

Para la verificación de la H₁, se aplicó la prueba de chi² para una variable. Se trabajó con un valor de alfa de 0,05, un intervalo de confianza del 95% y 1 GL. Con estos parámetros el valor teórico de chi₂ teórico fue de 3,84.

El valor obtenido de chi² fue de 6,4. Siendo el mismo superior al teórico, se refuta la H₀, comprobándose la H₁.

Por lo tanto se puede afirmar con un 95% de confianza que los adultos de San Miguel de Tucumán no consumen espirulina.

Hipótesis N°4 (H₁): Las preparaciones adicionadas con espirulina son aceptadas por la población encuestada.

Hipótesis de Nulidad (H₀): No existen diferencias significativas en la aceptabilidad de las preparaciones adicionadas con espirulina en la población encuestada

Tabla N°7: comprobación de hipótesis de H₁

Categorías	FO	FE	FO-FE	(FO-FE)²	FO-FE)² /FE
Aceptadas	40	25	15	225	9
No aceptadas	10	25	-15	225	9
Total	50	50		Chi obtenido	18

Para la verificación de la H₁, se aplicó la prueba de chi² para una variable. Se trabajó con un valor de alfa de 0,05, un intervalo de confianza del 95% y 1 GL. Con estos parámetros el valor teórico de chi₂ teórico fue de 3,84.

El valor obtenido de chi² fue de 18. Siendo el mismo superior al teórico, se refuta la H₀, comprobándose la H₁.

Por lo tanto se puede afirmar con un 95% de confianza que las preparaciones adicionadas con espirulina son aceptadas por la población encuestada.

Hipótesis N°5 (H₁): Las personas encuestadas incorporarían a su dieta alimentos adicionados con espirulina.

Hipótesis de Nulidad (H₀): No existen diferencias significativas en la incorporación de alimentos adicionados con espirulina entre las personas encuestadas.

Tabla N°8: comprobación de hipótesis de H₁

Categorías	FO	FE	FO-FE	(FO-FE)²	(FO-FE)² /FE
Incorporaría	45	5	20	400	16
No incorporaría	5	5	-20	400	16
Total	50	10		Chi obtenido	32

Para la verificación de la H₁, se aplicó la prueba de chi² para una variable. Se trabajó con un valor de alfa de 0,05, un intervalo de confianza del 95% y 1 GL. Con estos parámetros el valor teórico de chi₂ teórico fue de 3,84.

El valor obtenido de chi² fue de 6,4. Siendo el mismo superior al teórico, se refuta la H₀, comprobándose la H₁.

Por lo tanto se puede afirmar con un 95% de confianza que las personas encuestadas incorporarían alimentos adicionados con espirulina.

Hipótesis N° 6 (H₁) “El contenido de proteínas del polvo de espirulina es mayor que el contenido de proteínas del alga Nori”

Hipótesis de nulidad (H₀) No existen diferencias significativas en el contenido de proteínas.

Tabla N°9: Contenido de proteínas de espirulina y contenido de proteínas de alga Nori

Alimento	Contenido de proteínas cada 100 gramos
Espirulina	55,6
Alga Nori	35 (Urrutia, 2010)

Como se puede observar en la tabla N° 8, el contenido de proteínas de la espirulina es mayor que el contenido de proteínas del alga Nori.

Hipótesis N° 7 (H₁) “El contenido de hidratos de carbono del polvo de espirulina es menor que el contenido de hidratos de carbono del alga Nori”

Hipótesis de nulidad (H₀) No existen diferencias significativas en el contenido de hidratos de carbono.

Tabla N°10: Contenido de hidratos de carbono de espirulina y contenido de hidratos de carbono de alga Nori.

Alimento	Contenido de hidratos de carbono cada 100 gramos
Espirulina	14,6
Alga Nori	39,6 (Urrutia, 2010)

Como se puede observar en la tabla N° 9, el contenido de hidratos de carbono de la espirulina es menor que el contenido de hidratos de carbono del alga Nori.

Hipótesis N° 8 (H₁) “El contenido de lípidos del polvo de espirulina es menor que el contenido de lípidos del alga Nori”

Hipótesis de nulidad (H₀) No existen diferencias significativas en el contenido de lípidos.

Tabla N°11: Contenido de lípidos de espirulina y contenido de lípidos de alga Nori

Alimento	Contenido de lípidos cada 100 gramos
Espirulina	1,6
Alga Nori	0,7 (Urrutia, 2010)

Como se puede observar en la tabla N° 10, el contenido de lípidos de la espirulina es mayor que el contenido de lípidos del alga Nori.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (Arthorospira (Spirulina) máxima). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga



Capítulo VII: Discusión

7.1 Discusión

En el presente trabajo de investigación se realizó la determinación de macronutrientes y micronutrientes del polvo de espirulina mediante análisis químico, el cual se realizó en el Instituto de Química Biológica de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia de la Universidad Nacional de Tucumán.

Por otra parte también se indagó, a partir de encuestas a adultos tucumanos, el consumo, conocimiento, aceptabilidad y satisfacción. Para esta instancia se trabajó con tres alimentos de consumo habitual en la población tucumana, adicionados con espirulina. Pan casero, jugo de naranja y gelatina de manzana.

La espirulina es un cianobacteria que crece en una amplia variedad de entornos incluyendo agua fresca, arroyos tropicales, agua salada y estanques salinos (Cárdenas Nieto y col., 2010) Se trata de un alimento de interés a nivel mundial dado que su bajo costo de producción contribuye de manera económica a mejorar la situación alimentaria de poblaciones. Tal es así que la Organización Mundial de la Salud, en su asamblea general de las naciones unidas difunde las acciones de la Organización Intergubernamental *Pro Utilización de Espirulina Para Corregir la Malnutrición* (IIMSAS)¹, una entidad que realiza educación alimentaria en África, promoviendo la utilización de la espirulina para la erradicación de los distintos niveles de desnutrición y lograr seguridad alimentaria².

A pesar de lo antes expuesto, en este estudio, predominaron los adultos que desconocían la espirulina. Este resultado coincide con lo propuesto por Veyga & Riccio (2010) quienes en Buenos Aires determinaron el desconocimiento de la espirulina en personas adultas de entre 20 y 60 años.

El consumo de espirulina no es reciente, su uso se remonta muchos siglos atrás. Se utilizaba ya hace miles de años en China como alimento y con fines medicinales. En otras partes de Asia la espirulina y los productos derivados son desde hace muchos años artículos alimenticios de mucha demanda (Ramírez Moreno & Olvera Ramírez, 2006). En Argentina, sin embargo, su consumo no está

¹ Para más información consultar la siguiente página web: <http://www.iimsam.org>

² Gracias a esta organización miles de personas en África conocen, consumen y cultivan su propia espirulina

presente, tal como lo revela este estudio y en coincidencia con lo expresado por Veyga & Riccio (2010).

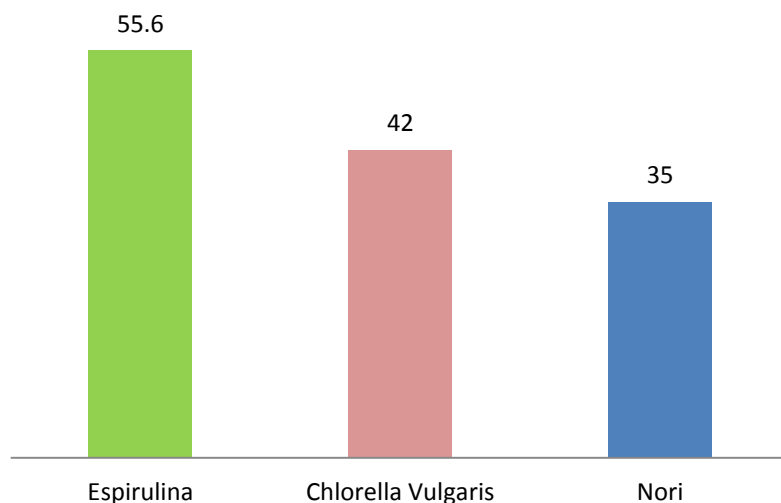
La incorporación de espirulina a la dieta habitual aporta al organismo un excelente contenido nutricional de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales en más altas cantidades que otros alimentos que se consumen a diario (Cárdenas Nieto; Díaz Bacca; Vizcaíno Wagner, 2010; Chamorro, Salazar y Gómez de Lima Araujo 2002). Los participantes de este estudio, previa degustación de los productos elaborados, afirmaron que incorporarían espirulina a su dieta habitual. Estos hallazgos refuerzan lo encontrado en otros estudios internacionales en donde las comunidades incorporan espirulina a su dieta habitual a diario (Cárdenas Nieto y col., 2010); (Vera Cortés y col., 2009).

Comparación de macronutrientes de la espirulina con el de otras algas:

Debido a que la espirulina contiene clorofila, en numerosos estudios científicos hicieron comparaciones de dicha cianobacteria con algas marinas, que son utilizadas para consumo humano. (Cárdenas Nieto y col., 2010), (Chamorro, Salazar y Gómez de Lima Araujo 2002). Alga Nori y alga *Chlorella Vulgaris* han sido ampliamente estudiadas por sus numerosos beneficios para la salud, entre los cuales se puede mencionar el alto contenido de proteínas, ácidos grasos esenciales vitaminas, minerales y actividad antioxidante. Por otra parte, tanto el alga Nori como *Chlorella Vulgaris* complementan dietas vegetarianas y son una fuente de alimento alternativo para corregir la desnutrición en numerosos países.

En el presente trabajo de investigación se pudo determinar un **contenido proteico** que alcanzó los 55,6g. Estos valores son superiores a los encontrados para otras algas (Morris y col., 2001) tal como lo refleja el gráfico que se presenta a continuación:

Grafico N° 28: Contenido de proteínas cada 100 g de la Espirulina, alga Nori y alga *Chlorella Vulgaris*



La espirulina además presenta aminoácidos esenciales en cantidades superiores a los del alga *Chlorella Vulgaris* y alga Nori, como se puede apreciar en la tabla N° 12.

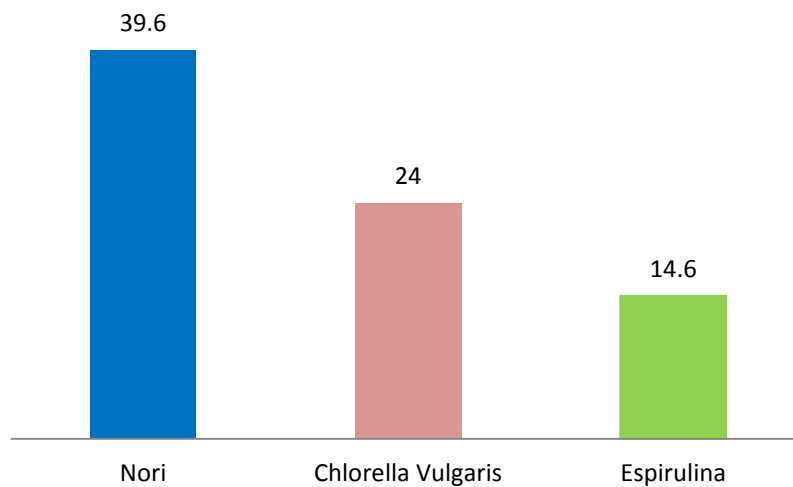
Tabla N° 12: contenido de aminoácidos esenciales de la espirulina, *Chlorella Vulgaris* y Nori

Aminoácidos esenciales	Espirulina Contenido %	<i>Chlorella Vulgaris</i> Contenido %	Nori Contenido %
Leucina	5,9-6,5	4,3	5,1
Valina	7,5	7,1	4,2
Isoleucina	6,8	4,8	5,9
Lisina	2,6-3,3	2,4	1,7
Fenilalanina	6,9	6,2	5,2
Metionina	2,0	1,5	1,6
Triptófano	1,6	1,1	0,9

Fuente: (Cárdenas Nieto y col., 2010), (Morris Quevedo y col., 1999), (Urrutia, 2010)

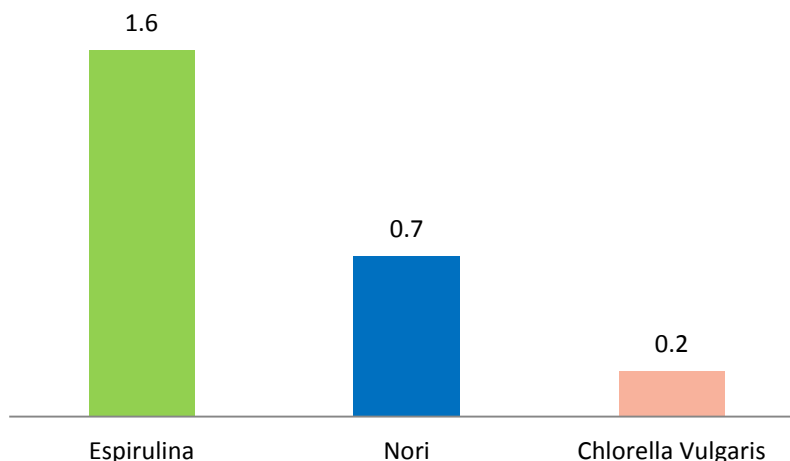
El contenido de **hidratos de carbono** fue de 14,6 g, dicho valor es inferior a los encontrados en otras algas (Morris y col., 2001) tal como lo refleja el grafico que se presenta a continuación:

Grafico N° 29: Contenido de hidratos de carbono cada 100 g de la Espirulina, alga Nori y alga *Chlorella Vulgaris*



El contenido de **grasas** totales fue de 1,6 g. Estos valores son superiores a los encontrados para otras algas (Morris y col., 2001) tal como lo refleja el grafico que se presenta a continuación

Grafico N° 29: Contenido de grasas cada 100 g de la Espirulina, alga Nori y alga *Chlorella Vulgaris*



La espirulina además presenta cantidades superiores de ácidos grasos esenciales en comparación con el alga *Chlorella Vulgaris* y alga Nori, como se puede observar en la tabla N° 13.

Tabla N°13: contenido de ácidos grasos esenciales de la espirulina, *Chlorella Vulgaris* y Nori

Ácidos grasos esenciales	Espirulina Contenido %	<i>Chlorella Vulgaris</i> Contenido %	Nori Contenido %
Acido g-linoleico (GLA)	8-32	5,4-12,6	2,4-6,9
Acido linoleico	11-31	7,3-21,6	8,2-11.4
Acido oleico	1-15	3-18,9	6,1-14,8

Fuente: (Cárdenas Nieto y col., 2010), (Montero Sánchez y col., 2012)

En cuanto al **sodio**, la espirulina tiene menor contenido que alga nori y *Chlorella Vulgaris*, como se puede observar en la tabla N° 14.

Tabla N°14: contenido de sodio de la espirulina, *Chlorella Vulgaris* y Nori

	Espirulina Contenido en 100 gramos de muestra	<i>Chlorella Vulgaris</i> Contenido en 100 gramos de muestra	Nori Contenido en 100 gramos de muestra
Sodio	1,2 – 1,5 gr.	1,7 gr.	1,6 gr.

Fuente: (Morris Quevedo y col., 1999), (Urrutia, 2010)

En cuanto a la **fibra**, la espirulina contiene mayor contenido que el alga nori y *Chlorella Vulgaris*, como se puede observar en la tabla N° 15.

Tabla N°15: contenido de fibra alimentaria de la espirulina, *Chlorella Vulgaris* y Nori

	Espirulina Contenido en 100 gramos de muestra	<i>Chlorella Vulgaris</i> Contenido en 100 gramos de muestra	Nori Contenido en 100 gramos de muestra
Fibra	17,6 gr.	8,2 gr.	4,6 gr.

Fuente: (Morris Quevedo y col., 1999), (Urrutia, 2010)

Costos de la espirulina

El costo de cada blíster de espirulina es de aproximadamente \$15. Cada blíster contiene 10 comprimidos de 500 mg cada uno.

Potenciales consumidores de Espirulina

Una alimentación saludable es aquella que permite que nuestro organismo funcione con normalidad, es decir que cubra nuestras necesidades básicas, permite el funcionamiento de aparatos y sistemas y previene o reduce el riesgo de padecer ciertas alteraciones o enfermedades a corto o largo plazo.

Considerando que los productos elaborados en este trabajo de investigación son fáciles de preparar y no requieren demasiado tiempo ni dinero, se convierten en opciones adecuadas para el consumo de la población.

Las preparaciones elaboradas en el presente trabajo podrían ser recomendadas en:

- Niños sanos: al ser alimentos nutritivos y completos en su contenido de macro y micronutrientes sería óptimo para niños que están en constante crecimiento.
- Niños desnutridos. Por su contenido de aminoácidos, vitaminas y minerales y ácidos grasos esenciales, la espirulina puede ser incorporada en dicha población para corregir la malnutrición.
- Deportistas: por su contenido de aminoácidos y de vitaminas y minerales, contribuyen a optimizar el rendimiento físico.
- Población en general: ya que por su composición química la espirulina es considerada un alimento excepcional.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*



Capítulo VIII: Conclusiones y proyecciones

8.1 Conclusiones

Las conclusiones de este trabajo de investigación se pueden resumir de la siguiente manera:

En cuanto a los análisis del polvo de espirulina, éstos arrojaron los siguientes resultados:

Proteínas 55,6 g, Hidratos de carbono 14,6 g, grasas 1,6g de las cuales: grasas saturadas 0,8 g, grasas moninsaturadas 0,2 g y grasas polinsaturadas 0,9 g.

Fibra 17,6 y sodio 1,2 g. Los resultados obtenidos fueron cada 100 g de muestra.

Las encuestas realizadas a la población evidenciaron que:

De las 50 personas encuestadas, 25 personas (50%) tenían entre 18 y 35 años, 16 personas (32%) tenían entre 36 y 54 años y 9 personas (18%) tenían de entre 55 y 75 años.

En cuanto al sexo de las 50 personas encuestadas, 28 personas (56%) eran de sexo femenino y 22 personas (44%) pertenecían al sexo masculino.

Con respecto a la ocupación 12 personas (24%) eran estudiantes, 22 personas (44%) eran empleados en relación de dependencia, 12 personas (24%) eran trabajadores independientes y 4 personas (8%) eran otro (jubilados).

La encuesta reveló que un 80% de los encuestados no conocían ni sabían que era la espirulina, mientras que un 20% dijo que sí la conocía.

A través de los resultados de la evaluación sensorial de las preparaciones adicionadas con espirulina, se determinó que fueron aceptadas en un 80%.

La prueba de aceptación reflejó una aceptabilidad del 90% de los encuestados, quienes manifestaron que incorporarían espirulina a sus preparaciones habituales y además se mostraron interesados en conocer más sobre los beneficios de dicha cianobacteria.

8.2 Proyecciones

- Promover el consumo de espirulina y su introducción en la elaboración de productos dando a conocer las grandes ventajas de agregar espirulina a preparaciones habituales, a través del apoyo de profesionales capacitados en la elaboración de alimentos.
- Brindar información a la población en general sobre los beneficios que posee la espirulina, esto se podría lograr a través de charlas informativas, difundiendo por ejemplo el contenido de macro y micronutrientes y contenido de vitaminas y minerales.
- Incluir espirulina en diferentes grupos etéreos y regímenes alimentarios, brindando información acerca de su posible inclusión en diferentes regímenes alimentarios.
- Contribuir con este trabajo al aporte científico de futuras investigaciones sobre la espirulina.
- Promover y motivar a estudiantes y a licenciados en nutrición a conocer sobre nuevas alternativas alimentarias
- Como futuros profesionales es importante actualizarnos e informarnos sobre los nuevos alimentos que surgen en el mercado, de esta manera estaremos correctamente capacitados para orientar y educar a nuestros futuros pacientes y a la población en general.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*



Capítulo IX: Bibliografía

Bibliografía

- A.O.A.C. (1995). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. USA: Edicion Virgin.
- Anzaldúa Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza: Acribia.
- Badilla, B., & Quintero, M. (2007). *La espirulina ¿ Tiene actividad terapéutica? Interciencia*. Pág. 68-75.
- Cano Europa, E., Blas Valdivia, V., Rodríguez Sánchez, R., Torres Manzo, P., Franco Colín, M., Hernández García, A., Ortiz Butrón, R. (2012) *Uso terapéutico de algunos microorganismos, microalgas, algas y hongos*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. 43 (4) Pág. 22.25.
- Cárdenas Nieto, J., Díaz Bacca, M., & Vizcaíno Wagner, M. (2010). *Industrialización del alga Spirulina*. Colombia: Recitela.
- Chamorro, G., Salazar, M., Gómez de Lima Araujo, K., Pereira dos Santos, C., Ceballos, G., & Fabila Castillo, L. (2002). *Actualización en la farmacología de Spirulina (Arthrospira), un alimento no convencional*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*; Pág.126-133.
- Hernández Reyes, S. (2000). *Espirulina: Ejemplo de nutraceutica holística e integrativa*. Revista Interciencia.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Interamericana.
- Holt, J., Krieg, N., Sneath, P., Staley, J., & Williams, S. (1994). *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology*. Baltimore, Maryland, Usa: Williams & Wilkins .
- Jaime Ceballos, B., Villarreal Colmenares, H., García Galano, T., Civera Cerecedo, R., & Gaxiola Cortés, G. (2004). *Empleo de Spirulina en la alimentación de Zoeas y Mysis de Litopenaeus Schmitti*. *Avances en Nutrición acuícola*; Pág.42-46.

- Lara Andrade, R., Castro Barrera, T., Castro Mejía, J., Malpica Sánchez, A., & García Castillo, V. (2005). *Importancia de la espirulina en la alimentación acuícola. El hombre y su ambiente.* 28 (3) Pág. 13-15
- López, L., & Suárez, M. (2005). *Fundamentos de la nutrición normal.* Buenos Aires: El Ateneo. Pág. 71-74, 95-97, 124-126.
- Mahan, K. (2000). *Nutrición y Dietoterapia de Krause.* Barcelona: Elsevier.
- Mojica Villegas, M. (2008). *Efecto de la Spirulina y la c-ficocianina sobre la calidad espermática y la reacción acrosomal en ratones hipercolesterolémicos.* México.
- Montero Sánchez, Y., Gómez, L., Álvarez, I., Sabina, L., Támara, Y., Álvarez, A., Alfonso, M., Ramírez, L. (2012) Productividad de lípidos y composición de ácidos grasos de cinco especies de microalgas. *Revista Investigación y Saberes.* 1 (2). Pág. 37-43.
- Morris, H., Borges, L., Martínez, C., Almarales, A., & Abdala, B. (2001). Composición química y propiedades bioestimulantes de un hidrolizado proteico de la microalga *Chlorella Vulgaris*. *Revista cubana de química;* 19 (5). Pág 38-47.
- Morris Quevedo, H., Quintana Cabrales, M., Alamares Arceo, A., Nazario Hernández, L. (1999) Composición bioquímica y evaluación de la calidad proteica de la biomasa autotrófica de *Chlorella Vulgaris*. *Revista cubana de Alimentación y Nutrición.* 13 (2). Pág. 8-123
- Morrison, T., & Boyd, N. (1998). *Química orgánica.* Boston: Allyn and Bacon.
- Pedraza, G. (1989). Cultivo de *Spirulina máxima* para suplementación proteica. *Investigación Ganadera de Desarrollo Rural.* 96 (1) Pág 1-7
- Pérez, L., Macías Abraham, C., Torres Leyva, I., Socarrás Ferrer, B., Mansán Suárez, V., & Sánchez Segura, M. (2002). Efecto in vitro de la espirulina sobre la respuesta inmune. *Revista cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia;* 75 (3) Pág. 224-240.
- Prosky, L., Asp, G., Furda, I., DeVries, J., Schweizer, T., & Harland, B. (1984). *Determination of total dietary fiber in food and food products.*

- Prosky, L., Asp, N., DeVries, J., & Furda, I. (1998). *Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products*. Interlaboratory Study.
- Ramírez Moreno, L., & Olivera Ramírez, R. (1989). Uso tradicional y actual de *Spirulina (Arthrospira)*. *Interciencia*. Pág. 28-36.
- Ramírez Moreno, L., & Olvera Ramírez, R. (2006). Conocimientos acerca del alga *spirulina (arthrospira)*. *interciencia*.
- Rojas, E., Ávila, M., & Parada, G. (2011). Aplicación de estrategias nutricionales y su efecto en el crecimiento en el cultivo de espirulina. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 51(6) Pág. 16-21.
- Sánchez Mora, A., Rico Mansard, L., Murgía Lores, A., & Vera Cortés, J. (2009). *Historia, Nutrición, Salud y Ecología para generar estrategias de comunicación sobre la espirulina (A. maxima)*. México.
- Urrutia, J. (2010). *Produccion Optimizada de alga Nori, PORPHYTA COLUMBINA, a base de sistemas de cultivo artificial para abastecimiento de la zona norte*. 78 (9) Pág 1-8.
- Veyga, M., & Riccio, R. (2010). *Espirulina como complemento nutricional*. Buenos Aires: Instituto Universitario Fundacion H.A Barceló. Pág. 12-20.
- Viveros Valdez, J. (2009). *Aislamiento dirigido a la identificación de compuestos antirradicales y quimiopreventivos de Spirulina máxima*. Nuevo León; 61 (3). Pág. 19-25.

Sitios visitados en internet:

Visitados el día 07/08/2014

<http://www.iimsam.org>

http://www.iimsam.org/images/circulars/spanish/datos_basicos_del_iimsam_2013.pdf

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

Anexos

Anexo N°1

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El presente trabajo de Tesis de Licenciatura titulado “Propiedades nutricionales y químicas de la Espirulina Máxima, consumo, nivel de conocimiento y evaluación de su aceptabilidad” elaborado por María Emilia Quiroga, estudiante de la Licenciatura en Nutrición de la Facultad de Ciencias De La Salud de la UNSTA.

El objetivo de este trabajo es:

- Describir consumo y nivel de conocimiento de la espirulina en adultos de San Miguel de Tucumán 2013.
- Caracterizar el consumo de Espirulina en adultos
- Valorar niveles de conocimiento que tienen los adultos sobre la Espirulina.
- Identificar el motivo de consumo de espirulina en los adultos

La participación en este trabajo de investigación es estrictamente voluntaria. La información proporcionada será confidencial y no se usará para ningún propósito fuera de este trabajo.

En caso de tener duda al respecto, puede hacer la consulta que sea necesaria para completar su información. En caso de que algunas de las preguntas del cuestionario le resultaran incómodas o inconvenientes tiene el derecho de hacérselo saber al responsable de la investigación o directamente negarse a responder.

Desde ya se agradece su participación.

Cordialmente.

Firma:

.....

Anexo N°2

Encuesta

1. Datos personales

1) Edad:..... 2) Sexo: Masculino..... Femenino.....

3) Ocupación:

Desocupado.....

Estudiante.....

Empleado en relación de dependencia.....

Trabajador independiente.....

Otro:.....

2. Encuesta

1) ¿Conoce la ESPIRULINA? Marque con una cruz la opción correcta:

NO..... -> PASE A EVALUACION SENSORIAL

SI.....

2) De los **enunciados relacionados con espirulina** que se presentan a continuación señale según los considere verdaderos o falsos

Enunciados	V	F
1. Es un alga marina		
2. Es de color rojo		
3. Es rica principalmente en vitaminas y minerales		
4. Era parte de la dieta de Mayas		
5. Es una bacteria		
6. Es rica principalmente en aminoácidos (proteína)		
7. Se comercializa en pastillas o en polvo		
8. No contiene ácidos grasos omega 3		
9. Posee baja cantidad de Hidratos de Carbono		
10. No contiene fibra		
11. Contiene hierro		
12. Es un producto económico		

3) ¿Cómo se comercializa la espirulina? Marque con una cruz la opción correcta

En polvo.....

En pastillas.....

En capsulas.....

Todas.....

4) ¿Dónde se puede adquirir espirulina?

En supermercados.....

En farmacias.....

En herboristerías.....

No se.....

5) Existen en el mercado productos alimenticios que contengan espirulina?

SI..... ¿cuáles? mencione al menos 2.....

NO.....

No se.....

6) ¿Consume o consumió alguna vez espirulina?

SI.....

NO.....

7) ¿Con que frecuencia consume o consumió espirulina?

Todos los días.....

3 veces por semana.....

2 veces por semana.....

8) ¿Quien recomendó el consumo de espirulina?

Profesional de la salud.....

Amigo/pariente.....

Decisión propia.....

EVALUACION SENSORIAL

Características organolépticas	Opciones	Pan casero	Jugo de Naranja	Gelatina de manzana
Color	<i>Verde claro</i>			
	<i>Verde oscuro</i>			
	<i>Verde Manzana</i>			
	<i>Otro</i>			
Aroma	<i>Suave</i>			
	<i>Moderado</i>			
	<i>Intenso</i>			
	<i>Sin aroma</i>			
Sabor	<i>Dulce</i>			
	<i>Salado</i>			
	<i>Amargo</i>			
	<i>Acido</i>			
Textura	<i>Suave</i>			
	<i>Viscosa</i>			
	<i>Crocante</i>			
	<i>Otro</i>			
Aspecto	<i>Muy agradable</i>			
	<i>Agradable</i>			
	<i>Desagradable</i>			

Prueba de Satisfacción:

Teniendo en cuenta el sabor, color, aroma y textura marque con una cruz (X) la respuesta que usted considere adecuada indicando que tanto le gusta o le disgusta las muestras:

	Me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	No me gusta
Pan casero			
Jugo de Naranja			
Gelatina de manzana			

Prueba de Aceptación:

Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Le interesaría incorporar espirulina a sus preparaciones habituales?
SI..... NO.....
2. ¿Le interesaría conocer más sobre los beneficios de la espirulina?
SI..... NO.....
3. ¿Lo recomendaría? SI..... NO.....

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo N°3

RECETAS

Pan casero

Modo de preparación:

1. Colocar la harina de trigo en forma de corona.
2. Colocar la espirulina en polvo
3. Agregar el agua en la que se dispersara la levadura de cerveza.
4. Unir y formar un bollo.
5. Dejar reposar durante 30 minutos aproximadamente.
6. Formar panecillos. Enharinar una placa para horno y disponer las unidades en forma espaciada.
7. Hornear durante 30 minutos.

Jugo de naranja

Modo de preparación:

En una batidora colocar el jugo de naranja y el polvo de espirulina y batir hasta que quede una solución homogénea, consumir bien frio.

Gelatina de Manzana

Modo de preparación:

1. Verter el polvo de gelatina en un recipiente.
2. Agregar 500 c.c de agua hirviendo y revolver hasta disolver totalmente.
3. Agregar 500 c.c de agua fría y mezclar.
4. Agregar la espirulina en polvo y mezclar.
5. Verter en moldes individuales y llevar a la heladera hasta su correcta solidificación.

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

Anexo N°4



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN
FACULTAD DE BIOQUIMICA QUIMICA Y FARMACIA
INSTITUTO DE QUIMICA BIOLOGICA
Chacabuco 461 – T. E. 00 54 381 4248921 - FAX 0054 381 4248921
T4000CAN – San Miguel de Tucumán – República Argentina



San Miguel de Tucumán, 21 de Julio de 2014

Srita.
MARIA EMILIA QUIROGA
Presente

Informe Técnico

De mi mayor consideración:

Con la presente adjuntamos los resultados de la determinación de la composición centesimal de la muestra de ESPIRULINA

Muestra: Espirulina (polvo)

	<i>Por 100 g de muestra</i>
Valor energético	294 Kcal / 1236 kJ
Hidratos de carbono	14,6 g
Proteínas	55,6 ± 0,9g
Grasas totales	1,6 ± 0,1 g
<i>Grasas saturados</i>	<i>0,8 g</i>
<i>Grasas mono insaturadas</i>	<i>0,2 g</i>
<i>Grasas poliinsaturadas</i>	<i>0,9 g</i>
Fibra alimentaria	17,6 ± 0,1g
Sodio	1225 ± 15 mg

Las determinaciones se realizaron según las técnicas oficiales de la AOAC para humedad, proteínas, lípidos, cenizas fibra dietaria.



Ana M. Rossi
Bióq. Analía M. Rossi

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

MATRIZ DE **ENCUESTAS**

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÒN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

N° de protocolo	Edad	Sexo	Ocupación
1	39	1	4
2	56	1	3
3	60	2	3
4	63	1	3
5	37	1	4
6	30	2	4
7	20	2	2
8	38	2	4
9	35	1	4
10	27	1	3
11	44	2	3
12	28	1	4
13	68	1	5
14	42	2	3
15	47	2	3
16	24	1	2
17	33	1	3
18	51	1	4
19	36	2	3
20	66	1	5
21	25	1	2
22	28	2	3
23	25	1	2
24	66	1	4
25	23	1	2
26	34	1	3
27	44	1	3
28	72	2	5
29	26	1	2
30	21	2	2
31	59	1	5
32	28	2	3
33	33	2	3
34	49	2	3
35	19	1	2
36	21	1	2
37	55	2	4

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

38	32	2	4
39	46	2	3
40	43	1	3
41	27	2	3
42	35	2	3
43	19	1	2
44	31	1	4
45	47	1	3
46	23	2	2
47	53	1	4
48	49	2	3
49	43	1	3
50	18	2	2

Referencias

Sexo:

1 Femenino

2 Masculino

Ocupación

1 Desocupado

2 Estudiante

3 Empleado en relación de dependencia

4 Trabajador independiente

5 Otro

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

N° de protocolo	¿Conoce la espirulina?
1	2
2	2
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
10	2
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	2
17	2
18	2
19	2
20	2
21	2
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	2
33	2
34	2
35	2
36	2
37	2
38	2
39	2
40	2
41	2
42	2
43	2

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

44	2
45	2
46	2
47	2
48	2
49	2
50	2

Referencias

1 SI

2 NO

N° de protocolo	Conocimientos sobre espirulina
1	1
2	0
3	0
4	0
5	1
6	0
7	0
8	0
9	1
10	0

Referencias:

1 Conocimiento adecuado

0 Conocimiento inadecuado

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

N° de protocolo	¿Cómo se comercializa la espirulina?	¿Dónde se puede adquirir espirulina?	¿Existen en el mercado productos que contengan espirulina?	¿Consume o consumió alguna vez espirulina?	¿Con que frecuencia consume o consumió espirulina?	¿Quién le recomendó el consumo de espirulina?
1	4	2	3	1	1	3
2	2	2	3	2		
3	4	3	2	2		
4	4	2	2	2		
5	4	2	3	2		
6	2	2	2	2		
7	4	2	2	2		
8	1	2	2	2		
9	2	2	3	2		
10	4	2	3	2		

Referencias

¿Cómo se comercializa la espirulina? ¿Dónde se puede adquirir espirulina?

1 En polvo

1 En supermercados

2 En pastillas

2 En farmacias

3 En capsulas

3 En herboristerías

4 Todas

4 No sé

¿Existen en el mercado productos que contengan espirulina?

1 SI

2 NO

3 NO SÉ

¿Consume o consumió alguna vez espirulina?

1 SI

2 NO

¿Con que frecuencia consume o consumió espirulina?

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

1 Todos los días

2 Tres veces por semana

3 Dos veces por semana

¿Quién le recomendó el consumo de espirulina?

1 Profesional de la salud

2 Amigo/pariente

3 Decisión propia

Propiedades organolépticas

N° de protocolo	Pan casero					
	Color	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto	satisfacción
1	1	1	2	3	3	2
2	1	1	2	3	2	1
3	1	4	2	3	2	1
4	2	1	2	3	2	1
5	1	4	2	3	1	1
6	1	4	2	3	2	1
7	2	4	2	3	3	1
8	1	4	2	3	2	1
9	1	1	2	3	2	2
10	1	4	2	1	2	1
11	1	4	2	3	2	1
12	2	1	2	1	2	2
13	1	4	2	3	2	2
14	2	4	2	3	2	1
15	2	4	2	3	2	1
16	1	1	2	3	2	1
17	1	1	2	3	2	2
18	1	1	2	3	2	1
19	1	1	2	1	2	1
20	1	1	2	3	2	1
21	1	1	2	3	2	1
22	1	1	2	3	3	1
23	1	4	2	1	1	1

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

24	1	4	2	3	2	1
25	1	4	2	3	2	1
26	2	1	2	3	2	1
27	1	4	2	1	1	1
28	2	1	2	3	2	1
29	1	1	2	3	2	1
30	1	1	2	3	2	1
31	1	1	2	3	2	1
32	1	1	2	3	2	1
33	1	1	2	3	2	1
34	1	1	2	3	2	2
35	1	1	2	3	2	1
36	2	1	2	3	3	1
37	1	1	2	3	2	1
38	2	1	2	3	2	1
39	1	4	2	1	1	1
40	1	1	2	3	2	1
41	1	1	2	3	2	1
42	2	1	2	3	2	1
43	4	1	2	3	1	1
44	1	1	2	3	1	2
45	4	1	2	1	2	1
46	1	1	2	3	2	2
47	1	1	2	1	2	1
48	1	1	2	1	2	1
49	1	1	2	3	2	1
50	1	1	2	3	2	1

Referencias

Color	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto
1 Verde claro	1 Suave	1 Dulce	1 Suave	1 Muy agradable
2 Verde oscuro	2 Moderado	2 Salado	2 Viscosa	2 Agradable
3 Verde manzana	3 Intenso	3 Amargo	3 Crocante	3 Desagradable
4 Otro	4 Sin aroma	4 Ácido	4 Otro	

Satisfacción

- 1 Me gusta
 2 Ni me gusta ni me disgusta 3 No me gusta

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

N° de protocolo	Jugo naranja		Sabor	Textura	Aspecto	Satisfacción
	Color	Aroma				
1	4	2	1	1	2	1
2	2	2	4	1	2	1
3	2	2	4	1	2	1
4	4	1	4	1	2	1
5	2	1	1	1	2	1
6	4	2	4	1	2	1
7	2	1	4	4	3	1
8	4	1	1	1	2	1
9	4	1	1	1	2	2
10	4	1	1	1	2	1
11	4	2	1	1	2	1
12	4	1	4	1	3	1
13	4	2	4	1	2	2
14	4	1	4	1	2	1
15	4	1	1	1	2	1
16	2	1	4	1	2	1
17	2	2	1	4	3	3
18	2	2	1	1	2	1
19	2	2	1	1	2	1
20	4	1	4	1	3	1
21	2	2	3	1	2	2
22	4	1	4	1	3	1
23	4	2	1	1	2	1
24	2	1	1	1	2	1
25	4	1	4	1	2	1
26	2	1	1	1	2	1
27	2	1	1	1	2	1
28	2	2	4	1	2	1
29	2	1	4	1	2	1
30	2	2	4	1	2	1
31	2	1	1	1	2	1
32	2	2	1	1	2	1
33	2	2	1	1	2	1
34	2	1	4	1	2	2
35	2	1	4	1	2	1
36	2	2	1	1	3	3
37	1	1	1	1	2	1

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

38	2	1	4	1	2	1
39	2	1	1	1	2	1
40	2	1	1	1	2	1
41	2	1	4	1	2	1
42	2	1	1	1	3	1
43	2	1	4	1	1	1
44	2	2	4	1	1	1
45	2	2	1	1	2	1
46	2	1	1	1	2	1
47	2	1	1	1	2	1
48	2	1	1	1	2	1
49	2	1	1	1	2	1
50	2	1	1	1	2	1

Referencias

Color	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto
1 Verde claro	1 Suave	1 Dulce	1 Suave	1 Muy agradable
2 Verde oscuro	2 Moderado	2 Salado	2 Viscosa	2 Agradable
3 Verde manzana	3 Intenso	3 Amargo	3 Crocante	3 Desagradable
4 Otro	4 Sin aroma	4 Ácido	4 Otro	

Satisfacción

- 1 Me gusta
- 2 Ni me gusta ni me disgusta
- 3 No me gusta

N° de protocolo	Gelatina de manzana					
	Color	Aroma	sabor	Textura	Aspecto	Satisfacción
1	3	1	1	1	1	1
2	3	1	1	2	1	1
3	3	1	1	1	2	1
4	3	2	4	2	2	1
5	3	1	1	2	1	1
6	3	4	1	2	2	2

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

7	3	1	1	2	1	2
8	3	2	1	2	2	2
9	3	1	1	1	2	2
10	3	1	4	1	2	1
11	3	2	1	2	1	1
12	3	1	1	1	2	1
13	3	1	1	2	2	2
14	3	1	1	2	1	1
15	3	1	1	2	1	1
16	3	1	1	2	2	1
17	3	2	1	2	1	3
18	3	1	1	2	1	1
19	3	2	1	1	1	1
20	3	2	1	2	1	1
21	1	1	1	1	1	1
22	3	2	1	2	2	1
23	3	1	1	1	2	3
24	3	1	1	1	1	1
25	3	2	1	2	2	1
26	1	1	1	1	2	1
27	3	2	4	2	2	1
28	1	2	4	1	2	1
29	3	2	4	1	2	1
30	3	1	1	1	2	1
31	3	1	1	1	2	1
32	3	1	1	1	1	1
33	3	1	1	1	1	1
34	1	1	1	2	1	2
35	3	1	1	2	1	1
36	3	2	1	1	2	2
37	3	2	1	2	2	1
38	3	2	1	2	2	1
39	3	2	1	1	2	1
40	3	1	1	2	2	1
41	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1
43	3	1	1	1	1	1
44	1	2	1	2	1	1
45	3	2	1	1	2	1
46	3	1	1	1	1	2
47	3	1	4	1	2	1

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

48	3	1	4	1	2	1
49	3	1	1	1	2	1
50	3	1	1	1	2	1

Referencias

Color	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto
1 Verde claro	1 Suave	1 Dulce	1 Suave	1 Muy agradable
2 Verde oscuro	2 Moderado	2 Salado	2 Viscosa	2 Agradable
3 Verde manzana	3 Intenso	3 Amargo	3 Crocante	3 Desagradable
4 Otro	4 Sin aroma	4 Ácido	4 Otro	

Satisfacción

- 1 Me gusta
- 2 Ni me gusta ni me disgusta
- 3 No me gusta

Prueba de aceptación

N° de protocolo	¿Le interesaría incorporar espirulina a sus preparaciones habituales?	¿Le interesaría conocer más sobre los beneficios de la espirulina?	¿Recomendaría la espirulina?
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÒN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” María Emilia Quiroga

16	1	1	1
17	2	2	2
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	1
26	1	1	1
27	1	1	1
28	1	1	1
29	1	1	1
30	1	1	1
31	1	1	1
32	1	1	1
33	1	1	1
34	1	1	1
35	1	1	1
36	2	2	2
37	1	1	1
38	2	2	2
39	2	2	2
40	1	1	1
41	1	1	1
42	1	1	1
43	1	1	1
44	2	2	2
45	1	1	1
46	1	1	1
47	1	1	1
48	1	1	1
49	1	1	1
50	1	1	1

“COMPOSICION QUÍMICA Y VALOR NUTRICIONAL DEL POLVO DE ESPIRULINA (*Arthorospira (Spirulina) máxima*). SU CONSUMO, NIVEL DE CONOCIMIENTO Y EVALUACION DE SU ACEPTABILIDAD EN LA POBLACIÓN DE SAN MIGUEL DE TUCUMÁN.” *María Emilia Quiroga*

Referencias

¿Le interesaría incorporar espirulina a sus preparaciones habituales?

1 SI

2 NO

¿Le interesaría conocer más sobre los beneficios de la espirulina?

1 SI

2 NO

¿Recomendaría la espirulina?

1 SI

2 NO