



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



# Uso de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en turrone procesados para el consumo humano y su impacto en la química sanguínea de estudiantes del IASA I

Caiza Quintuña Jessica Maribel

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Ortiz Tirado Juan Cristóbal PhD

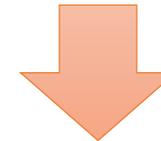
22 de febrero del 2023



Cianobacteria filamentosa sin membrana nuclear ni mitocondrias.



- **Fase de adaptación:** crece y se desarrolla en el medios alcalinos y salinos.
- **Fase de crecimiento:** se multiplica por división celular.
- **Fase de crecimiento lineal:** crece por la cantidad de nutrientes (nitratos, sulfatos y minerales).
- **Fase estacionaria:** cosecha.
- **Fase de muerte:** deficiencia de nutrientes (Sandoval, 2017).



Clorofila

a (1,1%) y b(2%)

Ficocianina

Pigmento -  
Fotosíntesis –  
Captación 50%

Carotenoides

Luteína, xantofilas y  
 $\beta$ carotenos

**Tabla 1**

*Composición nutricional de la espirulina*

Componente	Composición por 100 g
Agua	4,68%
Proteína	70%
Total lípidos	7,72%
Carbohidratos	23,90%
Fibra	3,6%
Azúcares totales	3,10%

*Nota.* Elaboración propia. Tomado (FAO, 2004).

USO: cosmetología, industria en general y alimentos procesados como: galletas, gomitas, barras energéticas, yogurt, turrone.

Combatir la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares (Ipiales,2010).

Producción mundial de 2000 Ton/año, existe 500 plantaciones y cada una produce 600 Ton/año. Productores EE.UU y Japón.

En Ecuador la producción es baja casi nula, por la falta de conocimiento de la producción.

**ANDES  
SPIRULINA**



Según (UNICEF, 2022) el 23% de niños menores de 5 años tiene desnutrición.



ENSN, indica que 6 de cada 10 personas adultas sufren de obesidad y diabetes.



	Sodio (sal)	Azúcar	Grasas
ALTO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margarina</li><li>• Embutidos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yogur</li><li>• Cereales</li><li>• Gaseosas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Margarina</li><li>• Aceite</li></ul>
MEDIO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fideos</li><li>• Atún</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leche entera</li><li>• Leche saborizada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leche</li><li>• Yogur</li><li>• Leche saborizada</li><li>• Atún</li><li>• Embutidos</li></ul>
BAJO	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leche</li><li>• Yogur</li><li>• Leche saborizada</li><li>• Queso</li><li>• Cereales</li><li>• Gaseosas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Endulzantes (no azúcar)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Queso</li><li>• Fideos</li><li>• Cereales</li><li>• Gaseosas</li></ul>



BCE, indica que en la económica se desaceleró 1,7% en el 2022 por la pandemia mundial.

Programas de alimentación escolar y semáforo de alimentos.

Turrón con inclusión de espirulina aportara mayor cantidad proteínas/ económico.

## Objetivo General

- Evaluar el efecto de turroneos con inclusión de espirulina (*A. platensis*) en la química sanguínea de siete estudiantes de género femenino de la carrera de Ingeniería Agropecuaria del IASA I.

## Objetivos Específicos

- Formular turroneos isoproteicos e isocalóricos con diferentes porcentajes de inclusión de espirulina.
- Caracterizar el contenido nutricional, proximal, microbiológico y organoléptico de los turroneos con espirulina y su control.
- Evaluar cada veinte días por un período de dos meses la química sanguínea de siete estudiantes de género femenino de la carrera de Ingeniería Agropecuaria del IASA I.

**Hipótesis alternativa (Ha):** El consumo de turrone con inclusión de espirulina en diferentes porcentajes genera cambios en la química sanguínea de siete estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I.

**Hipótesis nula (Ho):** El consumo de turrone con inclusión de espirulina en diferentes porcentajes no genera cambios en la química sanguínea de siete estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I.

**Figura 1**

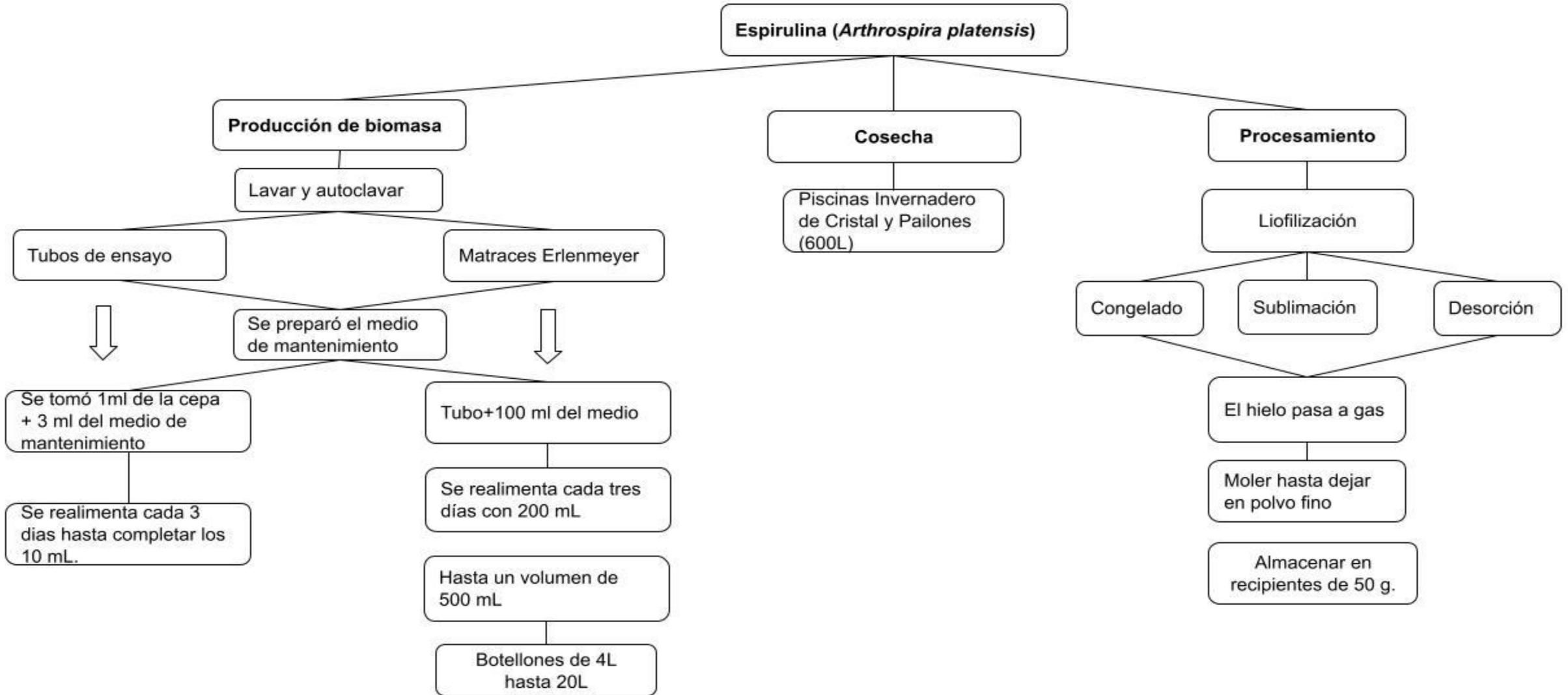
*Laboratorio de Acuicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I*



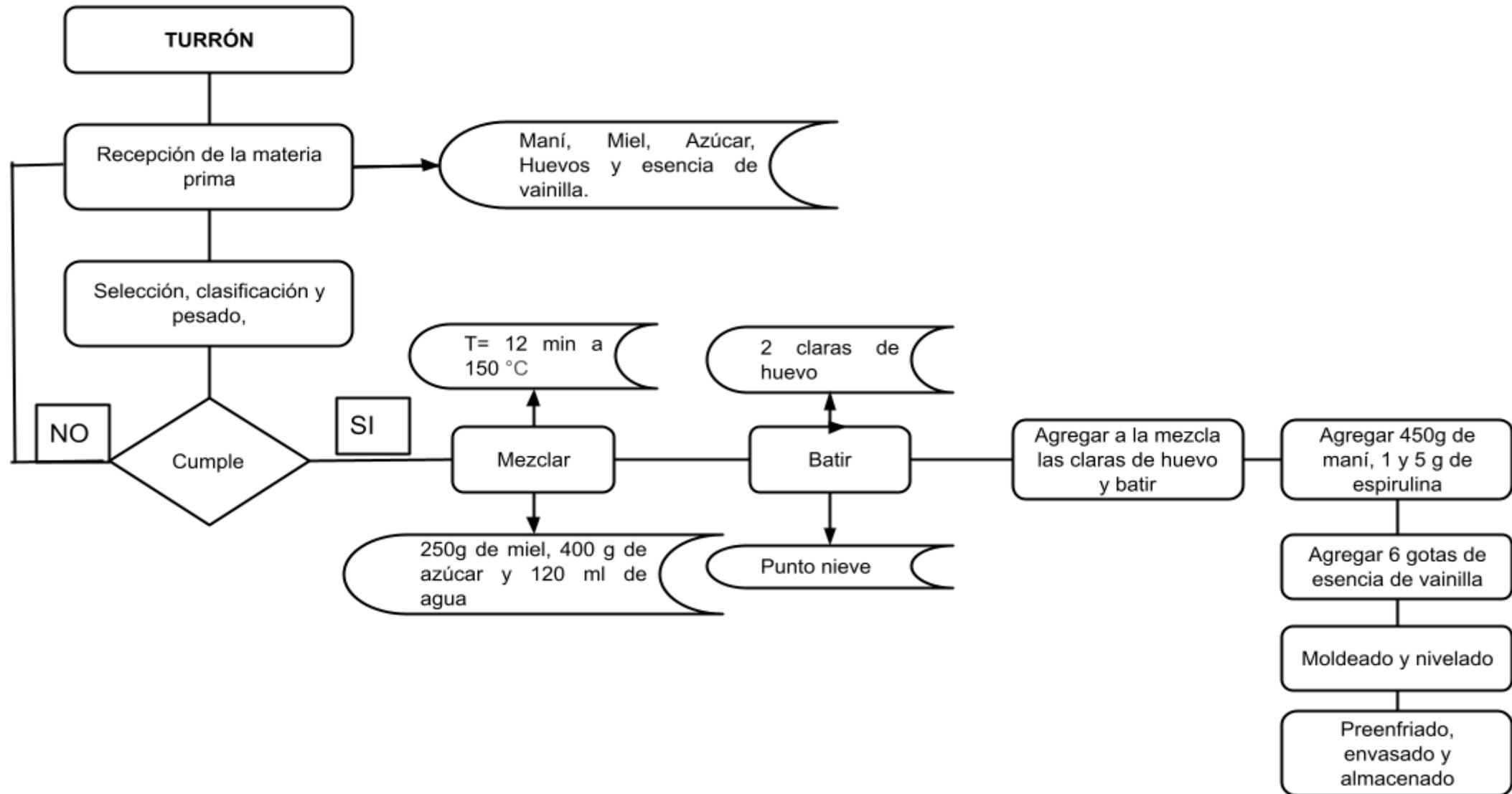
*Nota. Tomado de Google Maps, (2023)*



# PRODUCCIÓN, COSECHA Y LIOFILIZACIÓN DE LA ESPIRULINA



# ELABORACIÓN DEL PRODUCTO



## Grasa - Método de Soxhlet

$$\%G \frac{B2 - B1}{m} \times 100$$

Donde:

B1= Peso del balón inicial.

B2= Peso del balón con muestra final

m= Masa de la muestra en gramos.

## Fibra - Método gravimétrico

$$\%F \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

A= Peso papel + Muestra

B= Peso papel

C= Peso de la muestra

## Ceniza - Método gravimétrico

$$\%C \frac{Pf - C}{M} \times 100$$

Donde:

Pf= Peso final

C= Peso del crisol

M= Peso de la muestra

## Humedad

$$\%H \frac{M1 - M2}{M} \times 100$$

Donde:

M= Peso de la muestra

M1= Peso de la capsula mas muestra húmeda

M2= Peso de la capsula mas muestra seca

## Proteína – INIAP Santa Catalina

MO-LSAIA-01.01

U FLORIDA 1970



# ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Y ORGANOLÉPTICO

**Tabla 2**

*Medios – análisis microbiológico*

<b>Medios</b>	<b>Cantidad en 100mL</b>
<b>Agar Chapman Stone</b>	2,02g
<b>MacConkey</b>	5g
<b>Agar Eosina Azul de Metileno</b>	3,6g
<b>Agar Papa Dextrosa</b>	8,9 g
<b>Agar Cetrimide</b>	4,53 g
<b>CHROMagar Salmonella</b>	3,74g

*Nota.* Elaboración propia.

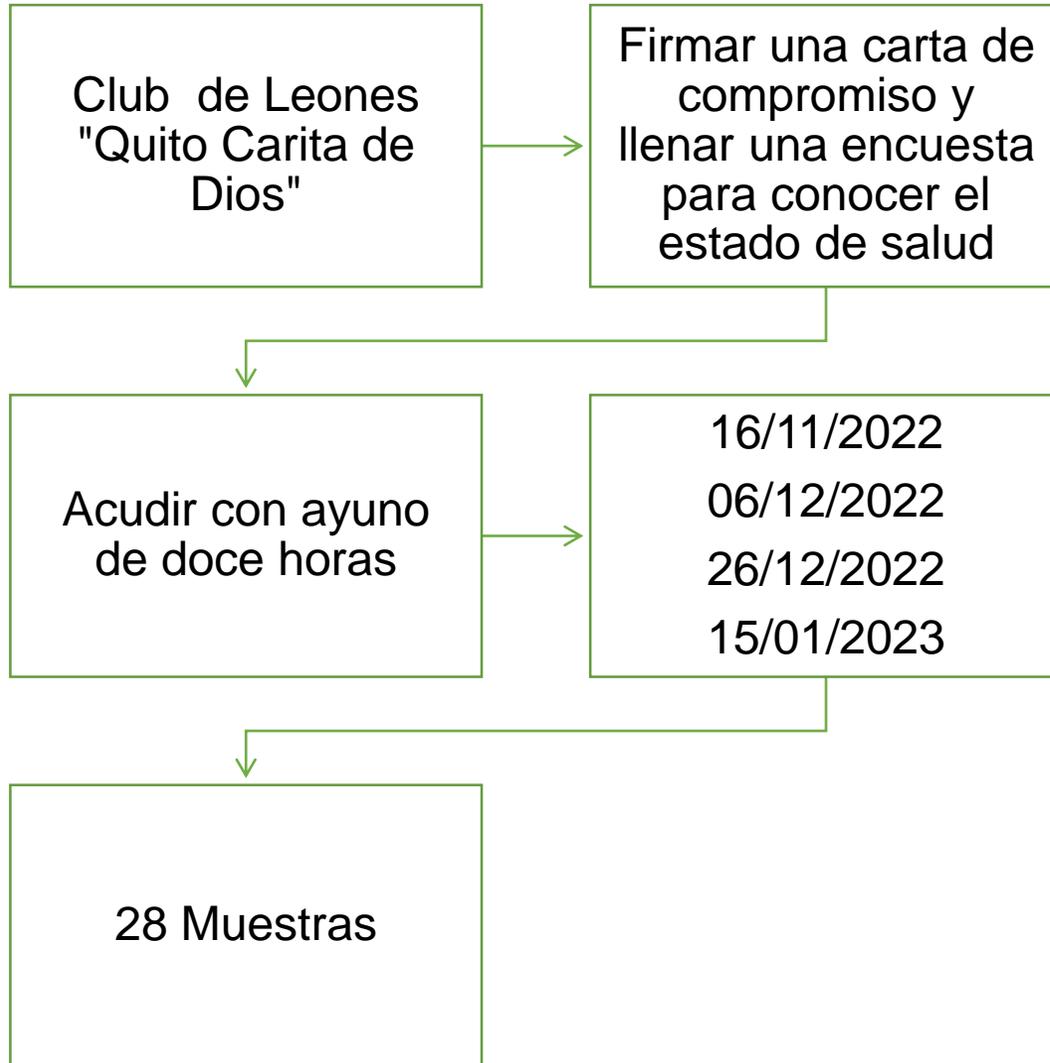
**Tabla 3**

*Escala Hedónica*

<b>Escala Hedónica</b>	<b>Valor</b>
<b>Me gusta muchísimo</b>	5
<b>Me gusta moderadamente</b>	4
<b>No me gusta ni me disgusta</b>	3
<b>Me disgusta moderadamente</b>	2
<b>Me disgusta muchísimo</b>	1

*Nota.* Elaboración propia.

# ANÁLISIS QUÍMICO SANGUÍNEO



# DISEÑO EXPERIMENTAL (DCA)

**Tabla 4**

*Tratamiento y repeticiones*

Tratamiento	Repetición	Descripción
T <sub>0</sub>	R1	Turrón- Testigo
T <sub>1</sub>	R1	Turrón + 1 g de espirulina
	R2	
	R3	
T <sub>2</sub>	R1	Turrón + 5 g de espirulina
	R2	
	R3	

**Unidad observacional:** Estudiantes de la Carrera Agropecuaria IASA I, género femenino entre los 25 y 28 años de edad.

**Tabla 5**

*Variables cualitativas y cuantitativas*

Variables cualitativas	Variables cuantitativas
Olor	Proteína
Color	Glóbulos rojos
Sabor	Glóbulos blancos
Textura	Glucosa
Aceptabilidad total del producto	Hematocrito

*Nota.* Elaboración propia.

1. ANOVA
2. Pruebas de comparación de Tukey con el 95% de confiabilidad.

**Tabla 6**  
*Receta*

Ingredientes	Cantidad (g)
Agua	84
Azúcar blanca	400
Clara de huevo	136
Espirulina	0
Jugo de limón	1
Miel de abeja	450
Maní	250
Vainilla extracto	0,15
<b>Total</b>	<b>1321,15</b>

1g= 1322,15g  
5g= 1326,15 g

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 7**  
*Nutrientes por porción (Espirulina 0g)*

Nutriente	Cantidad por porción
Energía (Kcal)	49,19
Proteína (g)	0,90
Carbohidratos (g)	9,32
Grasa total (g)	1,25
Grasa saturada (g)	1,70
Sodio (mg)	2,76

*Nota.* Elaboración propia.

Tabla de Composición de Centro América y el Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional Productos Alimenticios Pre envasados para Consumo Humano para la población a partir de los tres años.

**Tabla 8***Nutrientes por porción (Espirulina 1g)*

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad por porción</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	49,15
<b>Proteína (g)</b>	0,91
<b>Carbohidratos (g)</b>	9,31
<b>Grasa total (g)</b>	1,25
<b>Grasa saturada (g)</b>	1,70
<b>Sodio (mg)</b>	2,76

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 9***Nutrientes por porción (Espirulina 5g)*

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad por porción</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	49,00
<b>Proteína (g)</b>	0,93
<b>Carbohidratos (g)</b>	9,29
<b>Grasa total (g)</b>	1,25
<b>Grasa saturada (g)</b>	1,69
<b>Sodio (mg)</b>	2,75

*Nota.* Elaboración propia.

# ANÁLISIS PROXIMAL DEL TURRÓN Y DE LA ESPIRULINA

**Tabla 10**

*Análisis proximal de la espirulina*

Parámetros	NMX-F-508	LOTE 1
Proteína	>60%	50,33%
Grasa	>6%	5,87%
Fibra	<0.9%	5,06%
Humedad	<10%	5,87%
Ceniza	<9%	7,45%

*Nota.* Elaboración propia.

El % de fibra, humedad y ceniza están dentro del rango establecido por la Normativa Mexicana, a diferencia del % de proteína y grasa.

**Tabla 11**

*Análisis proximal del Turrón*

	T0	T1	T2
Proteína %	10.12	10.96	13.60
Grasa %	14.36	20.59	26.28
Fibra %	3.37	5.06	14.04
Ceniza %	1.05	1.16	1.52
Humedad %	1.52	3.96	6.73

*Nota.* Elaboración propia.

Ayuque (2018) 2.99% de fibra, 1.37% de ceniza y 8.02% de humedad, porcentajes bajos frente al T2 de esta investigación.

Rodríguez (2013) menciona cuatro tipos de turrónes y el rango óptimo de proteína, turrón supremo (11%), turrón extra (9%), turrón standard (7.5%) y turrón popular (6.5%).

# ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL TURRÓN

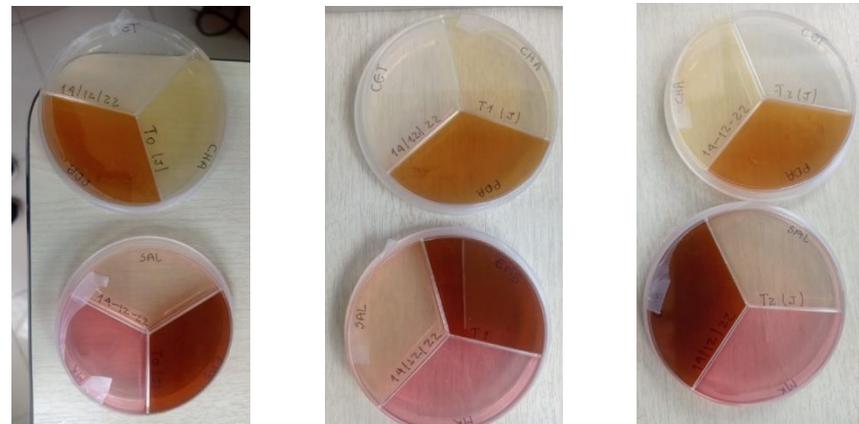
**Tabla 12**

*Análisis microbiológico del Turrón*

	<b>Testigo</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>Stafilococos</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Coliformes totales</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Coliformes fecales</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Mohos y levaduras</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Salmonela</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia

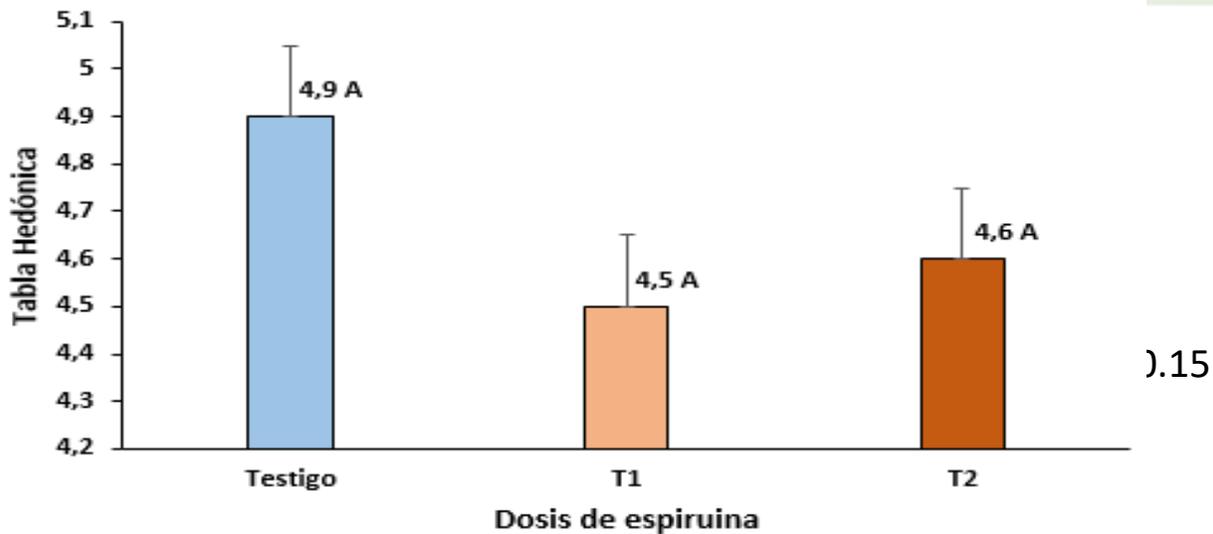
(Canazas, 2015) presencia de 10 UFC/g de mohos y levaduras.

*Nota.* Elaboración propia

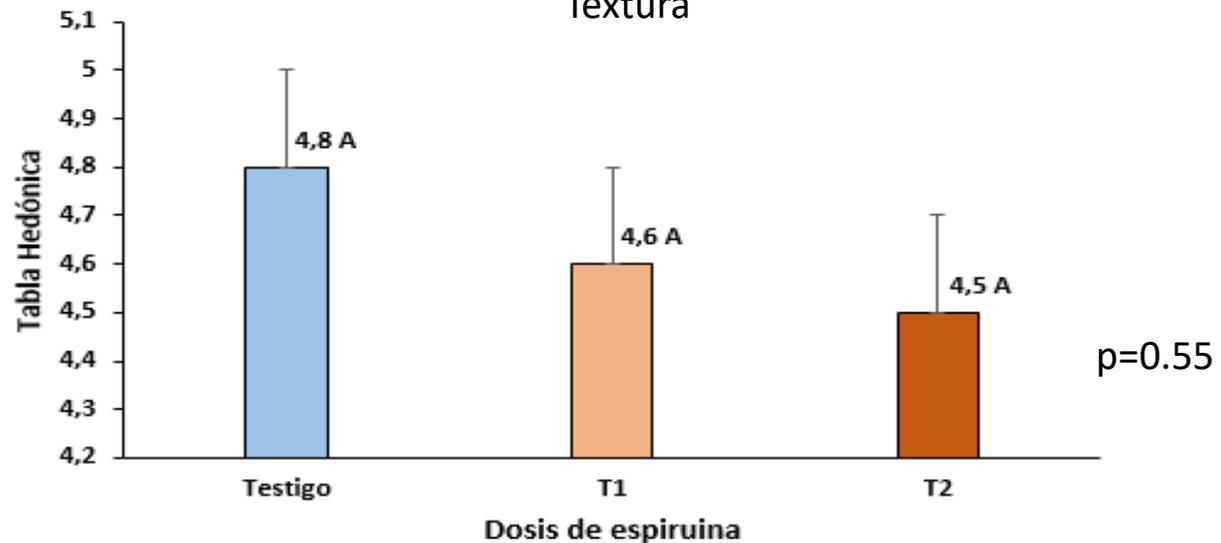


# ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL TURRÓN

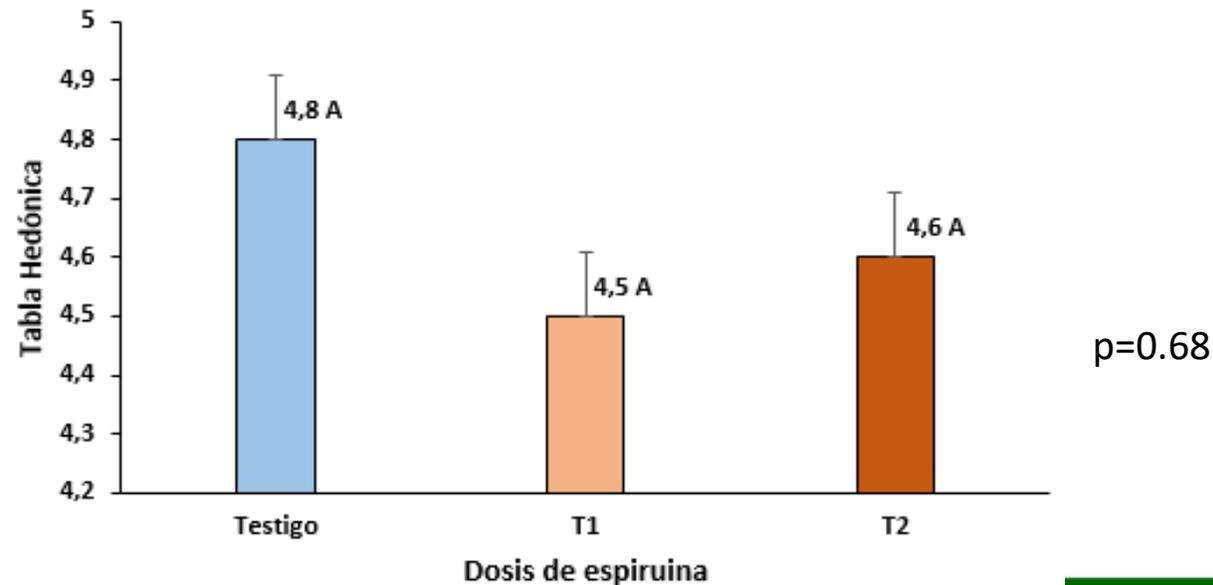
## Olor



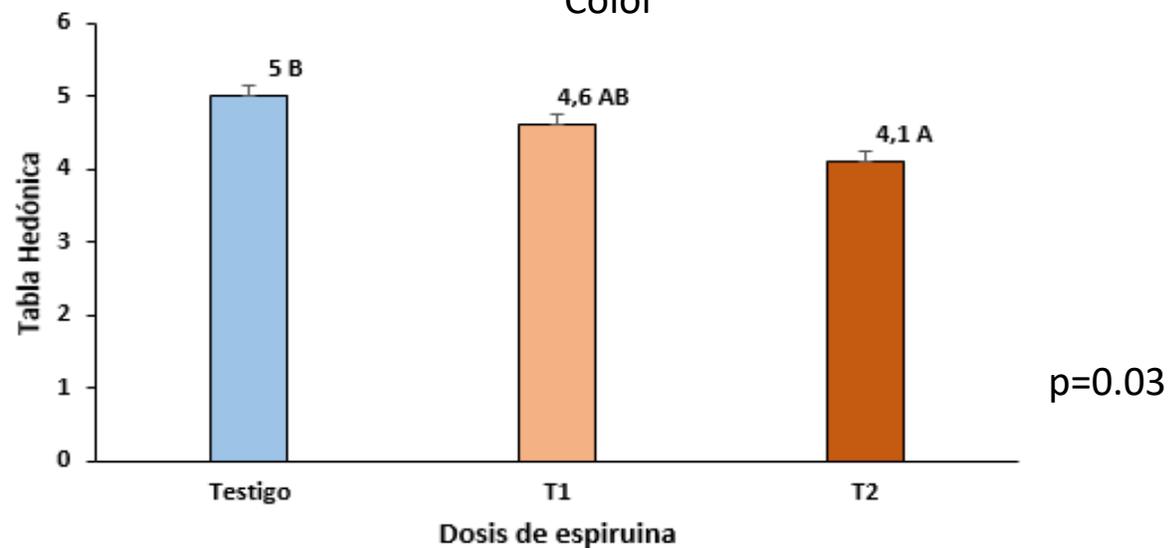
## Textura



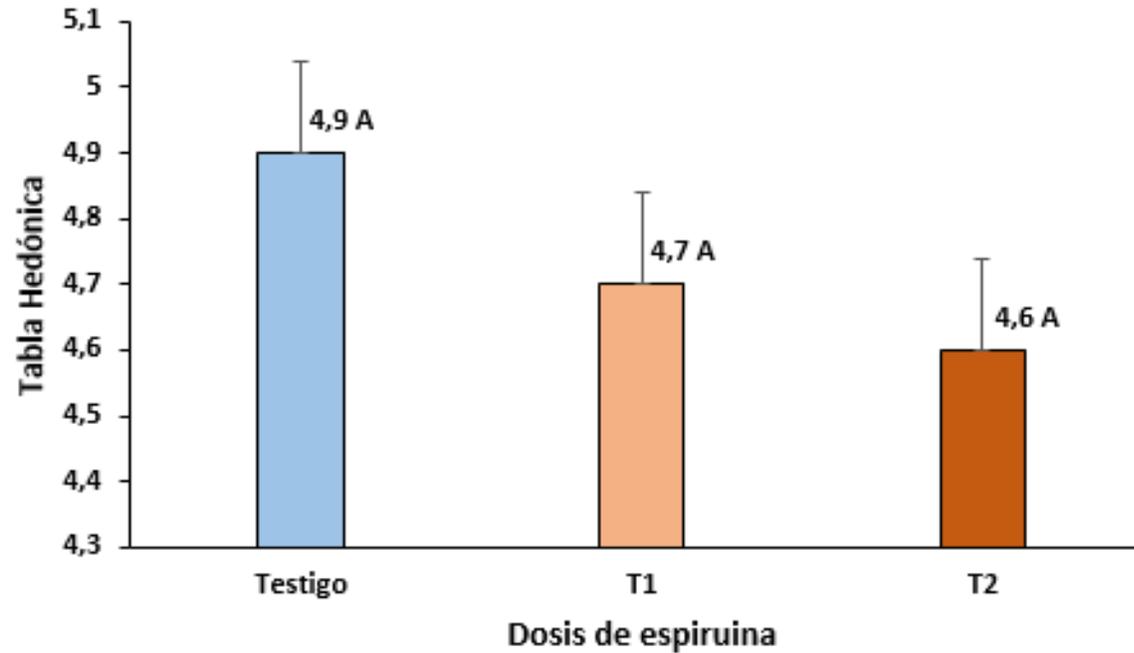
## Sabor



## Color



### Aceptabilidad general



(Yépez & Martínez, 2015) menciona que las características organolépticas de un producto es importante, en el caso del turrón la cubierta con ostias o chocolate es una buena opción para mejorar la apariencia, obteniendo el 75% de aceptación de esta variable.

**Tabla 13**

*Promedio  $\pm$  error estándar del contenido de proteína g/dL en la sangre durante 60 días.  $p = < 0.001$*

Tratamiento	Medias (g/dL)	n	E.E
Testigo	6.60	4	0.10 A
T <sub>1</sub>	6.94	12	0.06 B
T <sub>2</sub>	7.29	12	0.06 C

**Tabla 14**

*Promedio  $\pm$  error estándar del contenido de glucosa mg/dL en la sangre durante 60 días.  $p = < 0.001$*

Tratamiento	Medias (mg/dL)	n	E.E
Testigo	69.18	4	3.03 A
T <sub>1</sub>	80.98	12	1.75 B
T <sub>2</sub>	90.58	12	1.75 C

(Hernández, 2021) presencia de ficocianina, la misma que impulsa la producción de la insulina en el páncreas e hígado, facilitando el aumento del glucógeno hepático.

**Tabla 15**

*Promedio ± error estándar de la producción de glóbulos rojos  $10^6$  cel/mL en la sangre durante 60 días.  $p= 0.005$*

Tratamiento	Medias ( $10^6$ cel/mL)	n	E.E
Testigo	4.51	4	0.13 A
T <sub>1</sub>	5.06	12	0.08 B
T <sub>2</sub>	4.94	12	0.08 B

(Sachdeva & Kaur, 2017) glóbulos rojos  $4,09 \cdot 10^6$  cel/mL , mientras que en esta investigación el valor más alta fue de 5.06.

**Tabla 16**

*Promedio ± error estándar de la producción de glóbulos blancos  $10^3$  cel/mL en la sangre durante 60 días.  $p= 0.007$*

Tratamiento	Medias ( $10^3$ cel/mL)	n	E.E
Testigo	4.96	4	0.75 A
T <sub>1</sub>	7.67	12	0.43 A B
T <sub>2</sub>	6.13	12	0.43 B

**Tabla 17**

*Promedio  $\pm$  error estándar del contenido de hematocrito % en la sangre durante 60 días.  $p= 0.23$*

Tratamiento	Medias (%)	n	E.E
Testigo	42.90	4	3,10 A
T <sub>1</sub>	43.40	12	1.79 A
T <sub>2</sub>	47.39	12	1.79 A

(Sachdeva & Kaur, 2017) hematocrito de 40,9 a 44,4

- Se elaboró turrónes isoproteicos e isocalóricos de manera artesanal con materias primas de uso diario; 450g de miel de abeja, 400g de azúcar blanca, 250g de maní, 136g de claras de huevos, 0,15g de esencia de vainilla y 0.10g de jugo de limón. Una vez obtenida la mezcla se incorporó 1g y 5g de espirulina por cada 100g de mezcla.
- Se calculó el valor energético del turrón en base a su composición proximal: porcentaje de proteínas, grasas, fibra, ceniza y humedad. El mismo que resultó ser de 49 Kcal por cada porción de 15g.
- En el análisis proximal de la espirulina y del Turrón, se determinó que la espirulina tiene un alto valor nutritivo proteína 50.33%, grasa y humedad 5.87%, fibra 5.06%, ceniza 7.45%. Al igual que el T<sub>2</sub> (5g de espirulina) presentando los mejores parámetros 13.60% proteína, 26.28% grasa, 14.04% fibra, 1.52% ceniza y 6.76% humedad.

- Se evaluó a 10 estudiantes que expresaron su agrado o desagrado al perfil sensorial (olor, color, textura, sabor y aceptabilidad general del producto), mediante una escala hedónica. El resultado de dicha evaluación fue positivo, ya que el 96% de los catadores mencionaron una posible compra.
- El análisis organoléptico determinó una mayor aceptación con el T<sub>0</sub> , seguido por el T<sub>1</sub> (1 g de espirulina) y finalmente el T<sub>2</sub> (5g de espirulina), debido a la coloración que presentan.
- Se concluye que los tratamientos enriquecidos con espirulina generó cambios en la química sanguínea, durante un tiempo de 60 días en 7 estudiantes. El T<sub>2</sub> (5g de espirulina) aumentó el contenido de proteína en 7.29g/dL, glucosa 90.58 g/dL y el hematocrito 47.39 %. Mientras que el T<sub>1</sub>(1g de espirulina) incrementó la producción de glóbulos rojos en 5.06x10<sup>6</sup> cel/mL y los glóbulos blancos en 7.67x10<sup>3</sup> cel/mL.

- Realizar repeticiones en los análisis microbiológicos, organolépticos y proximales del turrón y sus tratamientos; así como el de la espirulina para poder establecer diferencias entre estos.
- Profundizar el estudio de la valoración nutricional y energética del turrón y espirulina, debido a que en Ecuador no se cuenta una normativa clara y aplicable para este tipo de productos.
- Emplear menor cantidad de azúcar o sustituirla con otros endulzantes como stevia, azúcar morena, panela, sacarosa, entre otros. De igual manera adicionar cereales como almendras, nuez y semillas de girasol para mantener o incrementar su valor nutritivo.
- Incentivar la realización de este tipo de proyectos en Escuelas y Colegios. Así mismo por medio del grupo de vinculación de la Universidad, en zonas con problemas de desnutrición y bajos de recursos económicos.
- Impulsar el consumo de alimentos nutritivos, en especial en niños y personas de la tercera edad, que son el mayor porcentaje de la población que prefiere la comida chatarra.

# Agradecimientos

