



UNIVERSIDAD
**SAN IGNACIO
DE LOYOLA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE TEMPERATURA DE SECADO DEL CUSHURO (*NOSTOC SP*) EN EL COLOR Y PORCENTAJE DE PROTEÍNA

**Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios**

KATHIA MILENA CAPCHA ORIHUELA

EDWIN LUIS NAVENTA VILLANUEVA

CHRISTOPHER RIOS VELASQUEZ

NELY YOLANDA SISA HUACCHA

Asesor:

Luis Alberto Olivera Montenegro

Lima-Perú

2020

Contenido

Introducción	4
1. Problema de la investigación.....	5
1.1. Planteamiento del Problema.....	5
1.2. Justificación de la Investigación	5
2. Objetivos	6
2.1. Objetivo general	6
2.2. Objetivos específico	6
3. Generalidades	6
3.1. Composición taxonómica.....	6
3.2. Condiciones de Crecimiento	6
3.3. Componentes nutricionales del Nostoc	7
3.4. Agroindustria del Nostoc	8
3.5. Productos elaborados a partir del Nostoc un potencial para la agroindustria.....	8
4. Marco referencial	10
4.1. Antecedentes	10
4.2. Colorimetría	11
4.2.1. Fundamentos de colorimetría	11
4.2.2. Colorimétricos.....	12
4.2.3. Modelo CIF LAB	12
4.3. Extracción de Proteínas.....	13
4.3.1. Método Kjeldahl.....	13
5. Materiales y método.....	16
5.2. Flujo de la metodología experimental.....	17
5.3. Instrumentos de investigación.....	18
5.3.1. Colorímetro	18
5.4. Procedimiento	18
5.4.1. Preparación de la muestra	18
5.5. Flujo del secado convectivo del Nostoc Sp.....	19
5.5.1. Prueba de colorimetría	20
5.5.2. Extracción de proteínas	20
6. Resultados	21
6.1. Resultados de color	21
6.2. Resultados de cuantificación de proteínas.....	22
6.3. Resultados de ANOVA	23
7. Discusiones	24

8. Conclusiones	27
9. Recomendaciones.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	31

Introducción

En recientes investigaciones se ha determinado que el Nostoc Sp, es un alimento con altos niveles de calcio, hierro y proteínas. Según la tesis de (Chili & Terrazas, 2010), en la que realizan la evaluación de la cinética de secado y valor biológico de Nostoc Sp, citan que la especie de Nostoc, tiene 30 - 35% de proteínas, además lípidos, fósforo y calcio. Este producto, por sus cualidades nutritivas mencionadas es un excelente alimento y de bajo costo adquisitivo.

Nostoc Sphaericum, es la especie que más resalta en las zonas altoandinas de Perú, Bolivia y Ecuador. Tiene forma esférica de color verde azulado - verde parduzco y forman colonias de tamaños muy variables. (Alegre, 2019)

La presente investigación, busca evaluar el efecto que causa el secado por bandejas en las proteínas y en el color del Nostoc Sp. Se utilizó cuatro muestras; una muestra fresca y tres muestras secas a tres temperaturas (50, 60 y 70) °C, con el objetivo de encontrar la temperatura óptima para mantener el contenido proteico, así mismo determinar el índice de color del Nostoc.

1. Problema de la investigación

1.1. Planteamiento del Problema

Uno de los principales problemas del Perú es la desnutrición, un factor limitante para desarrollo de los niños, por ello necesitamos alimentos de fácil accesibilidad y económica en zonas de vital importancia. El Nostoc Sp una cianobacteria rica en nutrientes, se encuentra en zonas altoandinas: Ancash, Junín, Cajamarca, Huánuco, Cusco y Puno.

Así mismo, el Nostoc Sp aporta en su forma deshidratada grandes cantidades de proteínas, siendo así una excelente alternativa alimentaria para poblaciones vulnerables.

La importancia de este trabajo radica en conocer la temperatura de deshidratación óptima para la cuantificación de proteínas siendo un recurso alimentario importante para reducir la deficiencia de proteínas en niños

1.2. Justificación de la Investigación

En recientes investigaciones se ha demostrado que el valor nutricional del Nostoc Sp. puede ser un complemento para enriquecer nuevos productos. Aprovechando que la tecnología agroalimentaria esta creciendo, se pueden crear alimentos de mejor calidad alimentaria en el Perú.

Así mismo, usar un recurso natural alimentario que está en pleno desarrollo, puede convertirse en una fuente de ingresos económicos. Por ello, aprovechando la tecnología de secado y extracción de proteínas del Nostoc Sp, queremos demostrar que el Nostoc es una fuente viable de proteínas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de temperatura de secado en el color y porcentaje de proteína del cushuro (Nostoc Sp).

2.2. Objetivos específico

- Evaluar el efecto de temperatura de secado en el color.
- Evaluar el efecto de temperatura de secado en la cuantificación de proteínas.

3. Generalidades

3.1. Composición taxonómica

De acuerdo con los estudios de Fernández W. & Suyón S. (2018), el tipo de Nostoc utilizado; fueron estudiados por el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos según el Sistema de Clasificación de Guiry 2017; tiene la siguiente posición taxonómica:

Phylum: Cyanobacteria

Clase: Cyanophyceae

Subclase: Nostocophycidae

Orden: Nostocales

Familia: Nostocaceae

Género: Nostoc

Especie: Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault

Nombre común: Nostoc Sp

3.2. Condiciones de Crecimiento

Suelen vivir en climas extremos, con temperaturas bajo cero, prosperando en alturas sobre 3000 m sobre el nivel del mar, habiéndose encontrado hasta 5000 m en atmósferas pobres en oxígeno. Son resistentes a radiación ultravioleta, lo que favorece su fotosíntesis. Pueden permanecer en estado latente durante años, hasta que las lluvias las rehidratan (Ponce, 2014, p.1).

Estos microorganismos son seres ubicuotas, cosmopolitas que forman colonias tanto microscópicas como macroscópicas en diversas zonas terrestres y bentónicas, desde mares y lagos.

Se adaptan a climas extremos como temperaturas bajo cero y atmosferas carentes de oxígeno, prosperando activamente aun en alturas sobre 3000m a 5000 m.s.n.m. (Vílchez, 2017, p.39)

3.3. Componentes nutricionales del Nostoc

El Nostoc Sphaericum se considera un alimento altamente nutricional, la mayoría de distintos tipos posee un alto valor proteico y aporta la mayoría de los aminoácidos esenciales. Además de ser nutritivo, se digiere fácilmente porque no posee celulosa en su pared celular como las algas eucariotas, por lo tanto, el cuerpo humano puede aprovechar la mayor cantidad de nutrientes posibles.

En un estudio realizado por Moncayo (2017) en el país de Ecuador acerca de la “*Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la Cianobacteria Nostoc sp., recolectada en el páramo de Papallacta*”; se obtuvo como resultado un contenido de proteínas de $16.71 \pm 0.03\%$ en materia seca, que comparado con otros estudios fue el mínimo.

Por otra parte, Moncayo (2017), realizo otra investigación acerca del contenido de grasa del Nostoc Sp. En donde obtuvo un resultado de $11.65 \pm 0.04 \%$, que comparado con otras investigaciones fue mayor. Él explica que los resultados difieren debido a las condiciones y propiedades del material orgánico utilizado para el experimento como también al solvente orgánico que utilizó para la extracción de la grasa.

El Nostoc Sp. También es rico en carbohidratos llegando a $37.28 \pm 0.06 \%$ según las investigaciones de Moncayo (2017). Esto es porque el Nostoc Sp. Tiene cierta capacidad fijadora de carbohidratos como también es muy común “la formación de una capa mucilaginosa extracelular que corresponde a gran parte de los carbohidratos contenidos por la Cianobacteria la cual puede ser excretada al medio de cultivo o contenida totalmente en forma de las capas exocelulares” (Moncayo, 2017).

A pesar de todo esto de debe tener en cuenta que no todos los géneros del Nostoc son iguales; estos difieren por muchos aspectos como: El lugar de crecimiento, la temperatura de crecimiento, el pH, la especie, la exposición solar, etc.

3.4. Agroindustria del Nostoc

El Género Nostoc se ha convertido en un alimento con características nutritivas muy altas especialmente en proteínas, el cual generó que la industria de los alimentos a base de algas se incrementara en estos últimos años teniendo como resultado múltiples productos alimenticios.

A raíz de ellos se han generado varias investigaciones donde se busca implementar como un complemento en algunos productos ya existentes en el mercado. Y como ejemplo se tiene la investigación hecha por Anaya & Hermoza (2014) donde buscan implementar el nostoc en conjunto con otras algas para mejorar el contenido de las proteínas de los productos cárnicos, el cual consiste en aumentar la concentración de aminoácidos, disminuir el contenido de grasa comparando con los niveles presentes en la carne, por lo que la concentración de grasas saturadas serán menor, lo cual es favorable para la salud. (Anaya & Hermoza, 2014)

Esta investigación de Anaya & Hermoza (2014) tuvo como resultado un alimento con mejores características nutricionales, que tiene un valor nutritivo de 2,46 lo cual se considera un alimento altamente proteico, basándose en la fórmula de Atwater, en donde los valores nutritivos menores a 3,8 son considerados altamente proteico y las cifras mayores a 3,8 son considerados altamente alimentos energéticos. Además del beneficio añadido a este tipo de alimento el autor aclara que al combinar la carne con las algas también se está aportando fibra que también tiene efectos beneficiosos para la salud.

Como esta investigación hay muchas otras investigaciones donde no solo se busca implementar el Nostoc para mejorar un producto, sino que también se busca crear productos a partir de ello, tanto en la industria de bebidas, de panadería y recientemente se está buscando implementar en la industria de los lácteos y todos con un mismo fin que es la mejora de la calidad nutritiva de los alimentos. (Anaya & Hermoza, 2014).

3.5. Productos elaborados a partir del Nostoc, un potencial para la agroindustria

Definitivamente los productos elaborados a partir del Nostoc sería un potencial Agroindustrial ya que en diversas investigaciones se han determinado que estas especies de cianobacterias poseen un alto valor nutricional puesto que son ricas en proteínas vegetales, polisacáridos, ácidos grasos, vitaminas, minerales y otros compuestos bioactivos.

Según Vílchez (2017), en su informe de tesis “Efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del Cushuro (*Nostoc commune vaucher*)” resalta que el alga cianobacteria que destaca dentro de este grupo es la *S. platensis* (spirulina); su producción y consumo esta difundido ampliamente a nivel mundial ya que son muchas las investigaciones que destacan sus propiedades funcionales. De esta cianobacteria se han aislado muchos componentes con un alto

potencial antioxidante de gran interés medicinal, farmacéutico y para la industria alimentaria; Motivo por el cual se quiere difundir información de los beneficios nutricionales que aporta el Nostoc en la industria alimentaria.

Por otro lado, (Adrian, 2017-2018), Realizo una investigación sobre la “Evaluación de la producción de Nostoc Sp (cushuro) en cochas construidas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema de humedal, en el sector carpa, distrito de Cátac - Ancash, 2017-2018”, En la cual por medio de entrevistas a los comuneros se consiguió valiosa información sobre la producción del “cushuro”, conociendo que se reproduce más en épocas de lluvia, que brota mayormente en las superficies y que no existe en todas las cochas o lagunas altoandinas.

Este estudio consistió en demostrar estos conocimientos llevándolos a la práctica mediante una siembra a pequeña escala para evaluar la influencia de la profundidad y su relación con la producción del Nostoc Sp, con la finalidad de conseguir criterios para una producción a mayor escala posteriormente, que generará beneficios ecológicos protegiendo al “cushuro”, beneficios sociales captando el interés y compromiso de las comunidades, beneficios culturales manteniendo las costumbres y tradiciones, beneficios en la salud contribuyendo a una mejor nutrición y, por último, beneficios económicos generando ingresos para las familias. (Adrian, 2017-2018)

De acuerdo a lo mencionado por (Ponce E. , 2014), quien presenta en la revista IDESA que el cushuro llegaría a ser un producto con uso funcional en el sector alimentario, ya que este posee algunas características medicinales, como por ejemplo favorece la inhibición de formación de colesterol a causa de que esta cianobacteria contiene un componente llamado nostocarbolina, por tanto podría ser de gran utilidad para la producción de productos que cuiden el bienestar de los clientes. Por otro lado, también menciona que podría ser considerado un producto funcional gracias a los antioxidantes que posee y a la vez que estos afectan positivamente a la reducción de formación de tumores canceroso.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes

Actualmente existen estudios sobre el *Nostoc Sphaericum*, algunas de ellas muestran estudios sobre sus características fisicoquímicas, microbiológicos, funcionalidad y análisis proximal, siendo esta última uno de los estudios más desarrollados. Como muestra Fernández & Suyón (2018) en su trabajo, donde evaluaron el efecto del secado en el contenido nutricional del *Nostoc Sp* fresco y seco ; muestra proveniente del departamento de Ancash; a temperaturas de 50 °C y 60 °C con humedad final de 12.74% y 9.75% respectivamente , realizado en un secador de bandejas (secado convectivo) a una velocidad de aire de 3m/s; el método empleado fue el de AOAC dando como resultado en la muestra fresca 0.71g de contenido proteico, mientras que en las muestras de 50 °C y 60 °C contenían 34.73 y 35.21 (g/100g) de proteínas respectivamente. En esta misma investigación incluyeron estudios acerca de los compuestos bioactivos por espectrofotometría y la capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault por los métodos de captación de radical DPPH y radical catiónico ABTS⁺ aplicado tanto en muestra fresca como en seca. De acuerdo con los resultados de compuestos bioactivos se obtuvieron 4.24 mg/100g de carotenoides y 5.48 mg EAG/100g de polifenoles totales de la muestra fresca, a diferencia de las muestras secas de 50 °C y 60 °C la cuales mostraron un aumento en 32.21 y 123,86 mg/100g de carotenoides y 72.63 y 122.11 mg EAG/100g de polifenoles totales respectivamente. Referente a la capacidad antioxidante se registró una mayor cantidad en las muestras que fueron sometidas a secado de ambas temperaturas a diferencia de la muestra fresca.

En contraste, Carbajal, W. (2015) empleó muestras recolectadas del departamento de Ancash, las cuales fueron sometidas a un proceso de secado por convención a una temperatura 60 °C con una velocidad de aire de 3m/s a una Humedad Relativa de 35%, llegando a alcanzar una humedad final de 6.5%, la muestra en base seca dio como resultado 47.71% de proteínas mientras que en base húmeda 1.15%.

Por otro lado, Medina, A. (2017) muestra en su informe de tesis la Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la Cianobacteria *Nostoc sp.* Recolectada en el páramo de Papallacta al este de la ciudad de Quito. De cierta forma, la muestra empleada para este estudio tiene una proveniencia diferente a la muestra que se utiliza en el presente estudio, sin embargo, se tomaron estos datos ya que ambas muestras pertenecen a la misma clasificación taxonómica. El secado se realizó en estufa a una temperatura de 35 °C por 3 hr y cabe resaltar que en este estudio el análisis proximal se realizó de forma cuadruplicada en peso seco con una humedad promedio de 9.05% y se empleó métodos estandarizados por la Association of Official Analytical Chemist (AOAC), de acuerdo a los resultados se obtuvieron un promedio de 16.72% de proteínas, 37.28% de carbohidratos, 11.65% de grasa, 25.30% de cenizas y 9.34% de fibra.

4.2. Colorimetría

4.2.1. Fundamentos de colorimetría

La colorimetría es la ciencia que se encarga de especificar con magnitudes físicas de la banda espectral de la potencia radiante a la que es sensible el sistema visual humano, es decir, mide una percepción visual con valores numéricos de acuerdo a parámetros de color como matiz, luminosidad, tono y saturación, las cuales son denominadas coordenadas cromáticas. (Capilla, Artigas, & Pujol, 2002)

El ojo humano es un órgano formado por un conjunto de células y tejidos, en este conjunto se encuentra la retina, este tejido a su vez está formado por un sistema de fotorreceptores los cuales son denominados bastones y conos cuya función principal es captar la luz visible, esta es una pequeña parte del espectro electromagnético y a su vez está compuesta por radiación de todos los colores. Estas longitudes de ondas son absorbidas por los cuerpos y de acuerdo a las sustancias de que están hechas, reflejan otras longitudes de ondas las cuales son las que vemos como su color. Este proceso no se llevaría a cabo sin la participación de los fotorreceptores, mientras que los bastones se activan en la oscuridad permitiendo distinguir entre el blanco y el negro (visión escotópica), los conos son sensibles a los colores permitiendo distinguir entre estos (visión fotópica) que finalmente una combinación de ambos fotorreceptores permiten ver una gran gama de colores con diferentes tonos, matices, etc. (Capilla, Artigas, & Pujol, 2002) pg. 13

De cierta forma el ojo humano puede percibir una gran escala de colores, sin embargo, cada persona puede percibir estos colores de forma distinta, por lo que no existe una precisión para que una persona determine un color y que los demás estén de acuerdo. Por tal motivo se desarrollaron instrumentos

de medición de color denominados colorímetros, los cuales tienen la capacidad de determinar de forma más objetiva un color asignándole un valor numérico permitiendo así la precisión y homogeneidad al momento de identificar o comparar uno o más colores.

4.2.2. Colorimétricos

Los colorímetros son instrumentos de medición de color cuyo principio de funcionamiento está basado en el sistema ocular humano mediante un vector tridimensional. Estos equipos se basan en un sistema de filtros de colores que cumplen las funciones de las células fotorreceptoras (conos y bastones). Por un lado, para emular a los conos se utilizan tres filtros (rojo, verde y azul) y para los bastones se emplea un tipo de luz que reemplaza a la luz del día (D65) creando así un espacio de color, por lo tanto, se establece un instrumento; que así como el ojo humano; requiere de algunos requerimientos para su funcionamiento, como una fuente de luz, un objeto y un observador para lograr describir los atributos de color de la misma forma en que lo hacen los ojos, estos atributos son: (Capilla, Artigas, & Pujol, 2002) pg. 119

- A. Matiz: Es la primera percepción de color que se le atribuye al objeto. Ejemplo: rojo, azul, verde, etc.
- B. Cromo: Este atributo define la escala en la que se encuentra el matiz, es decir, si el matiz es un color más llamativo o apagado.
- C. Luminosidad: Representa la intensidad lumínica, es decir, la claridad del color que puede ir desde blanco hasta negro.

4.2.3. Modelo CIE LAB

La Comisión Internacional sobre iluminación conocida como CIE, estableció curvas estandarizadas donde especifican una distribución espectral de potencia de la luz radiante visible al ojo humano, la cual es representada por un conjunto de tres números ($L^*a^*b^*$) que describen un color sobre la base de tres colores primarios. El modelo CIE $L^*a^*b^*$ está representado en un sistema tridimensional, donde el eje vertical representa la luminosidad (L^*) cuyas coordenadas van desde blanco ($+L^*$)/negro ($-L^*$) y los ejes horizontales representan los ejes de colores (a^* y b^*) cuyas coordenadas se representan por rojo ($+a^*$) /verde ($-a^*$) y amarillo ($+b^*$) /azul ($-b^*$). (Gallardo, 2000)

El modelo CIE Lab, es el modelo más empleado en la actualidad en muchos campos de estudio gracias a la simplicidad y efectividad de su metodología. Este modelo no solo define y describe un color, también permite cuantificar la diferencia entre un estándar y otra muestra a través de ecuaciones de diferencia de color. La diferencia de claridad esta expresada por la siguiente ecuación $\Delta L = L_{estandar} - L_{muestra}$, la diferencia cromática rojo/verde se denota por la expresión $\Delta a = a_{estandar} - a_{muestra}$ y la diferencia cromática

amarillo/azul $\Delta b = b_{\text{estandar}} - b_{\text{muestra}}$ para finalmente obtener la diferencia de color total $\Delta E_{\text{Lab}} = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$. La diferencia de color total se utiliza para comparar si un producto está dentro del rango de aceptabilidad, es decir, que no se encuentra una diferencia significativa. El modelo CIE Lab establece valores que debe tener ΔE_{Lab} para ser considerada como aceptable, si los valores de $\Delta E_{\text{Lab}} \leq 1$ la muestra es aceptable mientras que si los valores de $\Delta E_{\text{Lab}} \geq 1$ la muestra es rechazada. (Gallardo, 2000)

4.3. Extracción de Proteínas

4.3.1. Método Kjeldahl

El método Kjeldahl mide el contenido en nitrógeno de una muestra, el contenido se calcula presuponiendo una proporción entre la proteína y el nitrógeno para el alimento específico que está siendo analizado. (Castillo, 2014).

Este método se utiliza para la determinación del contenido de nitrógeno en muestras orgánicas e inorgánicas. Desde hace más de 100 años se está utilizando el método Kjeldahl para la determinación del nitrógeno en una amplia gama de muestras. Es un método oficial y descrito en múltiples normativas: AOAC, USEPA, ISO, DIN, Farmacopeas y distintas Directivas Comunitarias. (Quimic).

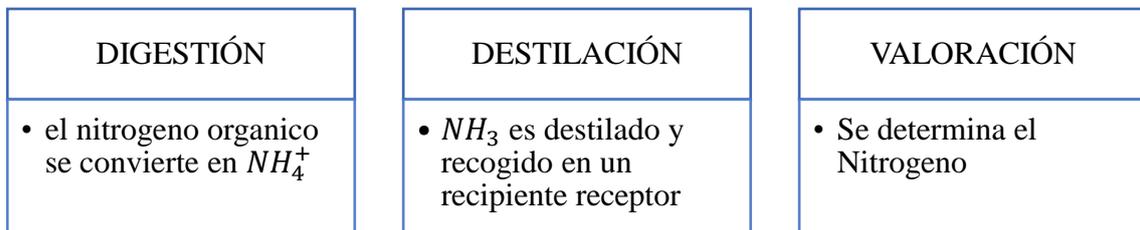


Figura 1. Etapas del método Kjeldahl. Extraído de «Pan Reac» de Química SLU.

El método Kjeldahl consta de tres etapas:

1. Digestión.

El objetivo del procedimiento de digestión es romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertir todo el nitrógeno unido orgánicamente en iones amonio (NH_4^+). La digestión también se puede acelerar con la adición de sales y catalizadores. Se añade sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y se añaden catalizadores para aumentar la velocidad y la eficiencia del procedimiento de digestión. (Quimic).

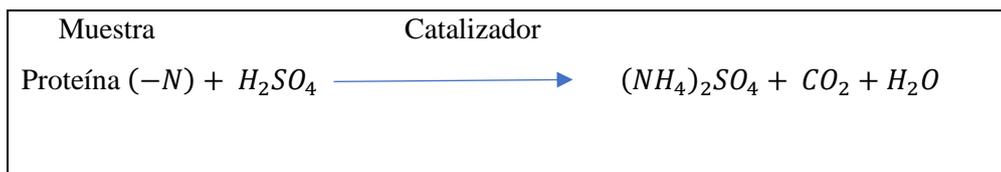


Figura 2. Ecuación de la Etapa de Digestión. Extraído de «Pan Reac» de Química SLU

2. Destilación.

Durante el proceso de destilación los iones amonio (NH_4^+) se convierten en amoníaco (NH_3) mediante la adición de un álcali (NaOH). El amoníaco (NH_3) es arrastrado al vaso receptor por medio de una corriente de vapor de agua.

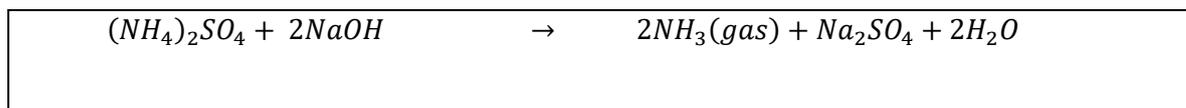


Figura 3. Ecuación de la Etapa de Destilación. Extraído de «Pan Reac» de Química SLU

La solución absorbente más común es el ácido bórico $[\text{B}(\text{OH})_3]$ en solución acuosa al 4%. El amoníaco es capturado cuantitativamente por la solución de ácido bórico formando iones amonio solvatados. (Quimic).

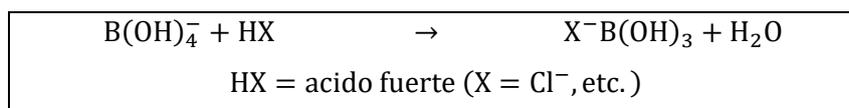


Figura 4. Ecuación de la Etapa de Destilación-ácido bórico. Extraído de «Pan Reac» de Química SLU.

3. Valoración.

Cuando se utiliza el ácido bórico como solución absorbente, posteriormente se lleva a cabo una valoración ácido-base utilizando una solución estandarizada de ácido sulfúrico o clorhídrico y una mezcla de indicadores. El rango de concentración de la solución utilizada varía entre 0,01N a 0,5N dependiendo de la cantidad de iones amonio presentes. Esta valoración se llama valoración directa. (Quimic).

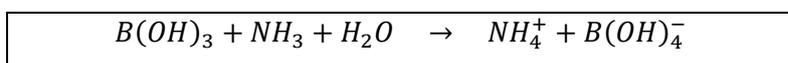


Figura 5. Ecuación de la Etapa de Titulación. Extraído de «Pan Reac» de Química SLU

Fórmula química para usar.

$$\% N = \frac{V(\text{ml})\text{HCl gastado} \times N \times \text{mequiv de N (0.014)}}{\text{peso de muestra (g)}} \times 100$$

V = Volumen del ácido clorhídrico empleado en la titulación (ml)

N = Normalidad del ácido clorhídrico

mequiv N = Miliequivalente del Nitrógeno

m = peso de muestra (g)

$$\% \text{ proteína} = \% N \times \text{factor}$$

$$\% \text{ proteína} = \% N \times 6.25$$

Factores de conversión de Nitrógeno en proteínas.

ALIMENTO	FACTOR DE CONVERSIÓN
Harina de trigo refinada y derivados	5,70
Trigo completo	5,82
Avena, cebada, centeno	5,83
Arroz pilado	5,95
Almendras	5,18
Nueces de Brasil	5,46
Maní (con y sin película)	5,46
Frijol soya y derivados	5,71
Coco, castañas y otras oleaginosas	5,30
Leche y derivados	6,38
Gelatina	5,55
Otros	6,25

Figura 6. Factores de conversión de N2 en proteínas. Extraído de «Jones DB» USDA (Jones, 2007).

5. Materiales y método

Tabla 1. Tabla de diseño experimental de proteína y color.

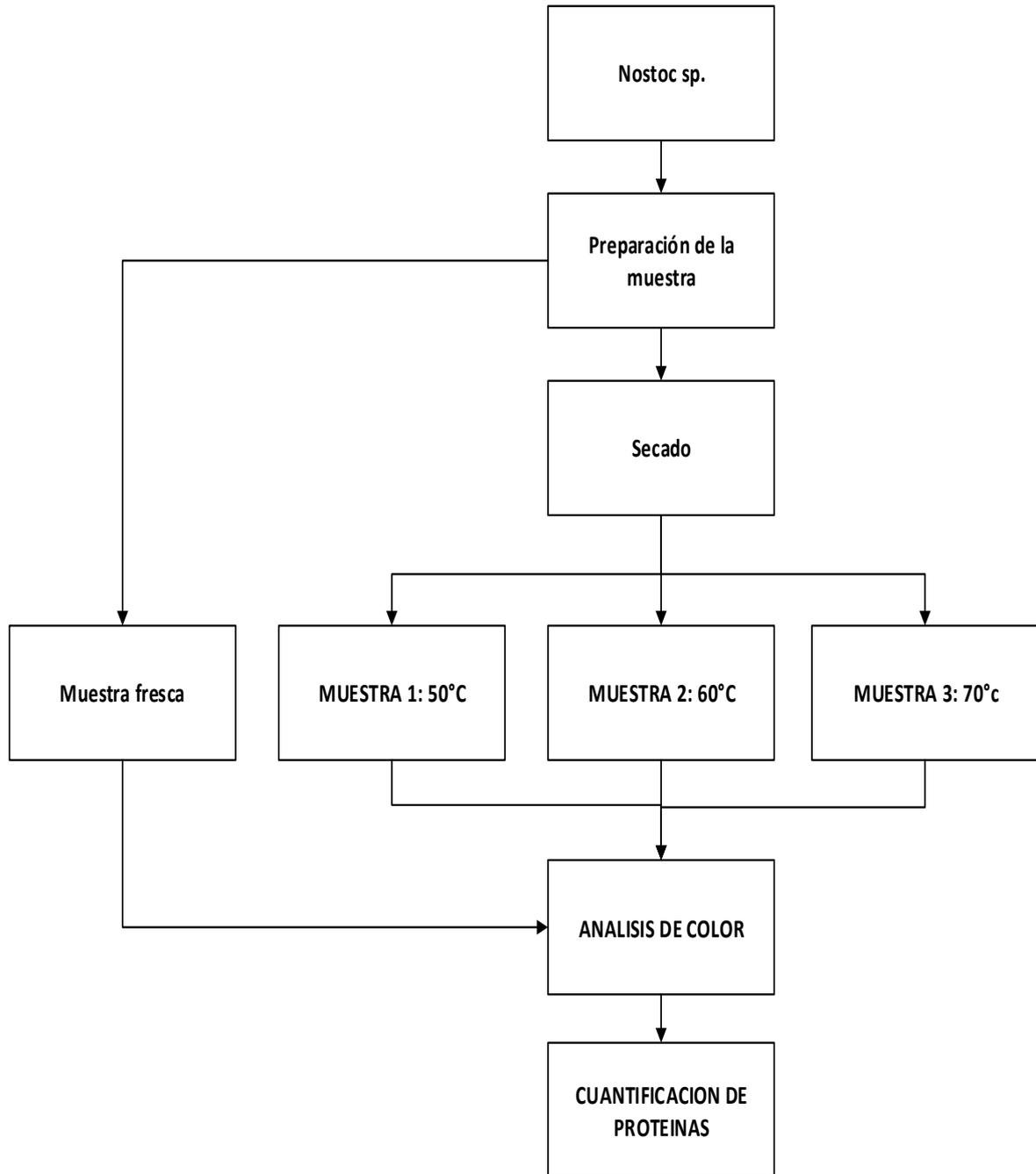
Variable Dependiente		PROMEDIO					
		Muestra fresca	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	PROMEDIO	
Y1	Colorímetro	L	3.50	3.92	3.89	3.85	3.88
		a	0.27	0.31	0.33	0.37	0.34
		b	0.66	1.10	1.03	0.97	1.03
Y2	Proteína	Porcentaje proteína (%)	Muestra fresca	7.07	7.21	7.35	7.21
		Porcentaje proteína (%)	Muestra a 50°C	19.72	19.79	20.93	20.15

Variable Dependiente		PROMEDIO					
		Muestra fresca	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	PROMEDIO	
Y1	Colorímetro	L	3.50	3.55	3.48	3.48	3.50
		a	0.27	0.21	0.21	0.21	0.21
		b	0.66	1.03	0.94	0.97	0.98
Y2	Proteína	Porcentaje proteína (%)	Muestra fresca	7.07	7.21	7.35	7.21
		Porcentaje proteína (%)	Muestra a 60°C	21.60	21.18	21.32	21.37

Variable Dependiente		PROMEDIO					
		Muestra fresca	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	PROMEDIO	
Y1	Colorímetro	L	3.50	3.66	3.60	3.59	3.62
		a	0.27	0.20	0.23	0.30	0.24
		b	0.66	0.91	0.90	0.82	0.88
Y2	Proteína	Porcentaje proteína (%)	Muestra fresca	7.07	7.21	7.35	7.21
		Porcentaje proteína (%)	Muestra a 70°C	26.80	25.81	27.21	26.61

FUENTE: Elaboración propia.

5.2. Flujo de la metodología experimental.



FUENTE: Elaboración propia.

5.3. Instrumentos de investigación

5.3.1. Colorímetro

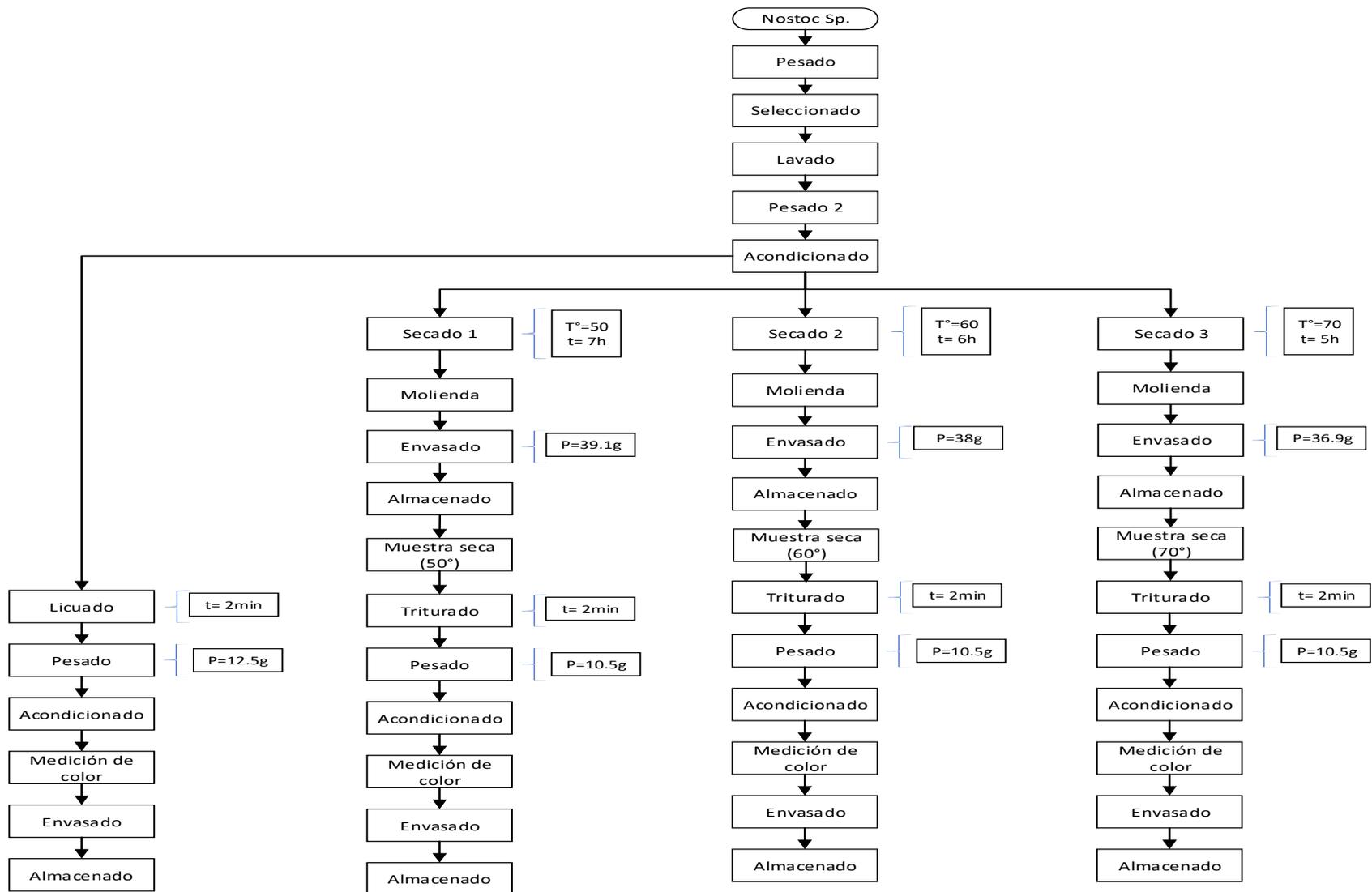
Como instrumento de medida se utilizó un colorímetro PCE-CSM 10 versión 1.1 fabricado el 21 de diciembre del 2016. Este equipo muestra directamente los valores colorimétricos ($L^*a^*b^*$), además, brinda valores de la diferencia entre una muestra y otra, es decir, muestra valores de ΔL , Δa , Δb y ΔE . La muestra a la cual se va a tomar la medida tiene que ser homogénea en tamaño para obtener mejores resultados. Este equipo está basado en el sistema CIE Lab, el cual emplea un iluminante D65 y un observador 10°.

5.4. Procedimiento

5.4.1. Preparación de la muestra

Las algas empleadas en este estudio fueron recolectadas de la provincia de Ancash Distr. Carhuaz de la región Huaraz. Las muestras fueron lavadas con agua destilada, pesadas y sometidas a un proceso de secado a tres diferentes temperaturas (50, 60 y 70) °C. El secado se realizó en un secador de bandejas. Para cada secado se emplearon 2 kg de algas, con una humedad inicial de 98.42 %. El tiempo de secado fue de 7, 6, 5 horas a 50°C, 60°C, 70°C respectivamente, llegando a una humedad final de 8.58% en cada muestra.

5.5. Flujo del secado convectivo del Nostoc Sp.



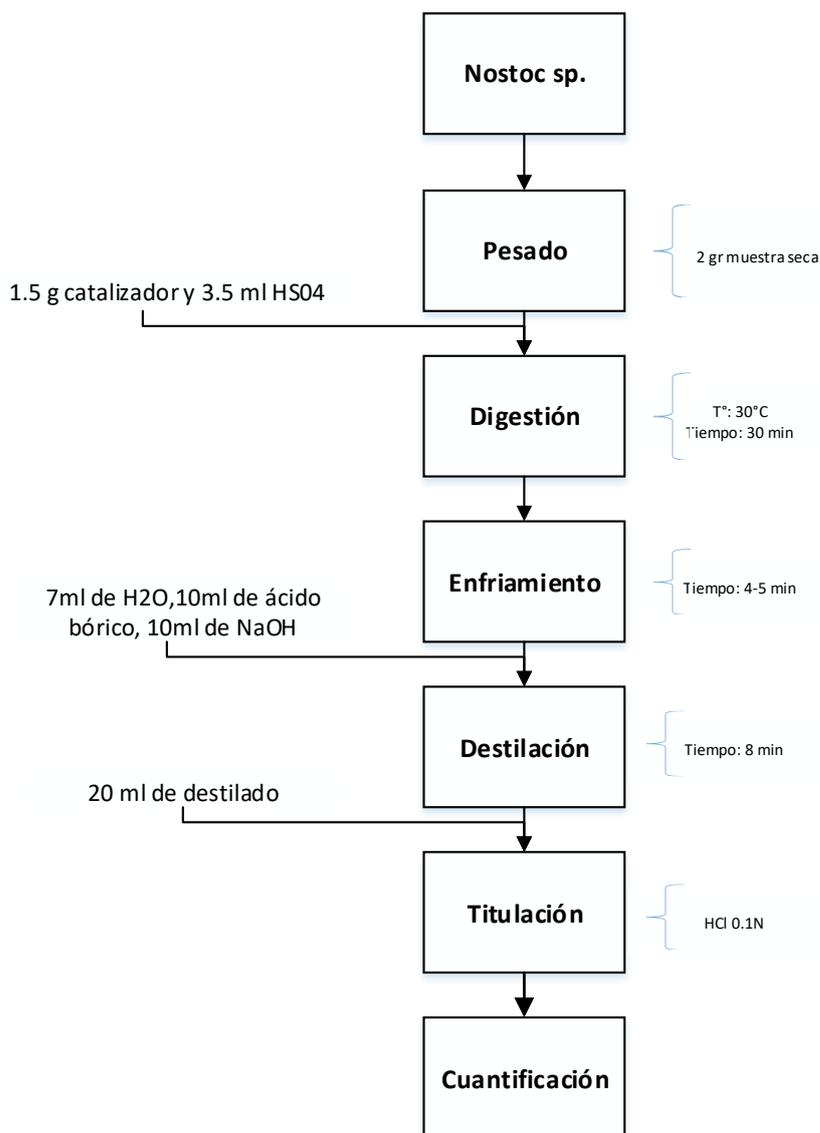
FUENTE: Elaboración propia.

5.5.1. Prueba de colorimetría

Se utilizó cuatro muestras, una muestra fresca y tres muestras secas a tres temperaturas (50, 60 y 70) °C, todas las muestras fueron licuadas por 3 min, la muestra fresca se empleó en estado líquido mientras que la demás en estado sólido. Cada muestra fue depositada en el recipiente del equipo y a continuación se toma las medidas correspondientes que aparecen en la pantalla del equipo. En este estudio se tomaron seis medidas por muestra.

5.5.2. Extracción de proteínas

Flujo de extracción de proteínas



FUENTE: Elaboración propia.

6. Resultados

6.1. Resultados de color

Tabla 2

Resumen de los resultados de color de colorimetría

coordenadas	Muestras			
	Fresca	50 ° C	60° C	70 ° C
L*	3.50	3.88	3.50	3.62
A*	0.27	0.34	0.21	0.24
B*	0.66	1.03	0.98	0.87

FUENTE: *Elaboración propia.*

Tabla 3

Diferencia cromática de las coordenadas (L, a*, b*) entre la muestra fresca y la muestra a 50° C*

	Fresca	50 ° C	Δ^*	Δ^*E
L*	3.50	3.88	0.38	
A*	0.27	0.34	0.07	1.15
B*	0.66	1.03	0.37	

FUENTE: *Elaboración propia.*

Tabla 4

Diferencia cromática de las coordenadas (L, a*, b*) entre la muestra fresca y la muestra a 60° C*

	Fresca	60° C	Δ^*	Δ^*E
L*	3.50	3.50	0.00	
A*	0.27	0.21	-0.06	0.32
B*	0.66	0.98	0.32	

FUENTE: *Elaboración propia.*

Tabla 5

Diferencia cromática de las coordenadas (L^ , a^* , b^*) entre la muestra fresca y la muestra a 70° C*

	Fresca	70 ° C	Δ^*	Δ^*E
L^*	3.50	3.62	0.11	
A^*	0.27	0.24	-0.03	0.24
B^*	0.66	0.87	0.21	

FUENTE: *Elaboración propia.*

6.2. Resultados de cuantificación de proteínas

Tabla 6

Datos de volumen gastado V (ml) de HCl en la etapa de Titulación a la temperatura de secado de 50 ° C, factor de corrección de N (6.25%) según FAO.

	Muestra fresca			50°C		
N° pruebas	1	2	3	1	2	3
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	4.80	4.90	5.10
Cuantificación de N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0315	0.0317	0.0335
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	19.72%	19.79%	20.93%

FUENTE: *Elaboración propia.*

Tabla 7

Datos de volumen gastado V (ml) de HCl en la etapa de Titulación a la temperatura de secado de 60 ° C, factor de corrección de N (6.25%) según FAO.

	Muestra fresca			60°C		
N° pruebas	1	2	3	1	2	3
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	5.30	5.20	5.22
Cuantificación de N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0346	0.0339	0.0341
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	21.60%	21.18%	21.32%

FUENTE: *Elaboración propia.*

Tabla 8

Datos de volumen gastado V (ml) de HCl en la etapa de Titulación a la temperatura de secado de 70 ° C, factor de corrección de N (6.25%) según FAO.

	Muestra fresca			70°C		
	1	2	3	1	2	3
N° pruebas						
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	7.20	6.80	7.20
Cuantificación de N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0429	0.0413	0.0435
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	26.80%	25.81%	27.21%

FUENTE: Elaboración propia.

6.3. Resultados de ANOVA

Tabla 9

Resumen del contenido proteico y coordenadas de color para cada temperatura

	Muestras		
	50 °C	60°C	70°C
Contenido proteico (%)	20.15 ± 0.679 ^a	21.37 ± 0.214 ^a	26.61 ± 0.720 ^b
Coordenada L*	3.88 ± 0.040 ^a	3.50 ± 0.041 ^b	3.62 ± 0.036 ^c
Coordenada a*	0.34 ± 0.033 ^a	0.21 ± 0.064 ^b	0.24 ± 0.051 ^b
Coordenada b*	1.03 ± 0.060 ^a	0.98 ± 0.064 ^b	0.87 ± 0.045 ^b

FUENTE: Elaboración propia.

*ANOVA unidireccional ($p < 0.05$). los valores (media ± SD, n=3) en la misma fila con letras diferentes (a-c) son significativamente diferentes ($p < 0.05$) (“Prueba de comparación múltiple de Tukey”)

7. Discusiones

De acuerdo con la **Tabla 2** se observa que el valor promedio de luminosidad L^* para la muestra fresca es de 3.50 con una desviación estándar de 0.026, lo cual indica que los valores que se encuentren entre 3.48 y 3.53 están dentro de los límites permitidos; siendo la muestra de 60° C la única que se encuentra dentro de este rango con un valor de 3.50. Por otro lado, según los valores de la coordenada a^* el valor promedio de la muestra fresca es de 0.27 con una desviación estándar de 0.060 siendo la muestra de 60° C la única dentro del rango aceptable con un valor de 0.21. Además, para la coordenada b^* la muestra fresca toma un valor promedio de 0.66 con una desviación estándar de 0.052 indicando que ninguna de las muestras secas se acerca a rango de valores aceptables.

Según los valores de la **Tabla 3** se observa que la diferencia cromática entre la muestra fresca y muestra de 50°C es de 1.15 mientras que la **Tabla 4** muestra que la diferencia cromática entre la muestra fresca y la muestra de 60°C es de 0.32 y por otro lado la **Tabla 5** indica que la diferencia cromática es de 0.24 entre la muestra fresca y la muestra de 70°C siendo esta última la que menor diferencia tiene respecto a la muestra fresca, sin embargo, según la metodología empleada, la muestra de 60°C y 70°C son aceptables mientras que la muestra de 50°C es rechazada por ser mayor a 1. Además, se debe tener en cuenta que estos valores; diferencia cromática; son una apreciación general del método ya que aparentemente de forma individual la muestra de 60°C era la muestra que menor diferencia tenía respecto a la muestra fresca según los resultados obtenidos en la **Tabla 2**.

Otro punto por considerar dentro de nuestra discusión se basa en los tipos de pigmentos que disponen estas algas, según las notas científicas del *Nostoc Sp*, menciona que está formado por pigmentos como los carotenoides totales (BH:4,24±0,24; BS:267,05±2,76) y polifenoles totales (BS: 345,21±1,15; BH: 5,48±0,02) **Ver anexo 15**. Esto gracias a los resultados de (Fernández & Suyón, 2018), expresados con los valores de media en base seca y húmeda. Otro estudio demuestra que según (Fellows, 2017), estos pigmentos a elevadas temperaturas tienen un carácter estable al tratamiento del calor, estabilidad a la luz, oxígeno y cambio de pH. **Ver anexo 16**. Por lo tanto, las temperaturas a 70° C no tienen un efecto significativo ya que son estables a altas temperaturas, criterio por el cual las características de color del *Nostoc Sp*, se mantuvieron estables, adicionalmente el efecto de la reducción del tiempo fue beneficioso para el proceso. Otro estudio realizado por (Ponce, 2014), demuestra que el *Nostoc Sp*, contiene pigmentos como las clorofilas, característico de productos de color verde, unido al pigmento denominado ficocianina. Este pigmento también es bastante estable a altas temperaturas y es soluble en agua, esta última es estable a la luz y al oxígeno y poco estable al cambio de pH. Entonces esa estabilidad se debe a que no tienen un efecto significativo a altas temperaturas (70°C) con relación a las variables descritas líneas arriba.

De acuerdo a los datos mostrados en la **Tabla 9**; donde se muestra las medias y desviación estándar para cada prueba tomada; se observa que para la variable de contenido proteico no hay diferencia significativa entre las muestras de 50°C y 60°C sin embargo si se muestra una diferencia significativa en la muestra de 70°C. Respecto a los resultados de las coordenadas de color tenemos que para la coordenada L* existe diferencia significativa en las tres muestras, para la coordenada a* se encuentra que no hay diferencia significativa entre las muestras de 60°C y 70°C mientras que si hay un diferencia significativa para la muestra de 50°C, mientras que para la coordenada b* tampoco existe diferencia significativa entre las muestras de 60°C y 70°C mientras que si existe diferencia significativa para la muestra de 50°C.

Los resultados obtenidos se asemejan a los obtenidos por Fernández & Suyón (2018) “*Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault cushuro procedente de Recuay*” en el cual sus resultados fueron de 20.15 % y 21.37% para las temperaturas de 50°C y 60°C respectivamente. La semejanza que existe entre los resultados es en la variación de concentración de proteínas entre 50°C y 60°C. Para el autor el aumento del porcentaje de proteína a 60°C respecto al de 50°C fue de 1.93% mientras que nuestros resultados mostraron un aumento de proteína de 5.71% a la misma temperatura. La diferencia que se puede apreciar es porque en el secado del producto a 60°C lo hizo con 2 horas más de diferencia que cuando se hizo el secado a 50°C, el cual causo la pérdida de las proteínas durante el proceso; por otro lado, en nuestro caso la diferencia del entre las temperaturas mencionadas solo fue de 1 hora, por lo que hubo menos pérdida de proteínas reflejado en los resultados. El autor afirma lo antes mencionado aclarando que los sólidos totales aumentan cuando la humedad del Nostoc disminuye (Fernández & Suyón, 2018) como también afirma que la variabilidad de la concentración de proteínas se debe a otros factores como: Los factores ambientales, la procedencia, el clima, la biodiversidad, el tiempo de vida del Nostoc etc. Estos factores son los que modifican o hacen varias las características fisicoquímicas de los suelos y el agua donde habita el Nostoc Sp. (Fernández & Suyón, 2018).

En base a lo expuesto en los resultados con temperatura de secado 70°C, el porcentaje de proteína total es de 26.80%, 25.81% y 27.21% respectivamente, esto resultados se ven reflejado en 3 pruebas a una misma temperatura dando como resultado promedio de 26.61% de proteína total. Respecto a esta variación haciendo referencia a (Garcia & Lopez, 2012), se indica que “la cantidad de proteína presente en las Cianobacterias es muy variable y pueden alcanzar valores bastante distantes entre las mismas especies a pesar de ser cultivadas en las mismas condiciones”.

En este proceso de determinación del porcentaje de proteínas es válido aclarar que muchos de los reportes generados para microalgas realizan la cuantificación de proteína por determinación del nitrógeno total; dicho método puede generar sobreestimación de la cantidad de

proteína existente, en especial en cianobacterias ya que la cantidad de ácidos nucleicos y otros compuestos como amino azúcares es mayor y aporta considerablemente al nitrógeno total cuantificado. (Cadena, 2013), razón por la cual existe porcentajes variables de proteínas siendo aún la misma muestra a la misma temperatura.

Incluso es importante recalcar que la concentración de sólidos se incrementa durante el proceso de secado convectivo por ende la cuantificación final de proteínas totales será mayor. Para validar esta tesis un estudio de (Fernández & Suyón, 2018). “*Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault cushuro procedente de Recuay*”, determinó que el proceso de secado convectivo depende de varios factores como la temperatura y la velocidad de aire que en este estudio fue de 3 m/s para ambos tratamientos, este último permite la circulación de aire caliente y remoción del agua por evaporación causando la disminución de la humedad y la concentración de sólidos totales como lo ocurrido en el estudio en las temperaturas de secado a 50 y 60°C con sólidos totales, 87,26 y 90,25 %, respectivamente. Dicho proceso de secado nos otorga un fundamento confiable y razonable a nuestra investigación en referencia a los grados de temperaturas expuestas y la cuantificación final de proteína total. Cabe mencionar que el tiempo de secado no se consideró como variable de estudio porque los tiempos a los que realizamos los tratamientos de secado están sujetos a su respectiva temperatura para obtener la humedad final de 8.5%. Sin embargo, si se puede considerar como una variable de estudio para ver qué efecto tiene sobre la variable de respuesta que se quiere investigar.

Otro punto en mención radica en el perfil de desnaturalización térmica, en esta se observa un cambio gradual de las propiedades del Nostoc y/o cambios bruscos ocasionales a una temperatura de 70° C, dada esta condición existe un factor importante llamado Hidrofóbico. “En trabajos previos se ha comprobado la existencia de extractos liposolubles de cianobacterias con efectos tóxicos. Son compuestos de naturaleza hidrofóbica” (Loaiza, Hassanhi, & Morales, 2012), considera que es estable a cambios de temperaturas ya que son ricas en aminoácidos polares o iónicos en altas temperaturas entre 60 – 70°C y poco estables a bajas temperaturas. (endotérmicas). Entonces cuando se discute acerca de desnaturalización proteica es por eso que (Silva, 2015), evoca a la paradoja de Levinthal y reconoce la importancia de las interacciones proteína-proteína, acoplada a las interacciones con el agua, está última son las que organizan la estructura terciaria funcional y las fuerzas no covalentes como el efecto hidrofóbico y las interacciones de Van Ders Waals que podrían tener un efecto sinérgico que medien las conformaciones nativas de mínima energía de una proteína. Proceso por el cual nuestro estudio arroja un incremento significativo de 26.61% del porcentaje total de proteínas, ésta a una temperatura elevada de 70° C. En base a esta investigación buscando una estabilidad proteica, es aceptado el carácter hidrofóbico, según (Silva, 2015), esta juega un papel

trascendental en la estabilidad del plegamiento natural de proteínas solubles en agua razón por la cual se da un incremento conforme aumenta la temperatura.

8. Conclusiones

1. En base a este trabajo de Investigación se puede concluir que en los tres niveles de temperaturas de secado en la cuantificación final de proteínas se ha incrementado el porcentaje de proteínas conforme la temperatura ascendía siendo la temperatura de 70°C en la que se obtuvo mejores resultados. Además, la temperatura no afecta significativamente en las coordenadas de color en las temperaturas de 60°C y 70°C mientras que si se encontró una diferencia significativa en la muestra de 50°C.
2. De acuerdo con la metodología de color (CIELAB) empleada la muestra de 70°C no tiene diferencia significativa de color, es decir, es la temperatura óptima donde la muestra no tiene cambios significativos en comparación a la muestra fresca.
3. El tiempo y temperatura en el proceso de secado influyen directamente en la concentración de proteínas. Mientras que la temperatura tiene una relación directamente proporcional con el contenido proteico, el tiempo guarda una relación indirectamente proporcional. Siendo la temperatura de 70°C con un tiempo secado de 5h la muestra que mayor contenido proteico tuvo con 27.21%.
4. Consideramos que el contenido de esta información investigada es de gran interés para aplicarlo a escala industrial y darle un valor agregado ya que el mejor tratamiento de secado es a 70°C y se obtiene una mayor cantidad de proteínas, como también conserva mejor su color respecto a las tres dimensiones L, a y b. Entonces a mayor temperatura se reduce el tiempo y en la industria esta última variable genera costos.
5. Podemos concluir que también al ser un producto con alto valor proteico de (26.61 %) de proteína final cuantificado puede usarse como un ingrediente de alimento funcional en varias formulaciones dentro de la industria de alimentos u otros, así como también como un componente de fortificación en productos agroindustriales.

9. Recomendaciones

1. Se debe tomar en cuenta que las muestras deben tener una buena cadena de conservación desde la extracción de su origen natural hasta llegar a las pruebas analíticas, así se pueden obtener resultados más con mayor exactitud.
2. Si el tratamiento de secado se realiza en una bandeja de secado con una capacidad de 3m/s. considerar trabajar a mayor temperatura, pero con menor tiempo de secado, para así obtener mejores resultados en la extracción de proteínas.
3. En el proceso de cuantificación de proteína total es necesario realizar un proceso de molienda fina para poder tener unas partículas uniformes a fin de concentrar la mayor cantidad de muestra y que toda esta última pase sin pérdida alguna por todos los procesos de determinación y cuantificación de proteínas.
4. Para obtener mejores resultados en los análisis de colorimetría y concentración proteica se podría realizar más pruebas, de esta forma los resultados confiables y con mayor exactitud.

BIBLIOGRAFÍA

- Adrian, R. (2017-2018). "Evaluación de la producción de *Nostoc* sp (Cushuro) en cochas construidas a diferentes profundidades dentro de un ecosistema de humedal, en el sector Carpa, Distrito de Cátac - Ancash, 2017-2018". Ancash.
- Alegre, R. (2019). *Contenido de proteínas, hierro y calcio de Nostoc sphaericum "Cushuro" procedente de la Laguna de Conococha, Catac - Huaraz*. Trujillo.
- Anaya, B., & Hermoza, E. (Abril de 2014). *Algas alimenticias para mejorar la calidad nutritiva de los Productos cárnicos*. Obtenido de [journals.continental.edu.pe: http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/245/280](http://journals.continental.edu.pe/index.php/apuntes/article/view/245/280)
- Cadena, F. M. (2013). *Evaluación de la calidad nutricional de la Cianobacteria Nostoc Sp. Colectada en el Páramo de Papallacta-Ecuador, previamente aislada, caracterizada morfológicamente y cultivada en condiciones de laboratorio*. *Salgolqui, Ecuador*.
- Capilla, P., Artigas, J., & Pujol, J. (2002). *Fundamentos de la colorimetría*. Valencia: INO Reproducciones.
- Carbajal, W. R. (2015). *Caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del Nostoc Sphaericum V. Lima*.
- Castillo, B. D. (2014). *Determinación de Proteína por el método Kjeldahl*. Nuevo Chimbote.
- Chili, E., & Terrazas, I. (2010). *Evaluación de la cinética de secado y valor biológico de Cushuro (Nostoc sphaericum)*. Puno.
- Fellows, P.J, (2017). *Food Processing Technology. In Principles and Practice (pp. 30-32)*. Nikki Levy). India.
- Fernández, W., & Suyón, S. (2018). *Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault "cushuro" procedente de Recuay*. Obtenido de [cybertesis.unmsm.edu.pe: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/9833/Fernandez_gw.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/9833/Fernandez_gw.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Gallardo, J. C. (2000). *Manejo de las formulas de diferencias de color vs limites de aceptabilidad*. Obtenidodefile:///C:/Users/Laptop/Documents/nostoc%20informacion/colorimetriv/pvper.pdf
- García, A., & Lopez, A. (2012). *Biopolímeros utilizados en la encapsulación*. Tesis de Maestría. *Universidad de la Americas. Mexico*.
- García, W., & Tejeira, S. (2018). *Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault "cushuro" procedente de Recuay*. Obtenido de Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Escuela Profesional de Ciencia de los Alimentos: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/9833/Fernandez_gw.pdf?sequence=4
- Jones, D. (2007). Factors for converting percentages of nitrogen in foods and feeds into percentages of proteins. *Washington DC.USDA*, 183.
- Loaiza, N. R., Hassanhi, M., & Morales, E. (2012). Boletín del centro de investigaciones biológicas, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. *Luz repositorio académico*, vol. 46. N°. 1, enero-marzo 2012, pp 45 - 62. Obtenido de Luz repositorio académico .

- Medina, A. M. (2017). *Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la Cianobacteria Nostoc sp., recolectada en el páramo de Papallacta*. Quito.
- Moncayo, A. (Enero de 2017). *Caracterización Morfológica, Análisis Proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de la Cianobacteria Nostoc sp., recolectada en el páramo de Papallacta*. Obtenido de [dspace.uce.edu.ec: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9327/3/T-UCE-0008-001-2017.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9327/3/T-UCE-0008-001-2017.pdf)
- Ponce, 2. (2014). Un alimento diferente y su presencia en la precordillera de Arica. *IDESIA*, Voumen 32, N° 2. Pág. 1.
- Quimic, P. (s.f.). Determinación de Nitrógeno por el método Kjeldahl. *PanReac Química SLU*, 2--6. Obtenido de PanReac Química SLU
- Silva, R. E. (2015). Propiedades Termodinamicas del Efecto en la Estabilidad Proteica. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, Vol. 7, No. 1, Agosto de 2015, pp. 1-9.
- Vilchez, H. (2017). Efecto de la temperatura sobre la capacidad antioxidante del Cushuro (*Nostoc commune vaucher*). En *Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud UAP*. 33-39. (págs. 33-39.).

ANEXOS

Anexo 1: Muestra fresca de Nostoc



Anexo 2: Muestra seca en un secador de bandejas a 70°C



Anexo 3: Resultados obtenidos de la medición de colorímetro de acuerdo con las coordenadas cromáticas (L^ , a^* , b^*)*

Datos	Muestras			
	Fresca	50	60	70
L(1)	3.54	3.95	3.53	3.68
L(2)	3.53	3.88	3.57	3.63
L(3)	3.48	3.9	3.49	3.61
L(4)	3.48	3.88	3.47	3.59
L(5)	3.49	3.86	3.46	3.6
L(6)	3.50	3.83	3.49	3.58
Promedio	3.50	3.88	3.50	3.62

FUENTE: Elaboración propia.

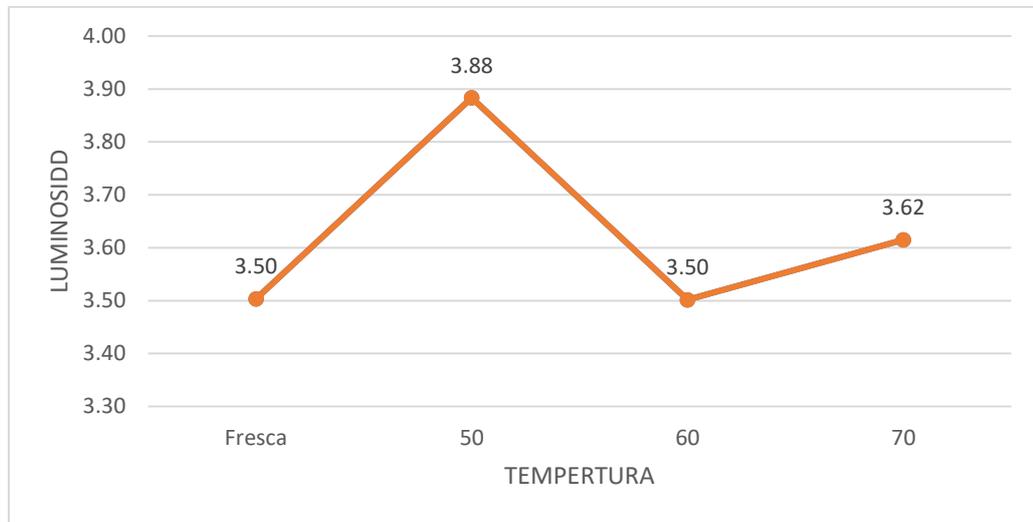
Datos	Muestras			
	Fresca	50	60	70
A(1)	0.25	0.29	0.31	0.22
A(2)	0.17	0.33	0.11	0.17
A(3)	0.3	0.32	0.21	0.24
A(4)	0.35	0.34	0.2	0.22
A(5)	0.26	0.33	0.2	0.27
A(6)	0.27	0.4	0.22	0.32
Promedio	0.27	0.34	0.21	0.24

FUENTE: Elaboración propia.

Datos	Muestras			
	Fresca	50	60	70
B(1)	0.72	1.1	0.96	0.91
B(2)	0.66	1.09	1.09	0.9
B(3)	0.63	1.05	0.93	0.91
B(4)	0.64	1	0.95	0.88
B(5)	0.72	0.97	1.01	0.8
B(6)	0.59	0.96	0.92	0.84
Promedio	0.66	1.03	0.98	0.87

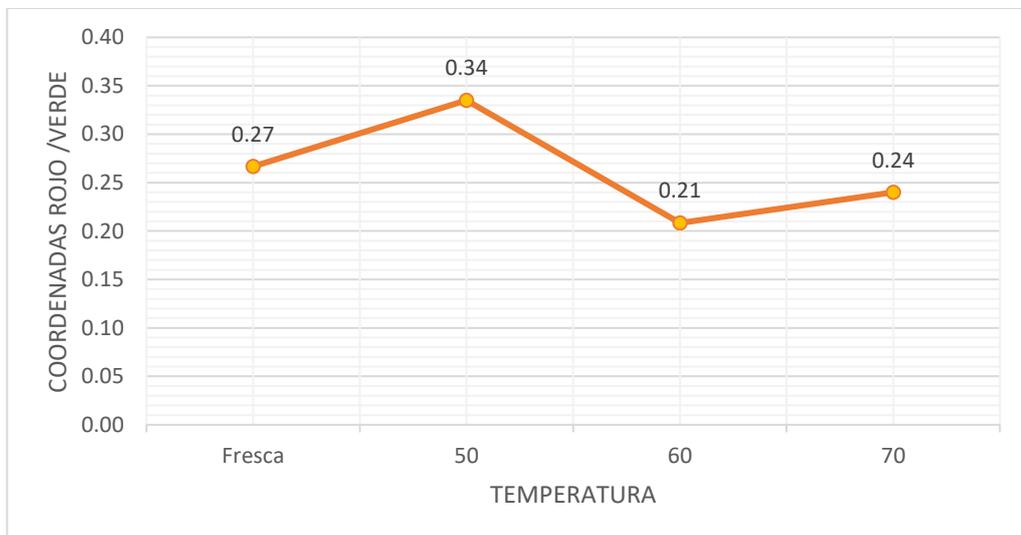
FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 4: Comparación de los valores de luminosidad blanco(+L*) / negro(-L*) de acuerdo con cada temperatura



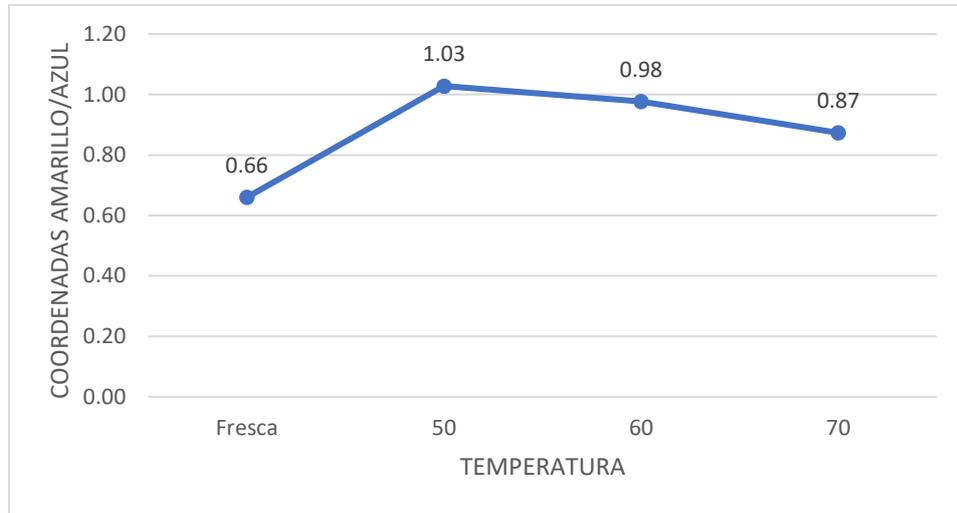
FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 5: Comparación de los valores de las coordenadas rojo (+a*) /verde (-a*) de acuerdo con cada temperatura (fresca, 50°C, 60°C y 70°C sucesivamente)



FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 6: Comparación de los valores de las coordenadas amarillo (+b*)/azul (-b*) de acuerdo con cada temperatura.



FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 7: Equipo colorímetro empleado para medir el color de las muestras



Anexo 8: Toma de datos, gastos y pesos por triplicado en la cuantificación de Nitrógeno a temperaturas de secado de 50 ° C, 60 ° C y 70 ° C.

Muestra fresca	Muestra(g)		
	50 ° C	60 ° C	70 ° C
pesos	pesos	pesos	pesos
0.2351	0.2130	0.2147	0.2351
0.2305	0.2167	0.2148	0.2305
0.2320	0.2132	0.2142	0.2315

Muestra fresca	HCl (ml)		
	50 ° C	60 ° C	70 ° C
gastos	gastos	gastos	gastos
1.9000	4.8	5.3	7.2
1.9000	4.9	5.2	6.8
1.9500	5.1	5.22	7.2

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 9: Datos de volumen gastado V (ml) de HCl en la etapa de Titulación a la temperatura de secado de 50 ° C, 60 ° C y 70 ° C factor de corrección de N (6.25%) según FAO.

	Muestra fresca			50°C		
	1	2	3	1	2	3
Nº pruebas						
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	4.80	4.90	5.10
Cuantificación de						
N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0315	0.0317	0.0335
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	19.72%	19.79%	20.93%

FUENTE: Elaboración propia

	Muestra fresca			60°C		
	1	2	3	1	2	3
Nº pruebas						
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	5.30	5.20	5.22
Cuantificación de						
N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0346	0.0339	0.0341
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	21.60%	21.18%	21.32%

FUENTE: Elaboración propia

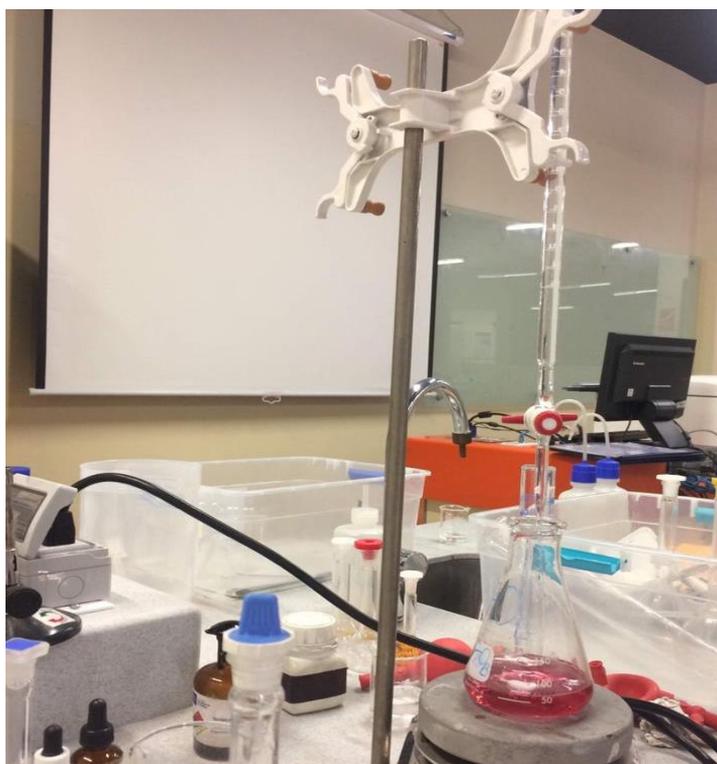
	Muestra fresca			70°C		
N° pruebas	1	2	3	1	2	3
Gasto HCl(ml)	1.90	1.90	1.95	7.20	6.80	7.20
Cuantificación de						
N	0.0113	0.0115	0.0118	0.0429	0.0413	0.0435
% proteína	7.07%	7.21%	7.35%	26.80%	25.81%	27.21%

FUENTE: *Elaboración propia.*

Anexo 10: *Equipo de Kjeldahl (digestor)*



Anexo 11: *Equipo de Kjeldahl (Titulación)*



Anexo 12: *Equipo de Kjeldahl (Destilador)*



Anexo 13: Tabla resumen del procedimiento de ANOVA de un factor.

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	,233	2	,116	81,171	,000
	Within Groups	,009	6	,001		
	Total	,241	8			
a*	Between Groups	,026	2	,013	10,879	,010
	Within Groups	,007	6	,001		
	Total	,033	8			
b*	Between Groups	,038	2	,019	6,513	,031
	Within Groups	,018	6	,003		
	Total	,056	8			
Contenido Proteico	Between Groups	70,678	2	35,339	103,410	,000
	Within Groups	2,050	6	,342		
	Total	72,728	8			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 14: Tabla de homogeneidad de subgrupos del procedimiento de ANOVA de un factor.

	Grupo	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
L*	60 C	3	3,5033		
	70 C	3		3,6167	
	50 C	3			3,8867
	Sig.		1,000	1,000	1,000
a*	60 C	3	,2100		
	70 C	3	,2433		
	50 C	3		,3367	
	Sig.		,504	1,000	
b*	70 C	3	,8767		
	60 C	3	,9800	,9800	
	50 C	3		1,0333	
	Sig.		,125	,491	
Contenido proteico	50 C	3	20,1467		
	60 C	3	21,3667		
	70 C	3		26,6067	
	Sig.		,095	1,000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed // a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 15: Compuestos Bioactivos en Nostoc Fresco

Compuesto bioactivo	Fresco	
	BH	BS
Polifenoles Totales*	5,48±0,02	345,21±1,15
Carotenoides totales**	4,24±0,24	267,05±2,76

Nota: Resultados expresados con los valores de medida ± desviación estándar (n=3)

BH: Base Húmeda; BS: Base Seca (*Expresado en mg EAG/100g) (**Expresado en mg/100g).

Adaptado de: Efecto del secado convectivo en el valor nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante in vitro del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault “cushuro” procedente de Recuay. Por Fernández, W., & Suyón, S. (2018).

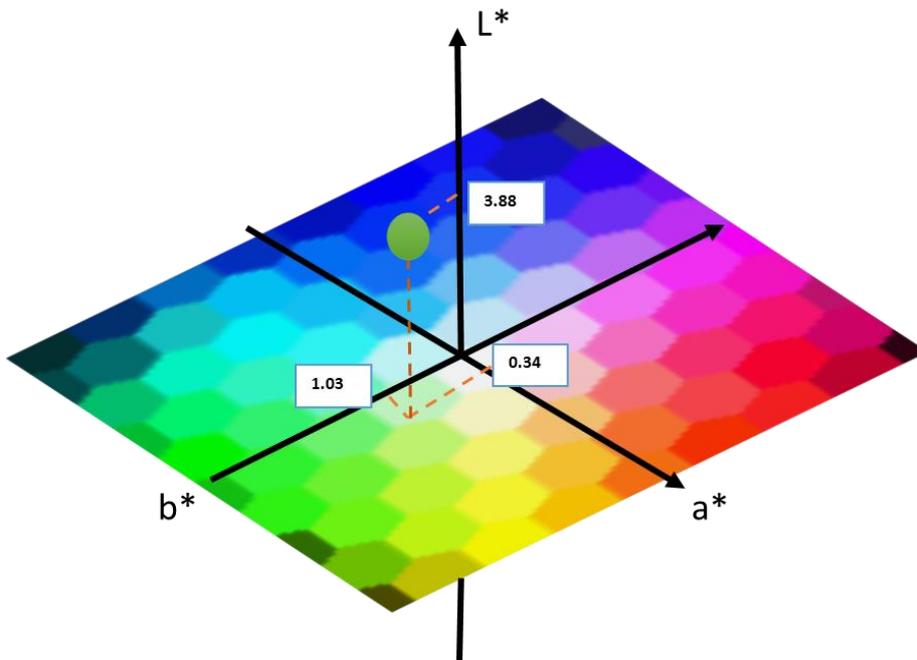
Anexo 16: Naturally Occurring pigments in foods

Pigment	Typical source	Oil(O) or wáter (W) soluble	Stability to the following:			
			Heat	Light	Oxygen	pH change
Annatto/bixin	Seed coat of Bixa orellana	O	Moderate to low	Low	High	-
Anthocyanins	Fruits	W	High	High	High	Low
Betalaines	Beetroot	W	Moderate	High	High	High
Canxanthin	Green algae, crustacean	O	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate
Caramel	Heated sugar	W	High	High	High	High
Carotenes	Leaves	O	Moderate to low	Low	Low	High
Chlorophylls	Leaves	W	High	High	High	Low
Carmine ^a	Cochineal insect (Dactylopius coccus)	W	High	High	-	Moderate to high
Curcumin	Turmeric	W	Low	Low	Low	-
Norbixin	Seed coat of Bixa orellana	W	Moderate to low	Low	High	-
Oxymyoglobin	Animals	W	Low	-	High	Low
Polyphenols	Leaves	W	High	High	High	High
Quinones	Roots, bark	W	High	Moderate	-	Moderate
Xanthophylls	Fruits	W	Moderate	High	High	Low

Adaptado de: Food Processing Technology. In Principles and Practice (pp. 30-32). India: Nikki Levy. Por Fellows, P.J. (2017).

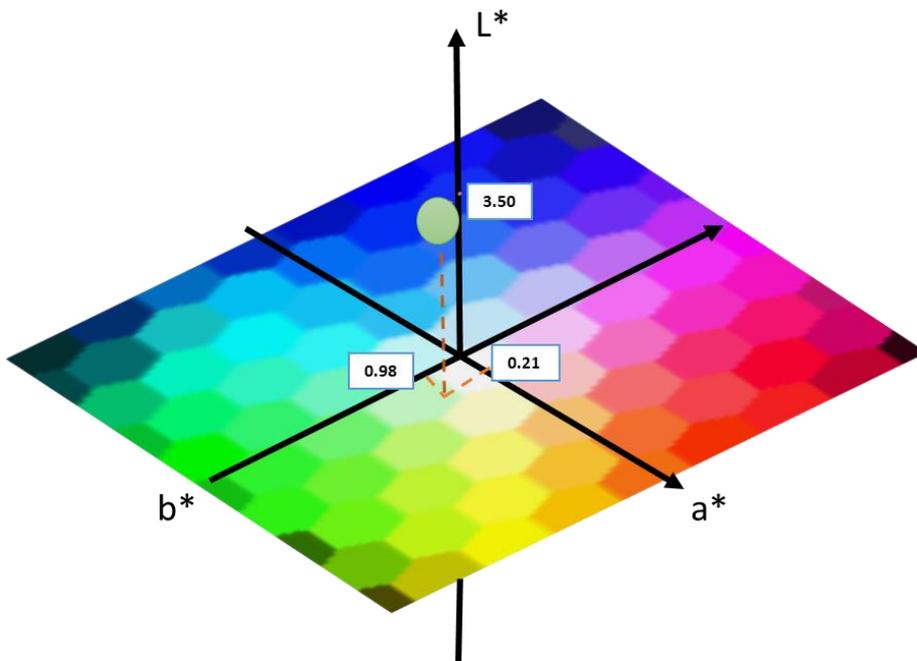
^aAs aluminium lake.

Anexo 17: Mapa de color referente a la temperatura de 50°C



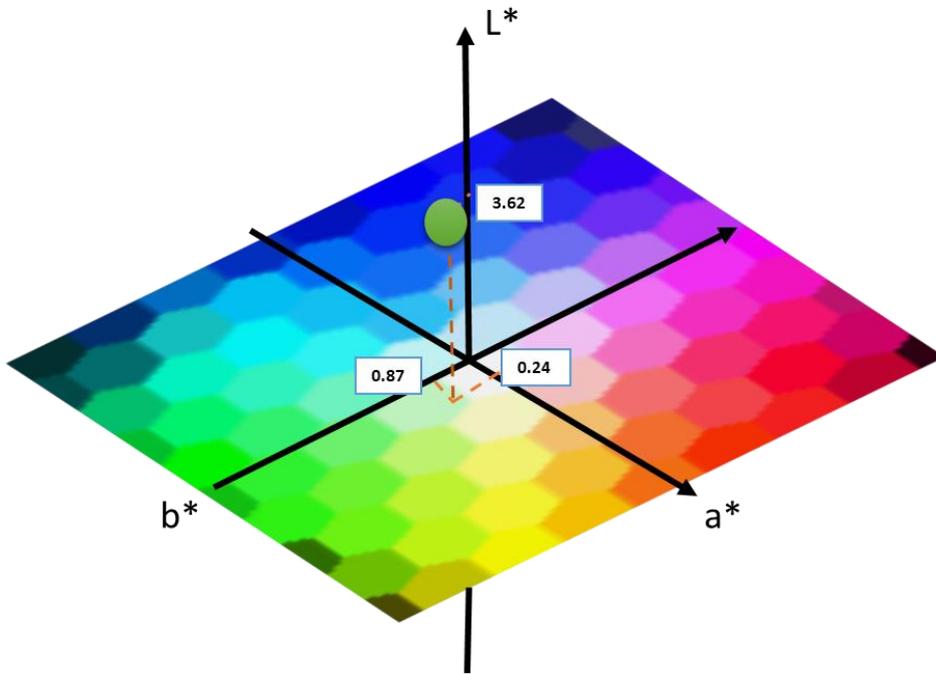
FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 18: Mapa de color referente a la temperatura de 60°C



FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 19: Mapa de color referente a la temperatura de 70°C



FUENTE: Elaboración propia.