

106



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

3 MAY 2013

01 ed



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE ALTO CONTENIDO PROTEICO PARA NIÑOS EN EDAD ESCOLAR; A BASE DE HARINA DE HONGOS MICORRÍDICOS (*Boletus luteus*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) Y HARINA DE CHOCHOCA (*Zea mays*)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORES:

Bach. JUSTO MENDOZA CACHAY

Bach. HEICER VILLEGAS MARÍN

ASESOR:

MsC. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI

CO - ASESORES:

MsC. ELÍAS A. TORRES ARMAS

Ing. SEGUNDO VÍCTOR OLIVARES MUÑOZ

CHACHAPOYAS - PERÚ

2013

DEDICATORIA

A mi papá Julio que desde el cielo me ilumina y mi mamá Susana, fuente inagotable de afecto y comprensión.

A mi cuñado Fausto, a mis hermanas Reynilda, Ester, Eva quienes sembraron en mí el anhelo incesante de superación.

A Axel Esnider, luz que ilumina vivamente mi horizonte.

JUSTO

A mis padres Dionicia Marín López y Epifanio Huamán Chávez, quienes con su apoyo incondicional y sabiduría me enseñaron la expresión más pura de la humanidad.

A la memoria de mi abuelo Agustín Marín López, por ser fuente de sabiduría, quién desde el cielo ha de sonreír por mí, en mi triunfo.

A mis hermanas por la alegría que me brindan y a toda mi familia, los cuales con su aliento permanente me proyectaron a metas superiores.

HEICER

AGRADECIMIENTOS

Desde nuestra más profunda modestia.

*A Dios por iluminarnos y guiarnos por el buen camino, la salud y la sabiduría
para el desarrollo de la presente tesis*

*A nuestros padres por el apoyo incondicional y la confianza depositada en
nosotros, por el cual se pudo hacer la presente.*

*Al MsC. Armstrong Barnard Fernández Jeri, al MsC. Elías Torres Armas y al
Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz por su permanente apoyo y colaboración
durante la realización y culminación del presente trabajo.*

*Al MsC. Oscar Andrés Gamarra Torres por su colaboración, interés y confianza
depositada en nosotros.*

*Y a todos aquellos que hicieron posible de una u otra manera la culminación de
la presente investigación.*

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Ph.D.Dr.Hab. VICENTE MARINO CASTAÑEDA CHÁVEZ

RECTOR

Dr. ROBERTO JOSÉ NERVI CHACÓN

VICERRECTOR ACADÉMICO

Dr. EVER SALOMÉ LÁZARO BAZÁN

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR Y CO-ASESOR


Los docentes de la UNTRM que suscribe, hace constar que ha asesorado el proyecto y la realización de la tesis titulada “FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO DE ALTO CONTENIDO PROTEICO PARA NIÑOS EN EDAD ESCOLAR; A BASE DE HARINA DE HONGOS MICORRÍDICOS (*Boletus luteus*), HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*), Y HARINA DE CHOCHOCA (*Zea mays*)”, presentado por las bachilleres Heicer Villegas Marín y Justo Mendoza Cachay, egresados de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la UNTRM, dando el visto bueno a la presente tesis.

Se expide la presente, a solicitud de los interesados para los fines que se estimen convenientes.



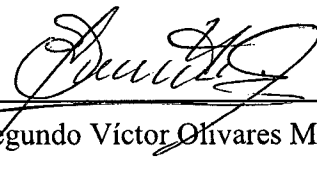
MsC. Armstrong Barnard Fernández Jeri

Asesor



MsC. Elías Torres Armas.

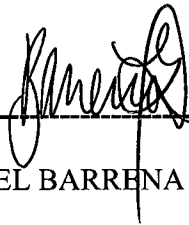
Co-Asesor




Ing. Segundo Víctor Olivares Muñoz

Co-Asesor

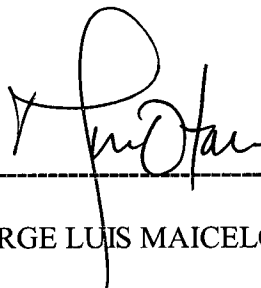
JURADO CALIFICADOR



Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN
PRESIDENTE



Ing. ERICK ALDO AUQUÍÑIVIN SILVA
SECRETARIO



Ing. MsC. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
VOCAL

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
VISTO BUENO DEL ASESOR Y CO-ASESOR	iv
JURADO CALIFICADOR	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiv
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>).	3
1.1.1. Descripción general.	3
1.1.2. Composición química.	4
1.1.3. Valor nutritivo.	5
1.1.4. Alcaloides del chocho.	6
1.2. El maíz (<i>Zea mays</i>).	7
1.2.1. Descripción general.	7
1.2.2. Composición química.	8
1.3. Hongos micorrízicos comestible (<i>Boletus luteus</i> , <i>Suillus luteus</i>).	9
1.3.1. Distribución.	9
1.3.2. Importancia en la alimentación del hombre.	10
II.- MATERIAL Y MÉTODOS	12
2.1. Materia Prima.	12
2.2. Procedimiento experimental.	12
2.3. Análisis estadístico de los resultados.	25
III.- RESULTADOS	
3.1. Contenido de proteína del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	31

3.2. Contenido de fibra del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	32
3.3. Contenido de ceniza del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	33
3.4. Contenido de grasa del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	34
3.5. Contenido de humedad del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	35
3.6. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	36
3.7. Prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en niños en edad escolar.	39
3.8. Análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	40
IV.- DISCUSIÓN	41
V.- CONCLUSIONES	48
VI.- RECOMENDACIONES	49
VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A	
Análisis fisicoquímico de cada uno de los tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	59
ANEXO B	
Análisis de datos para la evaluación sensorial cuantitativo descriptivo del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	65
ANEXO C	
Análisis de datos para prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	70
ANEXO D	
Análisis de datos para el análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química del chocho (g/100g).	5
Tabla 2. Composición química proximal de las partes fundamentales del grano de maíz.	9
Tabla 3. Composición química de algunos granos andinos (contenido por 100g de porción comestible).	9
Tabla 4. Valor nutricional del hongo <i>Boletus luteus</i> : hongo comestible de Marayhuaca- Perú.	10
Tabla 5. Restricciones propuestas (supuestos) para los componentes (harinas) en la formulación de los tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	26
Tabla 6. Diseño experimental de “Vértices Extremos” para la elaboración de un suplemento alimenticio con alto contenido proteico para niños en edad escolar.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de hongos micorrícicos comestibles.	15
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de chochoca.	17
Figura 3. Diagrama de flujo para la obtención de harina chocho.	20
Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	22
Figura 5. Valores promedio del porcentaje de proteína del suplemento alimenticio formulado.	31
Figura 6. Valores promedio del porcentaje de fibra obtenido de los tratamientos del suplemento alimenticio formulado.	32
Figura 7. Valores promedio del porcentaje de cenizas obtenido de los tratamientos del suplemento formulado.	33
Figura 8. Valores promedio del porcentaje de grasa obtenido de los tratamientos del suplemento formulado.	34
Figura 9. Valores promedio del porcentaje de humedad obtenido de los tratamientos del suplemento alimenticio de alto contenido proteico.	35
Figura 10. Valores promedio de la puntuación total por los panelistas, para los tratamientos con mayor contenido en proteína; del suplemento alimenticio formulado.	36
Figura 11. Valores promedio de la característica sensorial color en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	37
Figura 12. Valores promedio de la característica sensorial olor en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	37
Figura 13. Valores promedio de la característica sensorial textura en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	38

Figura 14. Valores promedio de la característica sensorial sabor en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	38
Figura 15. Representación de la prueba de aceptación en niños de 6 - 10 años y frecuencia con la que se calificaron a los tratamientos T4 y T5, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	39
Figura 16. Representación de los valores del análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.	40

RESUMEN

La presente investigación consistió en la formulación, caracterización fisicoquímica, microbiológica, evaluación sensorial y prueba de aceptación, de un suplemento alimenticio con alto contenido proteico destinado a niños en edad escolar (6-10 años de edad), a base de harina de hongos micorrícicos (*Boletus luteus*), harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y harina de chochoca (*Zea mays*). La metodología empleada consistió en el desamargor de los granos de chocho, recolección de hongos micorrícicos y secado de las materias primas, esto se realizó en un secador de bandejas con aire forzado, por una T°40- 45°C, por un periodo de 5-6h, se molieron los hongos secos, granos de chochoca y chocho, para obtener las harinas, luego tamizarlas en un tamiz de malla N° 50 y mezclarlas. Para la formulación de cada uno de los tratamientos se tuvo en consideración el diseño estadístico de Vértices Extremos, concentración en porcentaje de cada una de las harinas y se realizó el análisis fisicoquímico en el cual se obtuvo los siguientes valores: Los porcentajes de proteína fueron en T1:24,067; T2:23,3; T3:23,6; T4:27,267 y T5:25,633. El porcentaje de fibra obtenida fue en T1:0,332; T2:0,258; T3:0,307; T4:0,413 y T5:0,350. El porcentaje de cenizas fue en T1:3,3; T2:2,540; T3:2,273; T4:2,520 y T5:2,29. El porcentaje de grasa obtenido fue en T1:11,267 ; T2:12,8; T3:16,233; T4:22,8 y T5:20,133. El análisis microbiológico, recuento de mohos y levaduras en los tratamientos estudiados fue menor a 10ufc/g. A los tratamiento con mayor contenido en proteína, T4 y T5, en su presentación como una crema tipo papilla, se le hizo un análisis sensorial cuantitativo descriptivo de cuatro características sensoriales: color, olor, textura, sabor y prueba de aceptación en niños en edad escolar. Para el análisis de los datos se empleó un DBCA con 12 panelistas semi-entrenados: estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial y para la prueba de aceptación se usó 15 jueces: niños en edad escolar. Para el procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico Statgrapichs plus 5.1. Los

resultados mostraron que la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, el T5 calificó con mayores puntuaciones para todas las características sensoriales y para la prueba de aceptación el T4, con 17%, de harina de hongos micorrícicos, 39% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, calificó con mayor frecuencia como delicioso.

Palabras claves: Suplemento alimenticio de alto contenido proteico; harinas (*Boletus luteus*, *Lupinus mutabilis* y *Zea mays*), niños en edad escolar.

ABSTRACT

The following investigation aimed at formulation, physicochemical characterization, and microbiologic, sensorial evaluation and proves of acceptation of food supplement with high proteins contents employee to children from primary school (6-10 years old), made of micorrizicos fungus flour (*Boletus luteus*), chocho flour (a kind of Peruvian grain) (*Lupinus mutabilis*) and chochoca flour (a kind of Peruvian grain) (*Zea mays*). The methodology used consist in take out the bitter of the chocho grain (a kind of Peruvian grain), micorrizicos fungus collecting and the raw material dried, this was realized in a plate dryer with air compel, by a T°40- 45°C, by a time of 5-6hours, then the dry fungus, chochoca grain (a kind of Peruvian grain) and chocho (a kind of Peruvian grain) were grinded, to get the flour, then sieve them in a sieve made of mesh N°50 and mixed up. To do each one of these treatments we used the Extreme Vertices statistic design, concentration in the percentage of each flour and then we realized the physicochemical analysis where we get the following values: the proteins percentage were T1:24,067; T2:23,3; T3:23,6; T4:27,267 y T5:25,633. The fiber percentage was T1:0,332; T2:0,258; T3:0,307; T4:0,413 and T5:0,350. The ashes percentages were T1:3, 3; T2:2,540; T3:2,273; T4:2,520 and T5:2, 29. The fat percentage was T1:11,267; T2:12, 8; T3:16,233; T4:22, 8 and T5:20,133. The microbiological analyzes in the treatment studied of mould and yeast was less than 10ufc/g. To the treatment with high protein content T4 y T5 in its presentation as baby food, we made it a sensorial quantitative descriptive analysis of four sensorial characteristics: color, smell, flavor, and acceptation prove in children at the age of primary school. To data processing we used a DBCA with 12 people semi trained: students from the Agro industrial Engineering Academicals School and to the acceptation prove we used 15 judges: children at the age of primary school. To data processing we used the stat graphic plus statistic design 5.1. The results proved that the sensorial

evaluation of the food supplement with high proteins content T5 qualified with one of the highest punctuations to all the sensorial characteristics and for the acceptance prove T4, with 17% of micorrizicos fungus flour, 39% chochoca flour and 44% chocho flour, qualified with a high frequency as delicious.

KEY WORDS: food supplement with a high proteins content; flour (*Boletus luteus*, *Lupinus mutabilis* and *Zea mays*), children at the age of primary school.

I. INTRODUCCIÓN

Las deficiencias nutricionales encontradas principalmente en la población de los países en vías de desarrollo es un problema planteado desde las entidades gubernamentales. The Food and Drug Administration (FDA), tradicionalmente considera a los suplementos nutricionales o alimenticios (como también se conocen en el mercado), como un producto compuesto por vitaminas, minerales o proteínas con el fin de proveer nutrientes que pueden encontrarse en bajos niveles en la dieta diaria debido a los malos hábitos alimenticios.

En el año 2006 la FDA estimó que los ciudadanos americanos gastan más de 8,5 billones de dólares al año en suplementos nutricionales y el mercado mundial está estimado en 60 billones de dólares; la mayoría de consumidores (74%) concuerdan en que el gobierno deberá prestar una mayor atención al control de los suplementos para garantizar su seguridad y eficacia (Contreras, 2009).

En el Perú, la desnutrición afecta principalmente a los niños durante los 3 primeros años de vida, sentenciándolos a una serie de secuelas para el futuro, pues está científicamente comprobado que la desnutrición en este período afecta negativamente el crecimiento y desarrollo intelectual y, en casos extremos, puede ser causa de muerte.

Diversos estudios demuestran que la principal causa de la desnutrición infantil es un consumo inadecuado de alimentos, que condiciona al organismo a adquirir enfermedades infecciosas y parasitosis. Sin embargo, tanto la ingestión inadecuada de nutrientes, como la alta incidencia de enfermedades, tienen sus raíces en la pobreza, que conlleva a falta de acceso a los servicios sanitarios, ausencia de servicios de salud

en forma efectiva y equitativa, falta de información sobre los alimentos (ENCA, 2003).

Un inadecuado consumo de alimentos se refleja en el estado nutricional de los niños, condicionando retardo en su crecimiento (desnutrición crónica) y causando una alta prevalencia de anemia por deficiencia de hierro. En el caso peruano, el 25% de los niños menores de 5 años sufre desnutrición crónica y el 50% padece anemia. La anemia y otras deficiencias nutricionales ocasionan un bajo rendimiento escolar, lo que repercute en la capacidad del adulto para tener una vida productiva y saludable (Haas y Brownlie, 2001).

La búsqueda de nuevas alternativas de alimentación saludable, que contribuya a superar la mala nutrición y disminuir esta epidemia social de la población nutricionalmente vulnerable, consiste en hacer llegar suplementos alimenticios de alto valor proteico, bajo costo y que en lo posible satisfaga sus hábitos de consumo.

Durante los últimos años, el consumo de hongos comestibles se ha incrementado en forma importante (Villarreal, 1995), principalmente en los países desarrollados, como consecuencia del aumento de calidad de vida, la mayor concientización en nuestro entorno y la degustación de nuevos alimentos. Todo ello, unido al incremento de los conocimientos biotecnológicos, que permite ofertar cada día un abanico mayor de especies de hongos, de mayor calidad y con independencia de las condiciones climatológicas; además, numerosos hongos comestibles cultivados se destacan por sus propiedades nutricionales y medicinales. Al analizar las cualidades nutritivas de los hongos comestibles, se concluye que estos son un alimento de futuro, ya que contienen muy bajas cantidades de grasa, con un alto contenido relativo en ácidos grasos poliinsaturados, presentan elevada cantidad de sales minerales y una cantidad

apreciable de proteínas (20-35 % en peso seco) que contienen todos los aminoácidos esenciales y especialmente ricos en lisina y leucina (que generalmente faltan en la mayoría de los cereales básicos) y vitaminas del complejo B (B1, B2, B12), entre otras (Ruiz, 2009).

La región Amazonas cuenta con importantes recursos naturales destinados a la alimentación, pero por diferentes razones no son aprovechados adecuadamente, situación que da origen a un estado de deficiencia (escasa nutrición calórica - proteica) nutricional, siendo la población infantil la más perjudicada, derivado de una insuficiente ingestión de nutrientes mayores, como son proteínas, carbohidratos y grasas; y en ese contexto del estado nutricional de los grupos más vulnerables, como son los niños, ancianos y madres gestantes en los estratos económicos menos favorecidos.

1.1. El chocho (*Lupinus mutabilis*)

1.1.1. Descripción general

Es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico en cantidades apreciables de 100 kg/ha, restituyendo la fertilidad del suelo. Se cultiva en el área andina desde épocas preincaicas. Se desarrolla en valles templados y áreas altoandinas. Su cultivo se realiza en Ecuador, Perú, Bolivia hasta Chile y el noreste argentino, bajo distintos sistemas de producción (Mujica, 1992).

El chocho (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa almidonosa, sus granos se utiliza en la alimentación humana, conocido como chocho en el norte de Perú y Ecuador, Tarwi en el centro del Perú y tauri en el sur del Perú y Bolivia (chuchus en Cochabamba, Bolivia). Esta especie es pariente de los lupinos o altramuces originarios del viejo mundo que aún hoy son

cultivados en Europa mediterránea, especialmente en España e Italia, pero que tienen un número cromosómico diferente. El grano de chocho es rico en proteínas y grasas, su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasas y demás componentes es similar (Morón, 2005).

El cultivo del chocho en la sierra se localiza entre los 2800 a 3900 msnm. Correspondiendo aproximadamente el 20% del área sembrada en la sierra norte entre los departamentos de Cajamarca, La libertad y Amazonas; el 41% de la sierra central entre los departamentos de Ancash, Huánuco, y un mínimo porcentaje en Junín y el 39% en la sierra sur, en los departamentos de Cusco, Puno y Apurímac (Palacios *et al.*, 2004).

1.1.2. Composición química

El grano de chocho (*Lupinus mutabilis*) es rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería ser utilizado en la alimentación humana con mayor frecuencia, su contenido proteico es superior al de la soya por lo que son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Gross *et al.*, 1988). Existe una correlación positiva entre proteínas y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite, significa que cuantas más proteínas tenga, mayor será la cantidad de alcaloide, esto no ocurre con la grasa (Mujica y Sven, 2006).

Tabla 1. Composición química del chocho, soya y frijol (g/100g)

Componentes (%)	Chocho				Soya	Frijol
	Chocho	Semilla	Cotiledón (88,97%)	Tegumento (11,03%)		
Proteína	44,3	44,87	49,22	9,39	33,4	22
Grasa	16,5	13,91	15,38	2,20	16,4	1,6
Carbohidrato	28,2	27,12	27,08	27,5	35,5	60,8
Fibra	7,1	8,58	2,42	58,35	5,7	4,3
Ceniza	3,3	5,52	5,89	2,55	5,5	3,6
Humedad	7,7	9,63	9,67	10,79	9,2	12

Fuente: Mujica y Sven, (2006); Morón, (2005).

1.1.3. Valor nutritivo

Las semillas del chocho son excepcionalmente nutritivas, las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Gross et al. 1982).

En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35,5% de proteína, 16,9% de aceites, 7,65% de fibra cruda, 4,145% de cenizas y 35,77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite (Moraes, *et al.*, 2006).

El chocho no sólo es una importante fuente de proteínas (42,2% en el grano seco, 20% en el grano cocido y 44,5% en la harina), sino también de grasa, en el grano seco es de 16% y en la harina de 23% (Mujica, 1990).

Su alto contenido de proteínas y grasas, incluso mayores que los de la soja, lo hacen una planta de gran interés para la nutrición humana y animal. Los principales ácidos grasos presentes en el grano de chocho son: palmítico

(13%), oleico (40%) y linoleico (37%), siendo éste último esencial para el ser humano (Mujica y Sven, 2006).

1.1.4. Alcaloides del chocho

El contenido de alcaloide del chocho, representa uno de los problemas para la obtención y rendimiento de concentrados y aislados proteicos, por ello es necesario realizar una buena elección del método de desamargado para minimizar las pérdidas de proteínas y demás componentes.

El grano de chocho crudo es amargo (alto contenido de lupinina, lupanidina, esparteína y otros), por lo tanto es inconfundible, no es apetecido por aves, rumiantes ni insectos; por ello para consumir los granos de chocho, el primer paso es el desamargado (Mujica y Sven, 2006).

Es natural la presencia de alcaloides en el chocho, son tóxicos y dan un sabor amargo a la semilla, es la razón por la que se ha priorizado el desarrollo de un proceso de desamargado en muchas investigaciones. Un análisis bastante completo de alcaloides de chocho ha sido realizado Tapia *et al.* (2006), el cual muestra gran variedad de alcaloides presentes según la variedad estudiada de lupino, destacándose la presencia de lipinina como el alcaloide más común.

El contenido de alcaloides en el chocho varía de 0,02 a 4,45% y en el follaje de 0,1 a 0,4%; los alcaloides reportados son los quinolizidínicos tales como: lupina, esparteína, 13-hidroxilupanina, 4-hidroxilupanina, isolupanina entre otros. Entre todos los indicados, los que se representan en mayor proporción son las lupininas (27-74%), estos alcaloides quinolizidínicos

amargos en la semilla del chocho son sustancias antinutritivas, que hasta el momento han sido mayor obstáculo para su utilización en la alimentación humana y animal, se reporta que las variedades mejoradas denominadas dulces tienen un contenido de alcaloides menor al 1,16% (Mori *et al.*, 2008).

1.2. El maíz (*Zea mays*)

1.2.1. Descripción general

El maíz es un cultivo muy importante en el Perú, especialmente de la producción agrícola campesina. En torno a él se organizan las tareas de los miembros de la familia y el sistema de cooperación y reciprocidad comunal, garantiza la alimentación de los miembros de la familia campesina y moldea la identidad social (Daza, 1986).

La producción de maíz no es la principal fuente de ingresos, pero constituye la base de la alimentación humana en la sierra, contribuyendo con el 20% de las calorías en las dietas. En la sierra peruana se produce mayormente maíz amiláceo (*Zea mays*), conocido mundialmente como “flour corn” o “soft corn”.

Dentro de esta clasificación, podemos incluir al maíz amiláceo amarillo y blanco, el cual puede ser encontrado en Cusco, Cajamarca, Junín, Ancash, Ecuador, Bolivia y en el norte de Argentina.

El maíz es el único cultivo en el país, que dentro de una política alimentaria de granos, podría abastecer en gran parte el consumo humano de cereales, puede cultivarse en las 3 regiones naturales del Perú, lo cual

obedece a su extraordinaria adaptabilidad, tradición del cultivo y fácil tecnología de producción (Repo, *et al.*, 1993).

El maíz se consume, como grano fresco (chocho) o como grano seco. Uno de los productos de mayor consumo es la harina de maíz amarillo amiláceo, conocida como “chochoca”, con la cual se prepara una sopa que, para el campesino constituye su desayuno diario o su plato de sopa de cada día. Manrique (1997), señala que el maíz ha constituido un alimento de base en el Perú prehispánico y entre las formas de consumir menciona al muti (maíz cocido en agua) que ahora se traduce a mote; tostado le llamaban cancha, que ahora se dice cancha; a medio cocer en agua y secado después al sol, le llamaban y aún le llaman “chochoca”.

El Instituto Nacional de Nutrición (1993), en su publicación “La Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú”, describe como alimento autóctono, entre otros, a la chochoca; se trata de una harina procedente de maíz en grano, semi-cocido en pequeña cantidad de agua por poco tiempo y luego secado al aire, es decir una harina precocida de maíz.

1.2.2. Composición química

El maíz proporciona sobre todo almidón. Los nutrientes más valiosos se concentran en el embrión: las proteínas, también se destacan las grasas que son de buena calidad y varias vitaminas y minerales, particularmente el caroteno (Vitamina A) y las vitaminas del grupo B (Tapia, 2006).

Tabla 2. Composición química proximal de las partes fundamentales del grano de maíz (en % de materia seca).

Componente químico	Pericarpio	Endospermo	Germen	Grano blanco	Grano amarillo
Proteínas	3,7	8,0	18,4	9,1	12,5
Extracto etéreo	1,0	0,8	33,2	4,2	5,6
Fibra cruda	86,7	2,7	8,8	1,7	2,7
Cenizas	0,8	0,3	10,5	1,3	1,6
Almidón	7,3	87,6	8,3	83,7	77,6
Azúcar	0,34	0,62	10,8		

Fuente: Watson, *et al.*, 1991.

Tabla 3. Composición química de algunos granos andinos (contenido por 100g de porción comestible).

Alimento	Energía Kcal.	Agua g	Proteína g	Grasa g	Fibra g	Calcio mg	Hierro mg	Vit. A mcg (equiv.)
Maíz choclo	132	67,3	3,3	0,8	1,5	8,0	0,8	
Maíz amarillo seco	332	17,2	8,4	1,1	3,8	6,0	1,7	2,0
Maíz mote	107	74,5	2,6	1,3	1,4	14	1,2	
Maíz chochoca	355	13,0	5,2	2,5	3,4	12	1,5	

Fuente: Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Sexta edición, 1993, Instituto Nacional de Nutrición y séptima edición, 1996, Instituto Nacional de Salud. Lima.

1.3. Hongo micorrízico comestible (*Boletus luteus*, *Suillus luteus*).

1.3.1. Distribución

Los hongos silvestres comestibles forman parte de lo que se ha denominado Productos Forestales No Maderables (PFNM). Varios millones de hogares en todo el mundo dependen de su recolección, como un aporte en su alimentación e ingresos. La FAO calcula que 80% de la población en países en desarrollo utiliza los PFNM, entre ellos los hongos para satisfacer sus necesidades nutricionales y de salud (FAO, 2007).

Su sombrero alcanza los 15-18 cm de diámetro, con la superficie viscosa de color café amarillento a café rojizo, pie cilíndrico de color claro, amarillo a café amarillento; la carne es blanca amarillenta, presenta un anillo membranoso blanco a café rojizo el cual se seca quedando unido al pie. La fructificación de esta especie se produce entre abril y junio y entre septiembre-noviembre (Parragué, 1986).

1.3.2. Importancia en la alimentación del hombre.

La importancia de los hongos en la alimentación humana reside en su valor dietético (bajo contenido en carbohidratos y grasas), significativo contenido de proteínas (de 20-40% del peso seco) y vitaminas, que los coloca por arriba de la mayoría de vegetales, frutas y verduras. Adicionalmente resultan ser complementos deliciosos en las comidas por sus propiedades organolépticas (Ardon, 2007).

1.3.3. Composición química del hongo *Boletus luteus*

Tabla 4. Valor nutricional del hongo *Boletus luteus*: hongo comestible de Marayhuaca- Perú.

Composición (Peso seco)	%
Proteínas total	20,32
Grasas	3,6
Carbohidratos	56,58
Ceniza	6,10

Fuente: Andina, 2010.

Por lo antes vertido es necesario rescatar las bondades de nuestros productos agrícolas así como de los productos forestales no maderables (hongos silvestres comestibles), propios de nuestra región; desarrollando tecnologías apropiadas para obtener mezclas vegetales, estables en la

conservación y de alto contenido proteico. En ese sentido la presente investigación tuvo como finalidad diseñar y aplicar una formulación de alto contenido proteico a base de harinas de hongos micorrícicos comestibles (*Boletus luteus*), chochoca (*Zea mays*) y harina de chocho (*Lupino mutabilis*), provenientes de la provincia de Luya-Amazonas para lograr una mezcla física en polvo que al adicionarle agua, se obtenga una crema tipo papilla destinada a niños de 6-10 años de edad.

Objetivo general

- Formular y evaluar un suplemento alimenticio con alto contenido proteico para niños en edad escolar; a base de harinas de hongos micorrícicos comestibles (*Boletus luteus*), harina de chocho (*Lupino mutabilis*) y chochoca (*Zea mays*).

Objetivos específicos

- Elaborar un suplemento alimenticio con alto contenido proteico a base de harina de hongos micorrícicos comestibles (*Boletus luteus*), harina de chocho (*Lupino mutabilis*) y harina de chochoca (*Zea mays*) y evaluarlo sensorialmente, en su presentación como crema tipo papilla.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, destinado a niños en edad escolar.
- Conocer los parámetros del proceso de secado de las materias primas hongos micorrícicos comestibles (*Boletus luteus*), chocho (*Lupino mutabilis*) y chochoca (*Zea mays*) para la obtención de la harina.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materia Prima

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó como materia prima chocho, chochoca y hongos comestibles, provenientes del distrito de Luya, Región Amazonas.

El secado de los granos de chocho, chochoca y hongos comestibles; análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, se realizó en el laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y laboratorio de Calidad Total de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

2.2. Procedimiento experimental

El procedimiento que se siguió para la elaboración del suplemento alimenticio con alto contenido proteico para niños en edad escolar de 6 a 10 años de edad, en el desarrollo de la presente investigación fue: Secado de la materia prima chocho, chochoca, hongos comestibles, molido independiente de cada uno de las materias primas, análisis fisicoquímico, microbiológico, elaboración del suplemento alimenticio para niños en edad escolar, análisis sensorial, de los tratamientos del alimento.

2.5.1. Obtención de harina de hongos micorrízicos comestibles.

La obtención de la harina de hongos micorrízicos comestibles se realizó siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 1.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Recolección. Los hongos fueron recolectados en estado joven, del bosque de pino (*Pino patula*) de Luya Viejo, cuando el sombrero tenía entre 10 y 12 cm de diámetro, los de mayor tamaño son inadecuados para el secado debido a la gran cantidad de agua que contienen (85-95% de humedad).

Limpieza y/o lavado. Se retiró la hojarasca, paja, hierba y se lavaron con la finalidad de quitar la tierra del hongo fresco.

Selección. Los hongos fueron seleccionados y clasificados de acuerdo a su apariencia física y morfológica, esto es, de acuerdo a su color, separándolos de los que no presentaban buena apariencia física.

Pesado I. Se pesó para determinar rendimientos.

Rebanado. Se cortó el extremo del pic y se desprendió la cutícula del sombrero. Retirada la cutícula, se procedió al rebanado que consistió en cortar al hongo fresco en rebanadas o tiras de 6 a 10 mm de espesor, aproximadamente.

Secado. Los hongos rebanados fueron secados en un secador de bandejas hasta alcanzar un contenido de humedad final del 10 al 12 % por un tiempo de 4 a 6 h.

Molienda. Los hongos fueron molidos en un molino marca CORONA de tornillo sin fin para reducir el tamaño de las rebanadas del hongo seco.

Tamizado. Se empleó un tamiz semi - industrial marca ZONYTEST, usando la malla N° 50. Para homogenizar el tamaño de partículas de la harina, que no debe exceder $212\mu\text{m}$.

Pesado 2. Se pesó la harina para determinar el rendimiento.

Envasado. El envasado de la harina de los hongos después del tamizado se realizó en bolsas de papel lupol, recubierto con bolsas de polietileno selladas, para evitar su rehidratación.

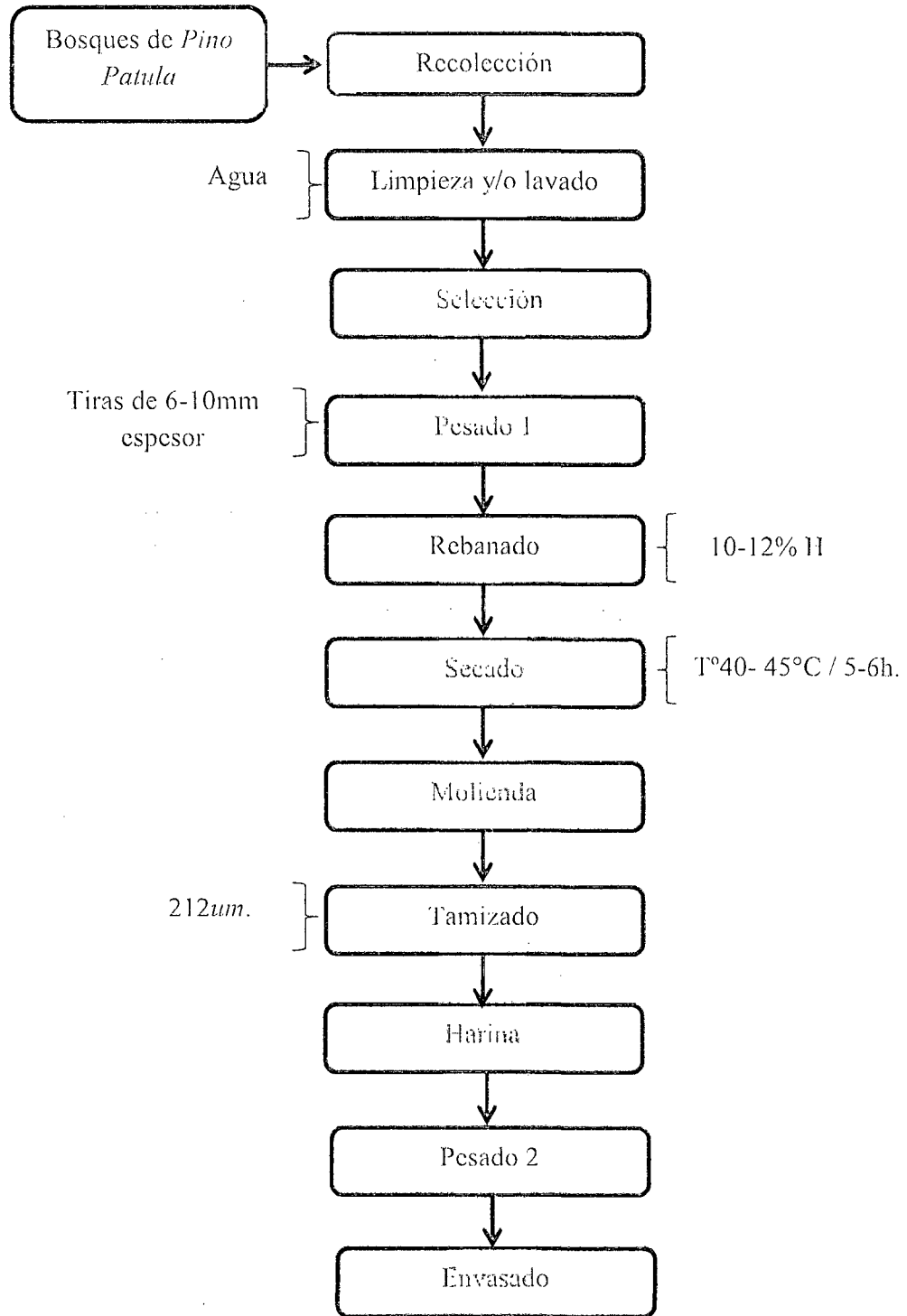


Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de harina de hongos micorrízicos comestibles.

Fuente: Adaptado de Orosco, *et al.*, 2011.

2.5.2. Obtención de la harina de chochoca.

La obtención de la harina de chochoca se realizó siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 2.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Granos de chochoca. Los granos de chochoca (*Zea mays*) fueron enteros.

Selección. Se seleccionaron los granos que presentaban características físicas y morfológicas homogéneas, libre de contaminantes.

Pesado 1. Se realizó con la finalidad de determinar el rendimiento.

Molido. Los granos de chochoca fueron molidos de forma manual en un molino de tornillo sinfín marca CORONA.

Tamizado. Se empleó un tamiz semi - industrial marca ZONYTEST malla N° 50, para separar las partículas de tamaño heterogéneo.

Pesado 2. Se procedió a pesar la harina para determinar el rendimiento.

Envasado. El envasado de la harina de chochoca se realizó en bolsas de papel lupol, recubierto con bolsas de polietileno selladas, para evitar su rehidratación.

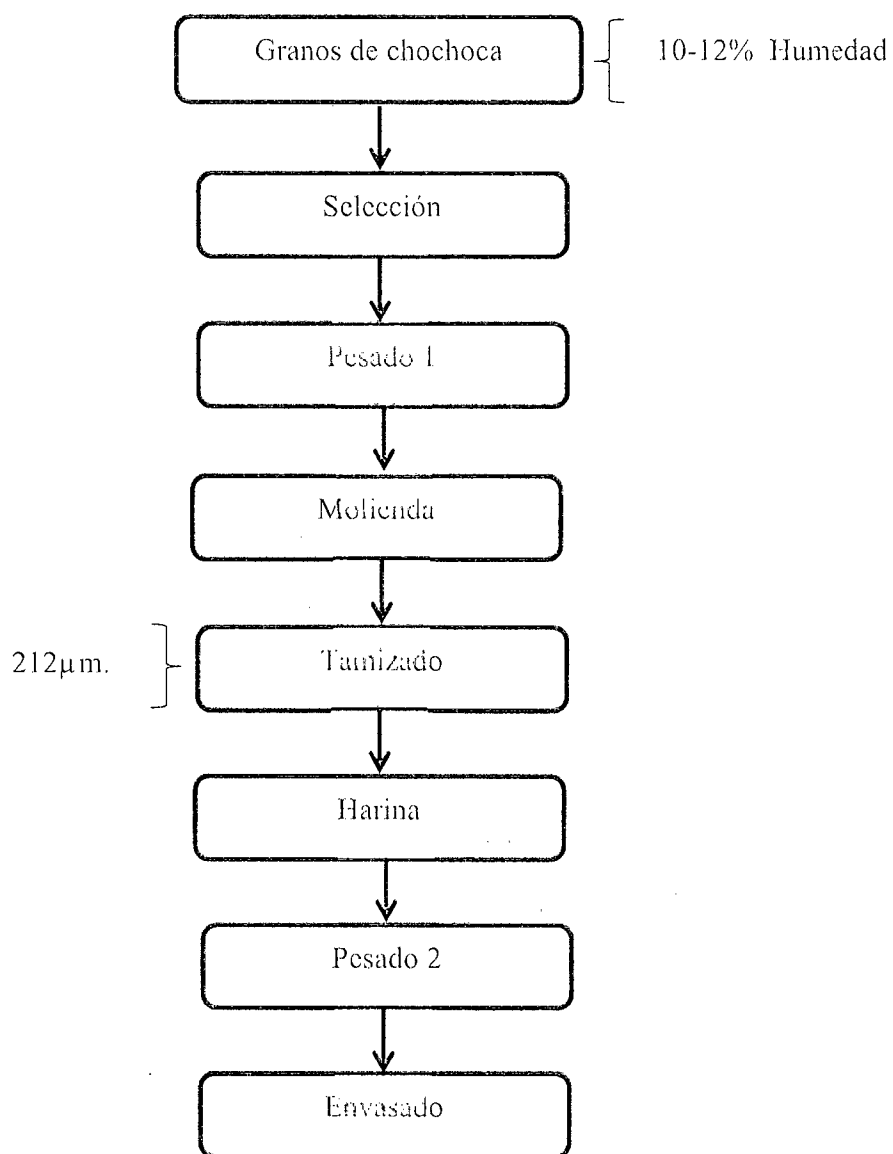


Figura 2: Diagrama de flujo para la obtención de harina de chochoca.

Fuente: Adaptado de productores de la comunidad de Luya Viejo, 2012.

2.5.3. Obtención de harina de chocho

La obtención de la harina de chocho se realizó siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 3.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Chocho. Los granos de chocho fueron enteros.

Selección y/o clasificación. Se seleccionaron teniendo en cuenta, características físicas y morfológicas homogéneas, separando las impurezas.

Pesado 1. Se realizó un pesado respectivo pesó los granos de chocho para determinar rendimientos.

Eliminación de alcaloides (eliminación del amargor del los granos de chocho). El grano de chocho crudo es amargo (alto contenido de esparteína, lupinina y otros). Para eliminar el amargor de los granos de chocho se siguió los siguientes pasos.

Paso 1. Se usó agua corriente y se remojo tres kilogramos de granos de chocho en un balde de 18 litros durante 12 horas.

Paso 2. Después del primer remojo los granos de chocho fueron cocidos durante una hora, realizando dos cambios sucesivos de agua cada 30 minutos, contados desde el momento que inicia a hervir.

Paso 3. Para eliminar por completo el sabor amargo de los granos del chocho después de la cocción, se escurre, enfría y se sumerge bajo agua corriente por 2-3 días.

Pesado 2. Se pesó para determinar la diferencia de peso.

Secado. Los granos de chocho libres de amargor fueron sometidos a un secado bajo corrientes de aire caliente en un secador de bandejas a temperaturas de 40-50°C. Hasta obtener un porcentaje de humedad del 10 al 12% (4- 6h).

Molido. Los granos de chocho seco fueron molidos en una máquina manual de tornillo sinfín.

Tamizado. Se empleará un tamiz semi - industrial marca ZONYTEST malla N° 50, para separar las partículas de tamaño heterogéneo.

Pesado 3. Se procedió a pesar la harina para determinar el rendimiento.

Envasado. La harina de chocho se envasó en bolsas de papel lupol, recubierto con bolsas de polietileno selladas, para evitar su rehidratación.

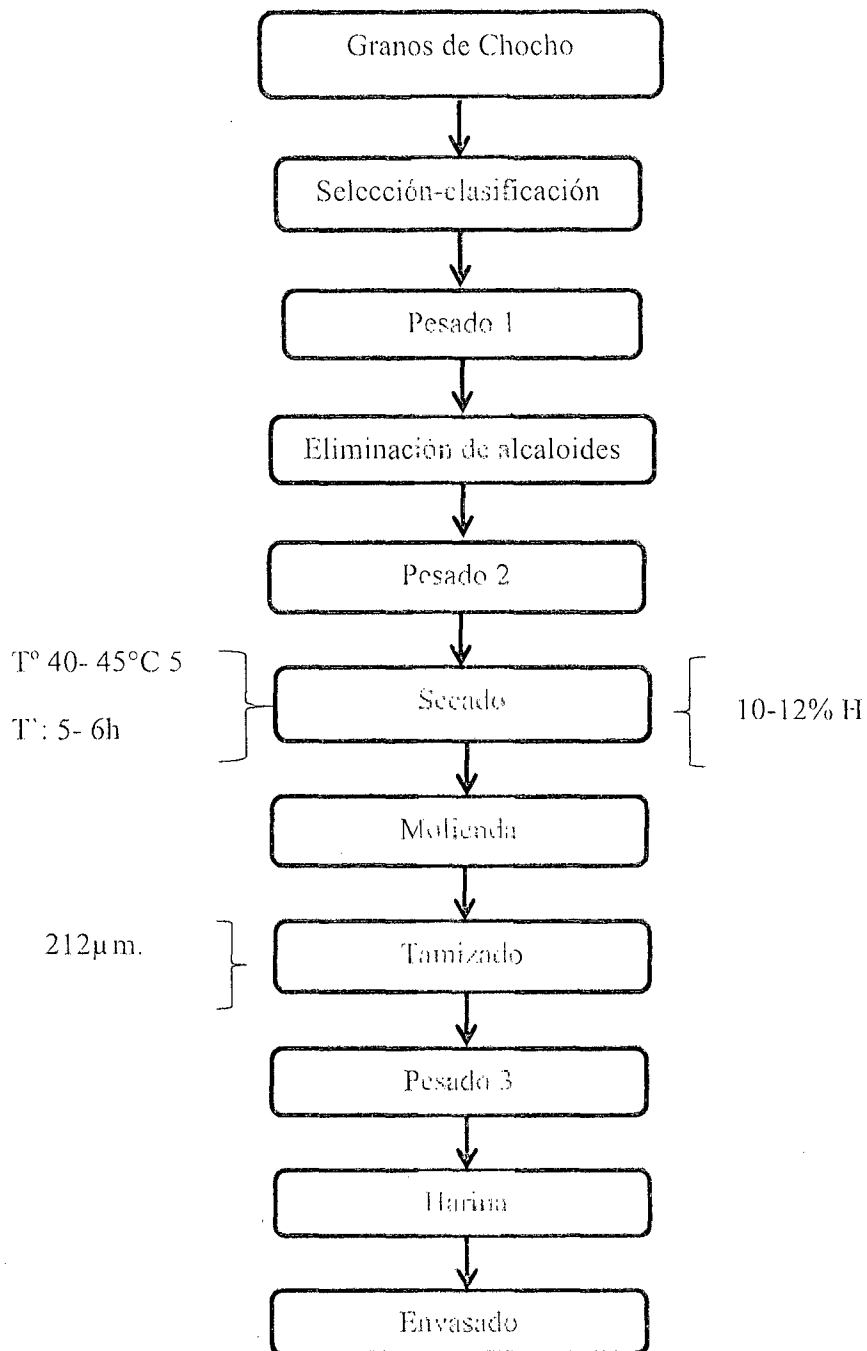


Figura 3: Diagrama de flujo para la obtención de harina chocho.

Fuente: Adaptado de Erazo *et al.*, 2008.

2.5.4. Elaboración del suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños en edad escolar

La elaboración del suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños en edad escolar se realizó siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 4.

Las actividades realizadas en cada etapa se describen a continuación:

Pesado. Las harinas de chocho, chochoca y hongos comestibles fueron pesadas de forma independiente, teniendo en cuenta una base de 100g, de acuerdo a los tratamientos establecidos.

Mezclado. Se procedió a mezclar las harinas de chocho, chochoca y hongos comestibles conjuntamente con el aditivo (azúcar) en bandejas de acero inoxidable fondo plano de capacidad 500g, realizando movimientos vibratorios, durante 2min.

Envasado. El envasado se realizó en bolsas multicapa de papel lupol, 34,5g de harina de alto contenido proteico en cada bolsa. Los envases fueron sellados con cinta adhesiva.

Almacenado. Los envases fueron almacenados en caja de cartón corrugado.

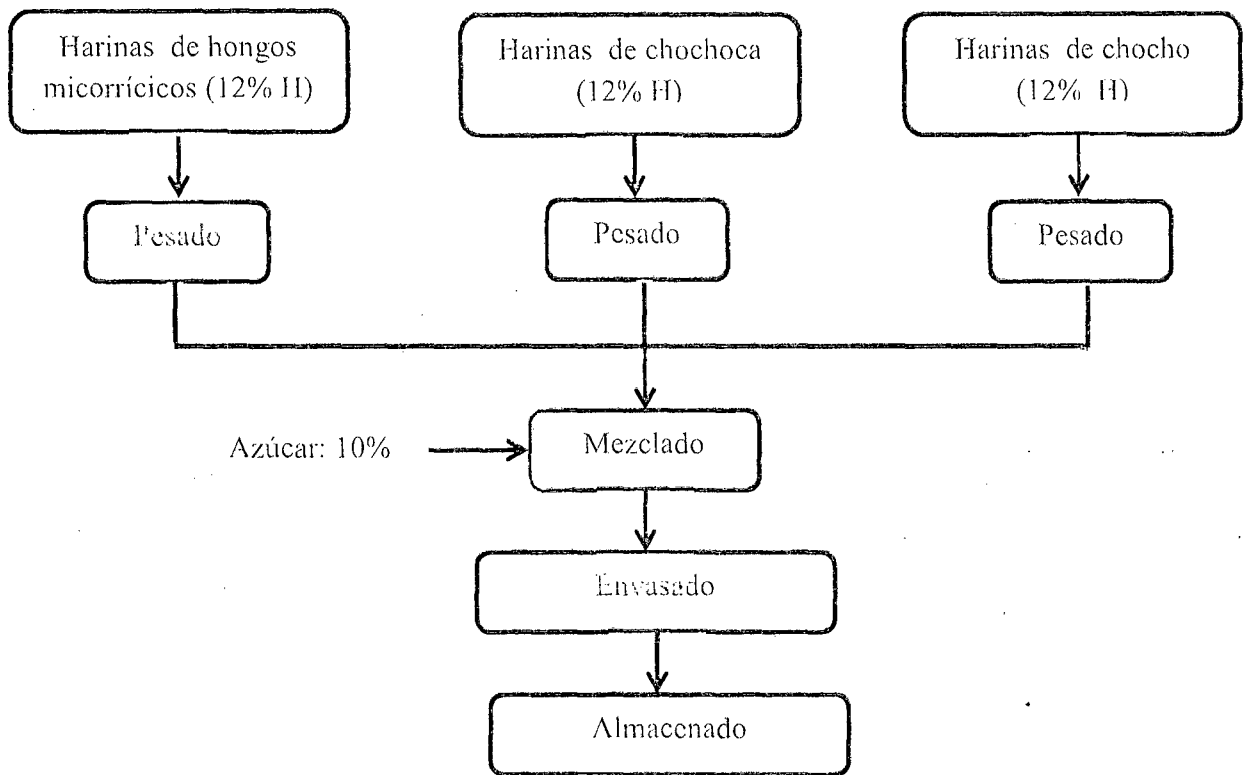


Figura 4: Diagrama de flujo para la elaboración del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

2.5.5. Evaluación sensorial de la crema tipo papilla con alto valor proteico

2.5.5.1. Preparación de las muestras para el análisis sensorial.

Suplemento alimenticio de alto contenido proteico (mezcla de harinas). Cada tratamiento estaba constituido por 90g de suplemento alimenticio de alto contenido proteico y 10g de azúcar.

Disolución. El suplemento alimenticio de alto contenido proteico (mezcla de harinas), se disolvió en 300mL de agua fría, realizando movimientos de agitación durante 2 minutos para evitar la formación de grumos.

Cocción. La mezcla disuelta se sometió a ebullición durante 5 minutos agitando constantemente en una olla de metal.

Degustación. Se realizó a través del análisis sensorial usando 12 panelistas semi - entrenados, y luego se realizó pruebas de aceptabilidad a niños de 6-10 años de edad.

2.5.5.2. Metodología para el análisis sensorial cuantitativo descriptivo del suplemento alimenticio de alto contenido proteico

Se usó el método de ensayo de análisis sensorial cuantitativo descriptivo (ACD), (Cerezal *et al.*, 2007), que permitió evaluar color, flavor (olor, sabor) y textura de la crema tipo papilla.

Se realizaron pruebas de aceptabilidad del suplemento alimenticio de alto contenido proteico en su presentación como crema tipo papilla y se realizó a través de una escala hedónica, usando 15 panelistas, niños de 6-10 años de edad.

2.5.6. Caracterización fisicoquímica del suplemento nutritivo de alto contenido proteico

Se realizó análisis por triplicado a cada uno de los tratamientos, suplemento nutritivo de alto contenido proteico.

2.5.6.1. Determinación del contenido de humedad

Se determinó por el método de secado automático en una balanza de humedad (Adam Equipment, 2004) a 121°C, hasta peso constante.

2.5.6.2. Determinación de proteína total

Se realizó en el laboratorio La Molina Calidad Total, Lima, el método utilizado fue: A.O.A.C 920.87 cap. 32 ed.18 pág. 14. Revisión 4, 2011-2005.

2.5.6.3. Determinación de cenizas

Se realizó por triplicado mediante el método de calcinación en mufla por 3 horas a 550°C. Norma AOAC 923.03 (1995).

2.5.6.4. Determinación del contenido de grasa

Se determinó por el método de Soxhlet (A.O.A.C., 1990).

2.5.6.5. Determinación del contenido de fibra.

Se realizó por triplicado mediante el método del equipo Fibersthet Trade Raypa.

2.5.7. Análisis microbiológico

Se realizaron análisis microbiológicos a los tratamientos del suplemento alimenticio de alto contenido proteico por triplicado.

2.5.7.1. Recuento de aerobios mesófilos

Recuentos de aerobios mesófilos viables, mohos y levaduras (Villaruel, 1998).

2.5.7.2. Recuento de mohos y levaduras

Recuento de mohos y levaduras. Método de la AOAC 997.02 (18ª Ed.)

2.3. Análisis estadístico de los resultados

2.3.1. Análisis estadístico para la formulación de los tratamientos del suplemento alimenticio de alto contenido proteico

Las formulaciones de cada uno de los tratamientos en la presente investigación fue de acuerdo al diseño de “**Vértices Extremos**” (experimento con mezclas) (Montgomery, 2004). La tabla 5 presenta las restricciones propuestas (supuestos) para los componentes de la mezcla (% de harina de hongos micorrízicos comestibles, % de harina de chochoca y % de de harina chocho). Las restricciones supuestas se han realizado teniendo en cuenta que el suplemento alimenticio con alto contenido proteico que aporte un 75-95% de proteína en la dieta de niños de 6-10 años de edad en dos raciones por día. En ese sentido el suplemento alimenticio con alto contenido proteico fue conformado por 90 g y 10 g de azúcar (valor que será constante en todos los tratamientos), haciendo un total de 100 g que será el suplemento alimenticio de alto contenido

proteico. Cabe mencionar que la función del aditivo a utilizar: azúcar, cumple la función solamente de mejorar el sabor del suplemento alimenticio de alto contenido proteico.

Tabla 5. Restricciones propuestas (supuestos) para los componentes (harinas) en la formulación de los tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Componente	Variable	Restricción propuesta (base seca)
Harina de hongos micorrízicos comestibles (HHMC).	X_1	$6\% \leq X_1 \leq 28\%$
Harina de chochoca (HCHC)	X_2	$39\% \leq X_2 \leq 56\%$
Harina de chocho (HCH)	X_3	$33\% \leq X_3 \leq 44\%$
Azúcar blanca (AB)	X_4	$X_4 = 10\%$

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Las proporciones de los componentes ($X_1 = \text{HHMC}$, $X_2 = \text{HCHC}$, $X_3 = \text{HCH}$ y $X_4 = \text{AB}$) se expresaron como fracciones de la mezcla, siendo siempre 100% la suma ($X_1 + X_2 + X_3 + X_4$) de las proporciones de los componentes.

El diseño experimental de “Vértices Extremos”, estudió los efectos de 3 componentes en 11 ejecuciones.

Tabla 6. Diseño experimental de “Vértices Extremos” para la elaboración de un suplemento alimenticio con alto contenido proteico para niños en edad escolar.

Corridas	% de los componentes de la mezcla del suplemento alimenticio			Variable respuesta
	HHMC (X_1)	HCHC (X_2)	HCH (X_3)	% de proteína del suplemento alimenticio
1	0,28	0,39	0,33	23,9
2	0,11	0,56	0,33	23,33
3	0,06	0,56	0,38	23,58
4	0,17	0,39	0,44	27,253
5	0,06	0,5	0,44	25,542
6	0,28	0,39	0,33	24,2
7	0,11	0,56	0,33	23,27
8	0,06	0,56	0,38	23,62
9	0,17	0,39	0,44	27,281
10	0,06	0,5	0,44	25,724
11	0,28	0,39	0,33	24,1

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico hecho a base de hongos comestibles, chochoca y chocho, se empleó el experimento con mezclas: “Vértices Extremos”, donde: la composición del suplemento alimenticio de alto contenido proteico (% de harina de hongos comestibles, % de harina de chochoca, % de harina de chocho). Los niveles no son independientes. Variable respuesta: Contenido de proteína del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Los resultados experimentales se procesaron con el software estadístico Statgraphics.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó al suplemento alimenticio con mayor contenido de proteína.

T4 = 17% harina de hongos + 39% harina de chochoca + 44% harina de chocho

T5 = 6% harina de hongos + 50% harina de chochoca + 44% harina de chocho

Análisis de datos para la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

Para el análisis de los datos de la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en base a hongos comestibles, chochoca y chocho, se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA); cuyos tratamientos estuvieron constituidos por las formulaciones de harina de hongos comestibles, chochoca y chocho con 12 panelistas semi - entrenados. Variable respuesta: Características sensoriales, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico; usando el método de análisis sensorial cuantitativo descriptivo (Cerezal *et al.*, 2007).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijkl} : Características sensoriales del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento en la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

β_j : Efecto del j-ésimo bloque en la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

ε_{ij} : Error experimental en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque en la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Comparaciones múltiples

Las comparaciones de medias de los tratamientos evaluados dentro del análisis sensorial, fueron realizadas mediante la prueba Tukey con un nivel de significancia del 0,05.

Prueba de aceptación

La prueba de aceptación, se realizó al suplemento alimenticio con alto contenido proteico, en su presentación como crema tipo papilla con mayor contenido de proteína:

T4 = 17% harina de hongos + 39% harina de chochoca + 44% harina de chocho

T5 = 6% harina de hongos + 50% harina de chochoca + 44% harina de chocho

Análisis de datos para la prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

Para el análisis de los datos de la prueba de aceptación, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en base a hongos comestibles, chochoca y chocho, se empleó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA); cuyos tratamientos estuvieron constituidos por las formulaciones de harina de hongos comestibles, chochoca y chocho con 15 panelistas (niños en edad escolar) semi - entrenados. Variable respuesta: Aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico; usando el método de prueba hedónica usando de las caritas sonrientes (Eliás, 1968).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijkl} : Aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento en la prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

β_j : Efecto del j-ésimo bloque en la prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

ε_{ij} : Error experimental en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque en la prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

III. RESULTADOS

3.1. Contenido de proteína del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

En la Figura 5, se muestra el comportamiento del porcentaje de proteína de los tratamientos, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, encontrándose con mayor contenido de proteína el T4 con concentraciones de 17% harina de hongos, 39% harina de chochoca y 44% harina de chocho.

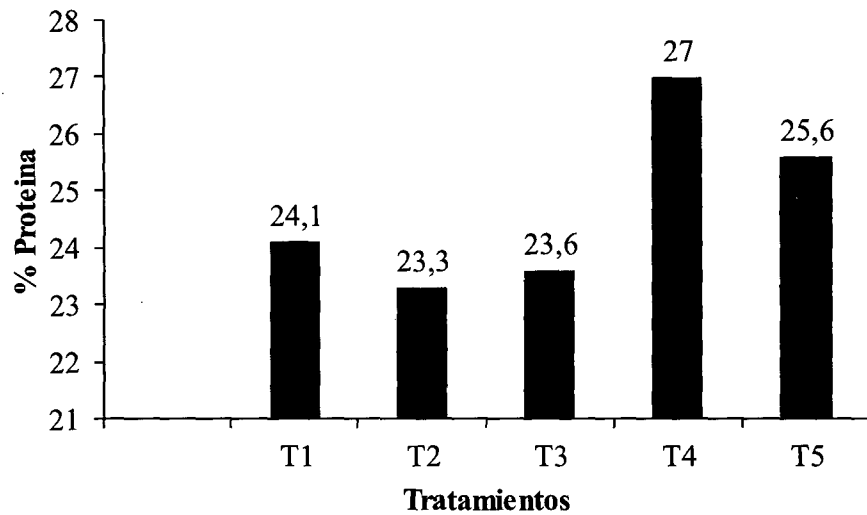


Figura 5. Valores promedio del porcentaje de proteína del suplemento alimenticio formulado.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.2. Contenido de fibra del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

El porcentaje de fibra se muestra en la Tabla A.4, (anexo) y Figura 6, donde se muestra que el T4 tiene mayor contenido de fibra, seguido del T5.

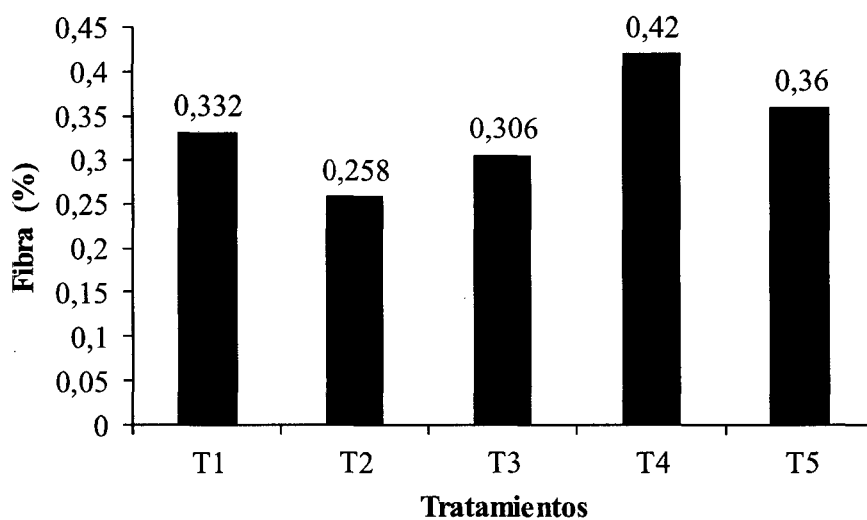


Figura 6. Valores promedio del porcentaje de fibra obtenido de los tratamientos del suplemento alimenticio formulado.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.3. Contenido de ceniza del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

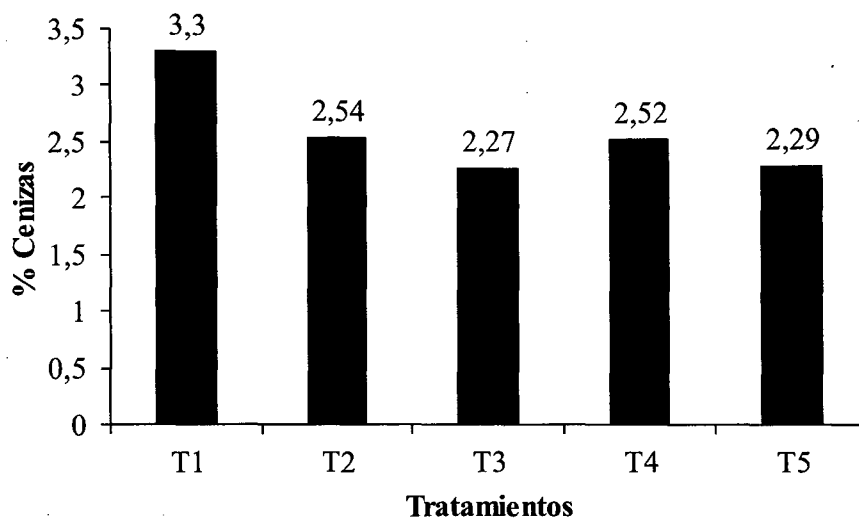


Figura 7. Valores promedio del porcentaje de cenizas obtenido de los tratamientos del suplemento formulado.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.4. Contenido de grasa del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

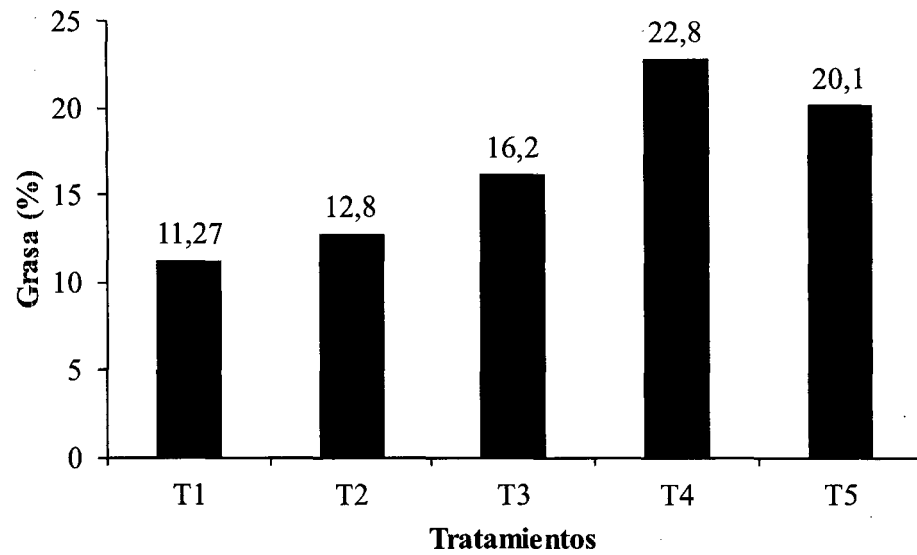


Figura 8. Valores promedio del porcentaje de grasa obtenido de los tratamientos del suplemento formulado.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.5. Contenido de humedad del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

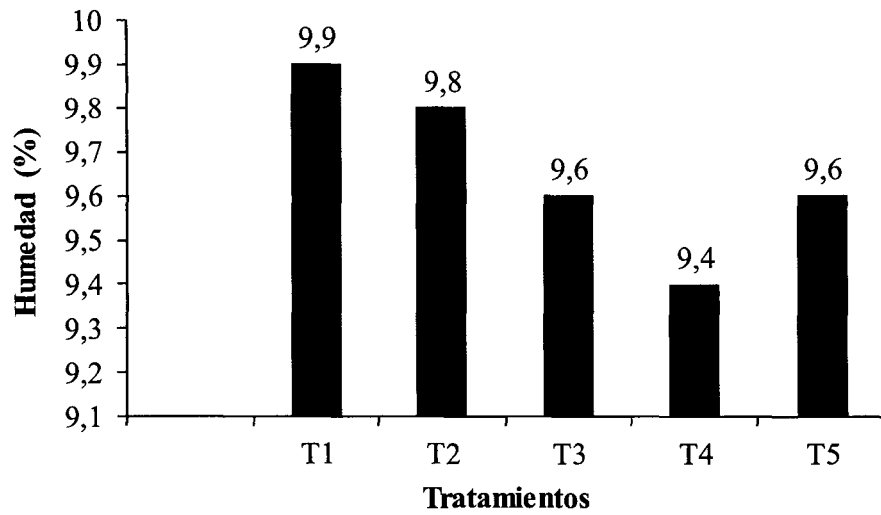


Figura 9. Valores promedio del porcentaje de humedad obtenido de los tratamientos del suplemento alimenticio de alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.6. Análisis sensorial cuantitativo descriptivo del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

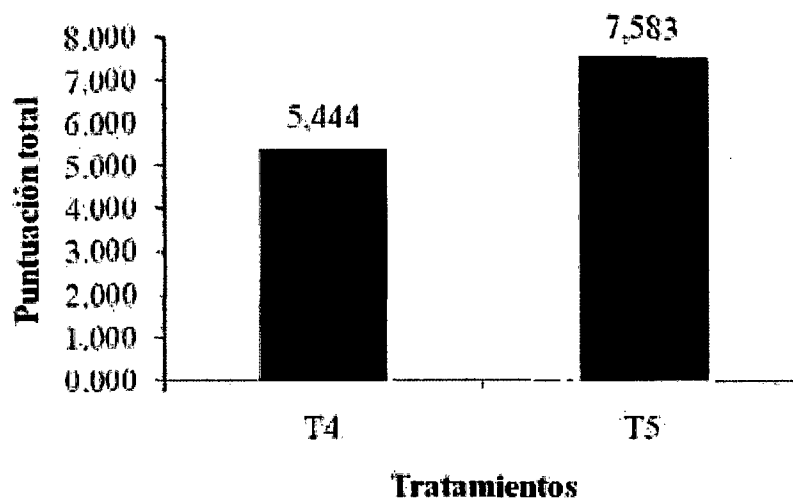


Figura 10. Valores promedio de la puntuación total por los panelistas, para los tratamientos con mayor contenido en proteína; del suplemento alimenticio formulado.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Representación gráfica de cada una de las características evaluadas en el análisis sensorial cuantitativo descriptivo para los tratamientos con mayor contenido de proteína, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

3.6.1. Color

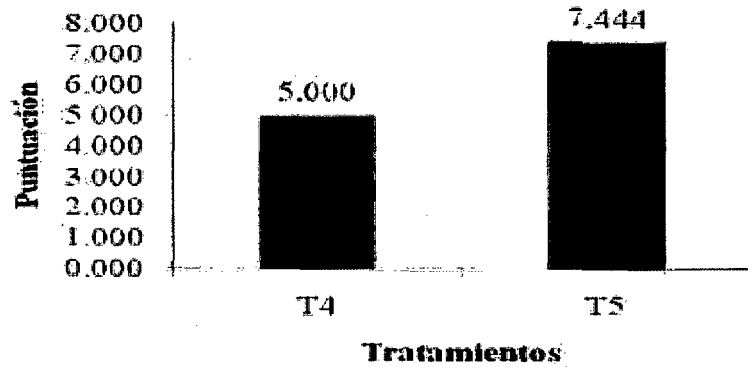


Figura 11. Valores promedio de la característica sensorial color en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.6.2. Olor

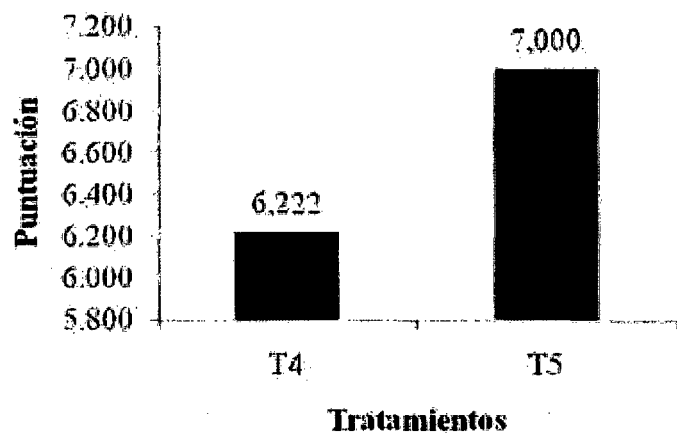


Figura 12. Valores promedio de la característica sensorial olor en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.6.3. Textura

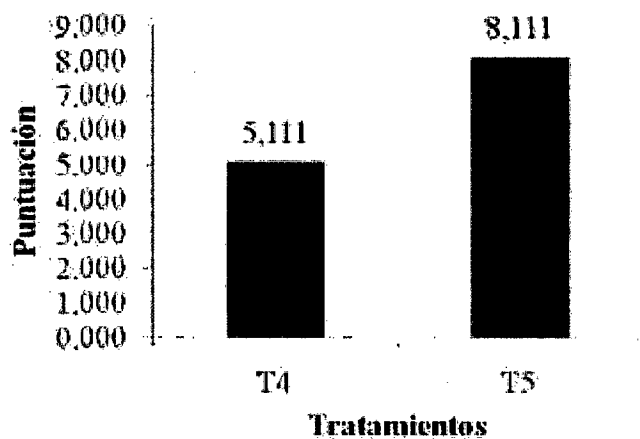


Figura 13. Valores promedio de la característica sensorial textura en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.6.4. Sabor

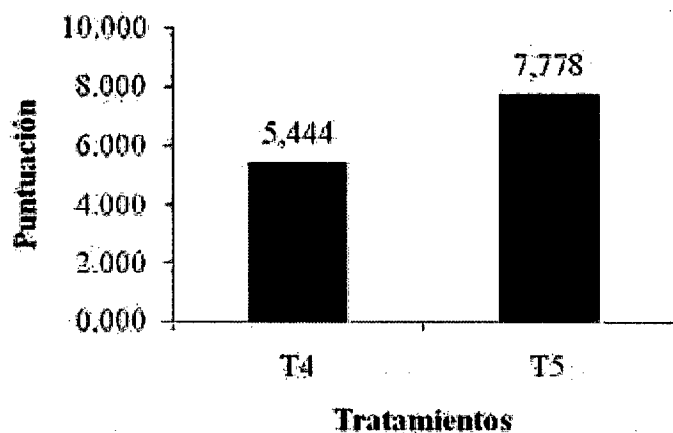


Figura 14. Valores promedio de la característica sensorial sabor en función de la puntuación de los panelistas, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.7. Prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico en niños en edad escolar de 6 a 10 años de edad

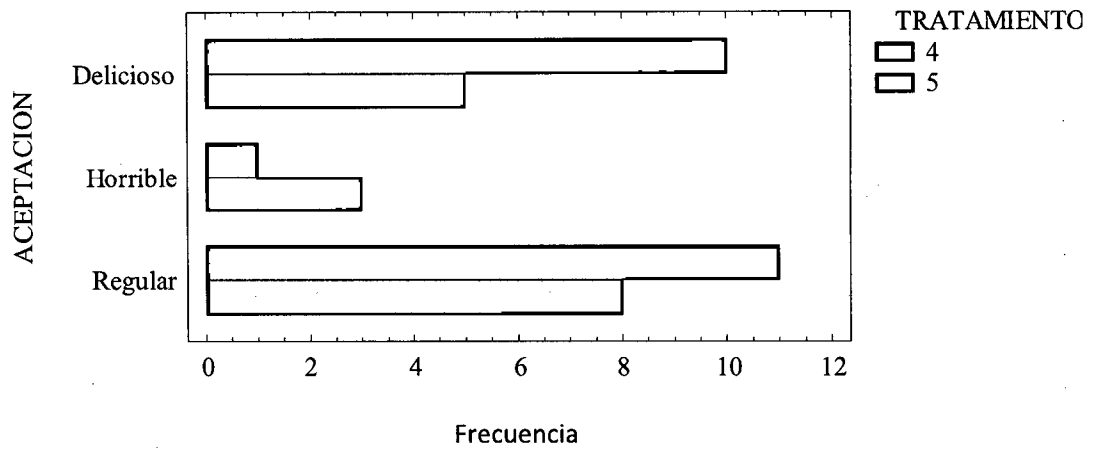


Figura 15. Representación de la prueba de aceptación en niños de 5 - 10 años y frecuencia con la que se calificaron a los tratamientos T4 y T5, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.8. Análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico

3.8.1. Recuento de aerobios mesófilos

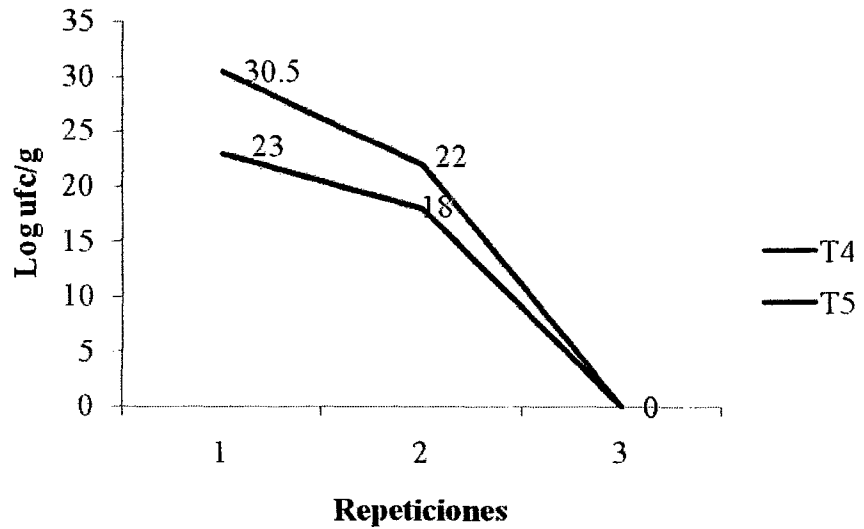


Figura 16. Representación de los valores del análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

3.8.2. Recuento de mohos y levaduras

El recuento de mohos y levaduras en ambos tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico fue menor a 10ufc.

3.8.3. Representación de los valores de microorganismos analizados

Microorganismo	UFC/g	
	T4	T5
Mohos y levaduras	Ausencia	Ausencia
Aerobios mesófilos	30×10^4	23×10^4

Fuente: Elaboración propia, 2012.

IV. DISCUSIÓN

La Tabla A.1, (anexo), y Figura 5, nos muestran que los tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, que fueron formulados con 28%, 11% y 6%, de harina de hongos micorrícicos; 39%, 56% y 56% de harina de chochoca y 33% 33% y 38% de harina de chocho. Tienen menor contenido de proteína, así para T1: 24,067%, T2: 23,3% y T3: 23,6% respecto a T4: 27,267% y T5: 25,633% de proteína. La composición para T4 fue 17% de harina de hongos micorrícicos, 39% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, y para T5 fue 6% de harina de hongos micorrícicos, 50% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho. La concentración de % de harina de chocho en cada tratamiento es el que determina el contenido de proteína en el suplemento alimenticio con alto contenido proteico: materia prima que contiene mayor % de proteína 44,3% (Mujica y Sven, 2006; Morón, 2005), los tratamientos que fueron formulados con alta concentración de harina de chochoca fueron los que obtuvieron menor contenido de proteína.

Ayala *et al.*, (2007), elaboró un suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2- 5 años, desarrolló de la formulación y aceptabilidad a partir de una mezcla de harina de lupino y quinua. Reportó un valor de 22,14% en porcentaje de proteína. En la presente investigación se obtuvo valores superiores que están comprendidos entre 23,3 y 27,267% de proteína.

La mezcla de proteínas de origen vegetal debe tener una relación de dos partes de cereales y granos andinos (quinua, cañihua, kiwicha, cebada, maíz, trigo, etc.) por una parte de leguminosas (tarwi, habas, soya, etc.), obteniéndose una fuente de proteína de alta calidad (Ayala, 1998; Ayala *et al.*, 2007). La presente investigación estableció fundamentos para la preparación de un suplemento alimenticio con alto contenido

proteico a base de un cereal: chochoca (maíz amiláceo); leguminosa: chocho; y hongos micorrícicos.

La prueba Tukey (Tabla A.3, anexo), muestra tres grupos homogéneos donde el grupo a, está conformado por los tratamientos T1, T2 y T3, el grupo b por T5 y el grupo c conformado por el tratamiento con mayor contenido en proteína T4. El ANVA (Tabla A.2, anexo), muestra que hay diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, del suplemento alimenticio, en el contenido de proteína, con un nivel de confianza del 95.0%.

El contenido de fibra esta en función de la concentración del contenido de harina de chocho y harina de chochoca. La harina de hongos no se muestra tan incidente en el contenido de fibra de los tratamientos en estudio. Así en la Tabla A. 4 (anexo), y Figura 6, se muestra que con un aumento de 17% de harina de chochoca en el T2, respecto a T1; disminuyó el contenido de fibra de T1: 0,332; a T2: 0,258; luego al mantener constante la concentración de harina de chochoca y al incrementar la harina de chocho en un 5%, el contenido de fibra aumenta de 0,258 en T2 a 0,306 en el T3. Al disminuir en un 17% la concentración de harina de chochoca, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico de T3: 56% a T4: 39%; y aumentando la concentración de harina de chocho de T3: 38% a T4: 44%. El contenido de fibra obtiene el máximo valor de 0,413 en T4.

Erazo y Terán (2009), reportó un valor en base seca de 14,6% de fibra en el chocho y en el maíz 2,3%. El aumento en la concentración de harina de chocho causa un efecto determinante en el contenido de fibra de los tratamientos, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Mujica y Sven (2006), citado por Zegarra (2010), reportan valores de 7,1% en contenido de fibra de los granos de chocho: materia prima que contiene mayor % de fibra en los suplementos formulados. En la presente investigación se usó un proceso de desamargar artesanal y secado convencional en un secador de bandejas con aire forzado. El desamargar, secado más el proceso de mezclado causó pérdidas en el contenido de fibra en los tratamientos, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico. El mezclado, se utiliza sólo como una ayuda en el proceso de elaboración para modificar la comestibilidad o calidad de los alimentos, puede ejercer un efecto sobre las propiedades funcionales o características organolépticas (Munive, 2009).

De acuerdo al ANVA. Tabla A.5, (anexo), y prueba Tukey (Tabla A.6), con un nivel de confianza 95,0%, se determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos para fibra.

Rodríguez y Soto (2006), encontraron valores de 1,41 y 2,37% de ceniza en base seca en harina precocida de maíz amiláceo blanco. En la presente investigación se encontraron valores similares en T1: 3,3; T2: 2,54; T3: 2,273; T4: 2,52; y para T5: 2,29. En la Figura 7 nos muestra que el % de contenido de ceniza en el suplemento alimenticio de alto contenido proteico está en función de la harina de hongos: a mayor contenido de harina de hongos mayor contenido de ceniza.

En los resultados del ANVA (Tabla A.8, anexo), se observa que la composición de los tratamientos T1; T2; T3; T4 y T5, tienen un efecto estadísticamente significativo respecto al contenido de ceniza, para un nivel de confianza del 95,0%.

La prueba Tukey (Tabla A.9, anexo), para % de ceniza muestra la formación de dos grupos homogéneos, el grupo a conformado por los tratamientos, T1; T2; T3; T4 y T5 y el grupo b conformado por T1.

Whali (1990), citado por Erazo y Terán (2009), reportó un valor en base seca de 7% de grasa en chocho y en maíz 4,7%. Andina (2010), obtuvo 3,6% de grasa para hongos micorrízicos. En la presente investigación se obtuvo en porcentaje de grasa para T1: 11,267; T2: 12,8; T3: 16,233; T4: 20,8; T5: 20,133. Esto nos indica que la harina de chocho a influido en la determinación de grasa en los tratamientos del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

El ANVA (Tabla A. 11, anexo), demuestra que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, suplemento alimenticio con alto contenido proteico, tienen un efecto estadísticamente significativo respecto al contenido de grasa, para un nivel de confianza del 95,0%.

La prueba Tukey (Tabla A. 12, anexo), para grasa nos muestra la formación de tres grupos homogéneos, donde el grupo a esta comprendido entre los valores de 11,27 y 16,23; el grupo b entre 12,8 y 20,13; y el grupo c entre 16,23 y 22,8.

En la presente investigación se encontró valores de humedad en T1: 9,9; T2: 9,8; T3: 9,6; T4: 9,4 y T5: 9,6; éstos valores no guardan similitud con los encontrados por Munive, (2009), quien elaboró un suplemento alimenticio con alto contenido proteico, a partir de una mezcla de hidrolizado de soya y almidón de maíz; obteniendo un valor de 2,24% de humedad.

La humedad de la mezcla: suplemento alimenticio con alto contenido proteico, estuvo por debajo del 15%, según lo establecido (González, 2003; citado por Cerezal *et al*, 2007). Estos resultados indicarían que el bajo contenido de humedad asegura la estabilidad química y microbiológica del producto en el tiempo de conservación, siempre y cuando existan condiciones higiénicas de envasado y almacenamiento.

En la presente investigación el color esta directamente relacionado con las demás características sensoriales evaluadas: olor, textura y sabor. Ureña y Arrigo (1999),

manifiestan que el color interfiere significativamente en evaluaciones sensoriales de sabor y textura. Un color desagradable puede ser asociado por los jueces, inconcientemente, con un sabor o textura desagradables, alterando entonces sus respuestas para dichas propiedades. En el color del producto final, suplemento alimenticio con alto contenido proteico, pudo haber influenciado diferentes factores entre ellos tenemos el secado, concentración de cada componente, mezclado de las harinas. Los datos de la característica sensorial color, se muestra en la Tabla B.4, (anexo), Figura 11, donde apreciamos que el T5, obtuvo la mayor calificación por los panelistas, respecto al T4.

El ANVA (Tabla B.5, anexo), y prueba Takey (Tabla B.6, anexo), nos muestran que hay diferencia estadísticamente significativa entre la característica sensorial color, entre T4 y T5, para un nivel de confianza del 95,0%; formando dos grupos homogéneos a y b.

Los resultados de la característica sensorial olor se muestra en la Tabla B.7, (anexo), Figura 12, donde apreciamos que el T5, con 6% de harina de hongos micorrícicos, 50% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, calificó con mayor puntuación por parte de los panelistas, en la evaluación sensorial, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, para el olor que el T4. Ureña y Arrigo (1999), manifiesta que la cantidad mínima de sustancia olorosa necesaria para que sea percibida como tal es denominado umbral de percepción, la que varía enormemente para cada olor, para cada persona y para cada especie animal.

Según Carpenter (2002), la textura juega un papel importante en la aceptación global de un producto. Los consumidores esperan en ciertos productos una determinada textura, si el producto no cumple estas expectativas puede experimentarse una

decepción. Los consumidores prefieren productos cuyo consumo no sea demasiado difícil. En la presente investigación, la textura, está estrechamente relacionada con el proceso de molido, concentración de los componentes de la mezcla, mezclado y preparación de la crema tipo papilla durante la evaluación sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico. El T5 obtuvo 8,111 de calificación en textura, la cual es la mayor respecto al T4: 5,111

El ANVA Tabla B.11, (anexo), muestra que existe diferencia significativa entre la característica sensorial textura entre tratamientos, para un nivel de confianza del 95.0%.

El tratamiento que calificó con mayor sabor fue el T5, tal como nos indica la tabla B.13, (anexo), Figura 14. El sabor es la suma de todas las propiedades organolépticas, claramente podemos apreciar en los gráficos de color, olor y textura, que la característica sensorial sabor, también calificó con la mayor puntuación al T4.

La Figura 15, nos muestra la prueba de aceptación que se realizó en niños en edad escolar (6 - 10 años de edad), se realizó en su presentación como una crema tipo papilla. El tratamiento T4 formulado con 17% de harina de hongos micorrícicos, 39% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho; fue calificado con mayor frecuencia como mas delicioso que el T5. El T5 cuya composición fue de 6% de harina de hongos micorrícicos, 50% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, calificó con mayor frecuencia por los niños como más horrible que T4. La composición del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, T4, calificó con más frecuencia como más regular que T5. Se han realizado mezclas con buenos resultados nutricionales y de aceptabilidad constituidas por: tarwi, quinua y maíz;

quinua y haba; trigo y haba; trigo y maní (Ovando, 2000; citado por Ayala *et al.*, 2007).

La evaluación sensorial cuantitativa descriptiva, realizada por los panelistas semi-entrenados, estudiantes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, de cada una de las características sensoriales de color, olor, textura y sabor, determinó que el T5 obtuvo las mayores calificaciones con respecto a T4. La prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico realizado por los niños en edad escolar (6 - 10 años de edad), utilizaron con mayor frecuencia como delicioso al T4 con concentraciones de 17% de harina de hongos micorrícicos, 39% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho. Existen diversos factores que influyen en la aceptabilidad de un producto, sobre todo destinado a niños en edad escolar debido a su gran variabilidad sobre la elección de un producto alimenticio (Cerezal, *et al.*, 2007). En la presente investigación el componente que influye para que el T4 sea más aceptable que el T5 por los niños en edad escolar es el % de contenido de harina de hongos micorrícicos debido a las cualidades sensoriales presentadas: Olor semejante a Chifle de plátano (Orosco *et al.*, 2011).

V. CONCLUSIONES

1. Empleando concentraciones de 17% de harina de hongos micorrícicos, 39% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, se obtiene un suplemento alimenticio con alto contenido proteico, T4: 27,267.
2. Con concentraciones de 44% de harina de chocho, se obtuvo mayor contenido de fibra en el T4: 0,413; seguido de T5: 0,350.
3. El T5 con concentraciones de 6% de harina de hongos micorrícicos, 50% de harina de chochoca y 44% de harina de chocho, calificó con la mayor puntuación para las propiedades organolépticas de color, olor, textura y sabor.
4. La prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico realizada a niños en edad escolar, demostró que el T4 es más delicioso que el T5.
5. El recuento de mohos y levaduras en el suplemento alimenticio con alto contenido de proteína, en los tratamientos fue menor a 10ufc/g.
6. Los valores obtenidos del análisis fisicoquímico para los mejores tratamientos, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico, fueron: porcentaje de humedad en T4: 9,4 y T5: 9,6. El porcentaje de fibra obtenida fue en T4: 0,413 y T5:0,350. El porcentaje de cenizas fue en T4: 2,520 y T5: 2,29. El porcentaje de grasa obtenido fue en T4: 22,8 y T5: 20,133. Los valores obtenidos para proteína fueron en T4:27,267 y T5:25,633.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de aceptación de diferentes suplementos alimenticios a base de harinas de cereales y leguminosas.
2. Realizar proyectos de pre factibilidad en la Región, para el diseño de plantas destinadas a elaborar suplementos alimenticios.
3. Elaborar suplementos alimenticios a base de leguminosas nativas destinándolo a niños en edad escolar.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, E. 2004. Manual de funcionamiento del equipo AMB MOISTURE BALANCE. Editorial adam equipment company LTD.USA.
- Andina, 2010. Con galletas enriquecidas con harina de hongos buscarán reducir desnutrición crónica en Lambayeque. Recuperado el 17 de agosto de 2010, de <http://www.andina.com.pe/Espanol/noticia-con-galletas-enriquecidas-harina-hongos-buscaran-reducir-desnutricion-cronica-lambaycque-312039.aspx>.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemistry. Washington. USA.
- Ardon, C. E. 2007. La producción de los hongos comestible. Departamento de Postgrado. Facultad de Humanidades. Universidad de San Carlos-Guatemala.
- Ayala, G. s.f. Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Beltrán, M. 2005. Diseño de un deshidratador de hongos comestibles (*Boletus luteus*) de 900 kg de capacidad para la Fundación grupo Juvenil Salinas. Facultad de Ingeniería Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí – Ecuador.
- Calderón, S. 1981. Estudio comparativo de dos Métodos para la Medición de Aceptación de alimentos con Niños de edad escolar. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica.

- Carvalho, R. (1979, 18-20 de abril). Estudos sobre a Aplicação da Técnica de Extrusão em Farinhas Simples e Mistas, a base de milho, arroz e soja. Documento presentado en Anales del seminario sobre extracción, cocción de alimentos en América Latina. Santiago, Chile.
- Cerezal, P., Carrasco, A., Pinto, K., Romero, N. y Arcos, R. 2007. Suplemento alimenticio de alto contenido proteico para niños de 2 - 5 años. Desarrollo de la formulación y aceptabilidad. Revista de Ciencia y Tecnología de América, 32 (12), 857-864.
- Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V. y Arcos, R. 2010, Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nutr. Hosp. 26(1).161-169.
- Chang, S.T. 1999. Global impact of edible and medicinal mushrooms on the human welfare in the 21 century: the non-green revolution. Intl. J. Medicinal Mushrooms 1: 1-7.
- Collazos, Q. 1975. La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. Lima - Perú.
- Composición de alimentos de mayor consumo en el Perú. Sexta edición, 1993, Instituto Nacional de Nutrición y séptima edición, 1996, Instituto Nacional de Salud. Lima.
- Contreras, M. 2009. Requerimiento de energía y proteínas según edades. CENAN, Instituto nacional de Salud-Perú.

- Daza, M. 1986. Ensayo experimental para la obtención de mezclas alimenticias a partir del frijol de palo (*Cajanus cajan L.*) y maíz amarillo (*Zea mays L.*) y estudios de su aplicación. Lima – Perú.
- Erazo. J y L, Terán. 2008. Elaboración de Galletas Integrales enriquecidas con quinua (*Chenopodium quinoa L.*) y chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) edulcoradas con panela. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
- ENCA 2003. INST. - CENAN. Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos en mujeres en edad fértil y niños de 12 a 35 meses de edad, 2003. Informe Final.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de proteína y energía. Serie de Informes Técnicos. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, Suiza.
- FAO. 1992. Manual sobre utilización de los Cultivos Andinos sub explotados en la Alimentación. FAO, Oficina Regional, Santiago de Chile.
- FAO. 2005. Los hongos Silvestres Comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población. Organización de las Naciones Unidas.
- FAO. 2007. Los productos forestales no madereros. Departamento Forestal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación <http://www.fao.org/forestry/foris/pdf/infonotes/infofaospanish-losproductosforestalesmadereros.pdf>
- Feeney, M. J. 2006. Optimizing Vitamin D2 in mushrooms; Pilot study to expose mushrooms to ultraviolet light. Mushroom News 54 (5): 2-24

- Goyoaga, C. 2005. Estudio de factores no nutritivos en "*Vicia faba L.*": influencia de la germinación sobre su valor nutritivo. Departamento de Nutrición y Bromatología, Universidad Complutense de Madrid.
- Gross R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi. Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal, N° 36. Roma, Italia.
- G. Zegarra. 2010. Actividad detergente y acaricida de principios activos de quinuas amargas, aceites esenciales y tarwi. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia universidad católica del Perú. Lima.
- Guerra, M., Granito. M., Paolini. M. y Olaizola, C. 2008. Uso de la leguminosa (*Vigna sinensis*) como complemento del pollo en una fórmula infantil. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 58(3). 292-297.
- Gross R., E. Von B. y F. Koch. 1988. Chemical composition fanew variety of the Andean Lupino (*Lupinus mutabilis Inti*), with low alkalid content. Journal of food composition and analysis.
- Higinio, V. A. 2011. "Elaboración de una mezcla instantánea de arroz (*Oryza sativa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule aellen*) y kiwicha (*Amarantus caudatus*) por el método de cocción extrusión". Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, Universidad Nacional del Callao-Perú.
- Haas, JD y T. Brownlie. 2001. Iron deficiency and reduced work capacity: a critical review of the research to determine a causal relationship. J. Nutr. Feb; 131(2S-2):676S-688S; discussion 688S-690S.

- Koyyalamudi, S. R., Jeong, S. C., Song, C.H., Cho, K. y Pang G. 2009. Vitamin D2 formation and bioavailability from *Agaricus bisporus* button mushrooms treated with ultraviolet irradiation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (8): 3351-3355.
- Maldonado, L. 2005. Obtención y degustación de papillas de alto valor energético/proteico en base a tubérculo-cereal-leguminosa en la zona de Candelaria, Bolivia. *Rev. Latinoam. Agric. Nutr.*, 2. 20-25.
- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Programa cooperativo de Investigaciones en maíz, 1980-92 Informes anuales. CONCYTEC, Lima-Perú.
- Montgomery, D.C. 2004. Diseño y análisis de experimentos (2da Ed.). México: Limusa, S.A.
- Moracs, M., Ollgaard, B., Kvist, L. P., Borchsenius, F. y Balslev, H. 2006. El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. 458-482.
- Mori C. R., Paz, R. 2008. Eliminación de alcaloides en el tarwi (*Lupinus mutabilis*) mediante lavado con agua a diferentes pH. Universidad Católica de Santa María. Arequipa- Perú.
- Morón C. 2005. Importancia de los cultivos andinos en la seguridad alimentaria y nutrición. Cultivos Andinos-FAO.
- Mujica, A. 1990. Investigación y producción del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Perú. INIAA-PICA, Puno, Perú.

- Mujica, A. 1992. Granos y leguminosas andinas. pp. 129-146 En: Hernández Bermejo, J.E. & J.E. León (eds.). Cultivos Marginados Otra Perspectiva de 1542. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal 26, Córdoba.
- Mujica, A. y Sven E. J. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. Universidad Nacional del Altiplano. Puno- Perú.
- Munive, L. P, A. 2009. Tesis “Elaboración en polvo para consumo humano a partir de una mezcla de hidrolizado de soya y almidón de maíz”. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Escuela politécnica Nacional. Quito.
- Orosco, M., Rojas, K. G. 2011. Influencia de la temperatura y la velocidad del aire sobre el secado del hongo *Suillus luteus* proveniente de Luya Viejo, Región Amazonas. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Ovando, M. L. 2002. Desarrollo y evaluación biológica de alimentos fortificados en base a tubérculos andinos de la zona de Candelaria, Bolivia. Rev. Latinoam. Agric. Nutr. 2. 19-24.
- Palacios V. Abraham, Demetrio S. Mauricio, Espinoza C. Lissi, Herrera M. Milagros y Huamancaja C. Carlos. 2004. Obtención de alcohol a partir de la malta de *Lupinus mutabilis* (tarwi). Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín-Perú.
- Parragué, P. 1986. Producción y grado de Agregación del Hongo (*Suillus luteus*) en Plantaciones jóvenes de *Pinus radiata*, Departamento de Silvicultura y

Manejo. Escuela de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago-Chile.

Repo Carrasco, R., Hoyos, N. L. 1993. Elaboración y evaluación de alimentos infantiles con base en cultivos andinos. *Archivo Latinoamericano de Nutrición*, 5. 168-175.

Ruiz, M. P. (2009). Aplicación de la Ingeniería de Matrices en el desarrollo de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) Mínimamente procesados, Fortificados con vitaminas C, E y Minerales calcio y zinc. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia.

Tapia, M. E. y Fries, A.M. 2006. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima-Perú.

Valdebenito, G. J., Campos, O., Larraín, M., Aguilera, C., Kahler, M., Ferrando, E., García, A. y Sotomayor, G. 2003. Boletín divulgativo N °5 *Suillus luteus*. Proyecto Fondef “Innovación Tecnológica y Comercial de Productos Forestales No Madereros (PFNM) en Chile”. Instituto Forestal-Fundación Chile.

Villarreal, L., 1995, “El hongo de pino: un recurso genético para el desarrollo sustentable en México”. Memorias de la XI Exposición de Hongos. Hongos, biodiversidad y desarrollo sustentable. Tlaxcala, Departamento de Agrobiología, Laboratorio de Micología CICBUAT, Universidad Autónoma de Tlaxcala, pp. 46-48.

Villarroel, O. 1998. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y agua. Ministerio de Salud. Andros. Santiago, Chile. 146 pp.

Wallace, G. M. 1971. Studies on the processing and properties of soymilk. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 22:526-535.

Watson, A. S. and Ramstad, E. D. 1991. Structure and composition. In *Corn: Chemistry and Technology*. Ed. Published by the American Association of Cereal Chemists. Inc St. Paul, MN.

Anexos

ANEXO A

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON ALTO CONTENIDO PROTEICO.

Tabla A.1. Base de datos del porcentaje de proteína del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	23.9	23	23.4	26.8	25
2	24.2	23.5	23.3	26.9	26
3	24.1	23.4	24.1	28.1	25.9
Promedio	24.067	23.300	23.600	27.267	25.633

Tabla A.2. Análisis de varianza ANOVA para PROTEÍNA según TRATAMIENTOS, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

<i>Fuente</i>	<i>Sumas de cuad.</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cociente-F</i>	<i>P-</i>
Entre grupos	33.0093	4	8.25233	37.17	0.0000
Intra grupos	2.22	10	0.222		
Total (Corr.)	35.2293	14			

La tabla ANOVA descompone la varianza de PROTEÍNA en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 37.1727, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las PROTEÍNA medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla A.3. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% PROTEÍNA), del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
2	3	23.3	a
3	3	23.6	a
1	3	24.0667	a
5	3	25.6333	b
4	3	27.2667	c

Tabla A.4. Base de datos del porcentaje de fibra del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	0.3525	0.2565	0.2906	0.4173	0.3879
2	0.3207	0.2587	0.321	0.4204	0.3318
3	0.3236	0.256	0.310	0.400	0.330
Promedio	0.332	0.258	0.307	0.413	0.350

Tabla A.5. Análisis de varianza ANOVA para FIBRA según TRATAMIENTOS, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	17403.1	4	4350.79	1.00	0.4525
Intra grupos	43602.8	10	4360.28		
Total (Corr.)	61005.9	14			

La tabla ANOVA descompone la varianza de FIBRA en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 0.997823, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las FIBRA medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un 95.0%.

Tabla A.6. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% FIBRA), del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
3	3	0.3072	a
1	3	0.332267	a
5	3	0.3499	a
4	3	0.412567	a
2	3	85.5051	X

Tabla A.7. Base de datos del porcentaje de CENIZA del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	2.9	2.59	2	2.69	2.2
2	3.4	2.63	2.42	2.57	2.29
3	3.6	2.400	2.400	2.300	2.380
Promedio	3.300	2.540	2.273	2.520	2.290

Tabla A.8. Análisis de varianza ANOVA para CENIZA según TRATAMIENTOS, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2.10491	4	0.526227	10.56	0.0013
Intra grupos	0.498467	10	0.0498467		
Total (Corr.)	2.60337	14			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CENIZA en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 10.5569, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las CENIZA medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla A.9. Prueba Tukey aplicadas al análisis físicoquímico (% CENIZA), del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
3	3	2.27333	a
5	3	2.29	a
4	3	2.52	a
2	3	2.54	a
1	3	3.3	b

Tabla A.10. Base de datos del porcentaje de GRASA del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

TRATAMIENTOS					
REPETICIONES	T1	T2	T3	T4	T5
1	12.400	14.400	15.800	18.800	19.200
2	7.200	13.000	14.200	31.600	19.000
3	14.200	11.000	18.700	18.000	22.200
Promedio	11.267	12.800	16.233	22.800	20.133

Tabla A.11. Análisis de varianza ANOVA para GRASA según TRATAMIENTOS, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	281.797	4	70.4493	4.25	0.0288
Intra grupos	165.58	10	16.558		
Total (Corr.)	447.377	14			

La tabla ANOVA descompone la varianza de GRASA en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 4.2547, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las GRASA medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla A.12. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% GRASA), del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
1	3	11.2667	a
2	3	12.8	a b
3	3	16.2333	a b c
5	3	20.1333	b c
4	3	22.8	c

Tabla A.13. Base de datos del porcentaje de HUMEDAD del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
1	10.4	10.4	9	9.3	9.8
2	9.4	9.4	10	9.7	9.6
3	9.9	9.6	9.8	9.2	9.4
Promedio	9.900	9.800	9.600	9.400	9.600

Tabla A.14. Análisis de varianza ANOVA para HUMEDAD según TRATAMIENTOS, del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0.456	4	0.114	0.62	0.6588
Intra grupos	1.84	10	0.184		
Total (Corr.)	2.296	14			

La tabla ANOVA descompone la varianza de HUMEDAD en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 0.619565, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las HUMEDAD medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un 95.0%.

Tabla A.15. Prueba Tukey aplicadas al análisis fisicoquímico (% HUMEDAD), del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	3	9.4	a
3	3	9.6	a
5	3	9.6	a
2	3	9.8	a
1	3	9.9	a

ANEXO B

ANÁLISIS DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL CUANTITATIVO DESCRIPTIVO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON ALTO CONTENIDO PROTEICO.

Tabla B.1. Base de datos de la puntuación total del análisis sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

TRATAMIENTOS		
	T4	T5
Promedio	5.444	7.583

Tabla B.2. Análisis de varianza del DBCA de la puntuación total del análisis sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

<i>Fuente</i>	<i>Sumas de cuad.</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cociente-F</i>	<i>P-Valor</i>
Entre grupos	20.5868	1	20.5868	94.86	0.0000
Intra grupos	3.47222	16	0.217014		
Total (Corr.)	24.059	17			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERÍSTICAS SENSORIALES en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 94.864, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las CARACTERÍSTICAS SENSORIALES medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla B.3. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación total del análisis sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	9	5.44444	a
5	9	7.58333	b

Tabla B.4. Base de datos de la puntuación promedio para la característica sensorial color del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

TRATAMIENTOS		
	T4	T5
Promedio	5.000	7.444

Tabla B.5. Análisis de varianza del DBCA de la puntuación promedio del la característica sensorial color del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

<i>Fuente</i>	<i>Sumas de cuad.</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cociente-F</i>	<i>P-Valor</i>
Entre grupos	26.8889	1	26.8889	17.76	0.0007
Intra grupos	24.2222	16	1.51389		
Total (Corr.)	51.1111	17			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERÍSTICA SENSORIAL COLOR en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 17.7615, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las CARACTERÍSTICA SENSORIAL COLOR medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla B.6. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación total del análisis sensorial del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	9	5.0	a
5	9	7.44444	b

Tabla B.7. Base de datos de la puntuación promedio de la característica sensorial olor del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

TRATAMIENTOS		
	T4	T5
Promedio	6.222	7.000

Tabla B.8. Análisis de varianza del DBCA de la puntuación promedio de la característica sensorial olor del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

<i>Fuente</i>	<i>Sumas de cuad.</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cociente-F</i>	<i>P-Valor</i>
Entre grupos	2.72222	1	2.72222	3.21	0.0920
Intra grupos	13.5556	16	0.847222		
Total (Corr.)	16.2778	17			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERÍSTICA SENSORIAL OLOR en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 3.21311, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las CARACTERÍSTICA SENSORIAL OLOR medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un 95.0%.

Tabla B.9. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación promedio de la característica sensorial olor del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	9	6.22222	a
5	9	7.0	a

Tabla B.10. Base de datos de la puntuación promedio de la característica sensorial textura del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

	TRATAMIENTOS	
	T4	T5
Promedio	5.111	8.111

Tabla B.11. Análisis de varianza del DBCA de la puntuación promedio de la característica sensorial textura del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	40.5	1	40.5	47.03	0.0000
Intra grupos	13.7778	16	0.861111		
Total (Corr.)	54.2778	17			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERÍSTICA SENSORIAL TEXTURA en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 47.0323, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las CARACTERÍSTICA SENSORIAL TEXTURA medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla B.12. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación promedio de la característica sensorial textura del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTOS	Frec.	Media	Grupos homogéneos
4	9	5.11111	a
5	9	8.11111	b

Tabla B.13. Base de datos de la puntuación promedio de la característica sensorial sabor suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

TRATAMIENTOS		
	T4	T5
Promedio	5.444	7.778

Tabla B.14. Análisis de varianza del DBCA de la puntuación promedio de la característica sensorial sabor del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

<i>Fuente</i>	<i>Sumas de cuad.</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Cociente-F</i>	<i>P-Valor</i>
Entre grupos	24.5	1	24.5	67.85	0.0000
Intra grupos	5.77778	16	0.361111		
Total (Corr.)	30.2778	17			

La tabla ANOVA descompone la varianza de CARACTERÍSTICA SENSORIAL SABOR en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratio, que en este caso es igual a 67.8462, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las CARACTERÍSTICA SENSORIAL SABOR medias de un nivel de TRATAMIENTOS a otro para un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla B.15. Prueba Tukey aplicadas a la puntuación promedio de la característica sensorial sabor suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Frec.</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
4	9	5.44444	a
5	9	7.77778	b

ANEXO C

ANÁLISIS DE DATOS PARA PRUEBA DE ACEPTACIÓN DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON ALTO CONTENIDO PROTEICO.

Tabla C.1. Base de datos de la prueba de aceptación del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

	T4	T5
DELICIOSO	9	6
REGULAR	8	11
HORRIBLE	1	1

Tabla C.2. Contraste de Chi-Cuadrado del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Contraste de Chi-cuadrado

<i>Chi-cuadrado</i>	<i>GL</i>	<i>P-Valor</i>
2.25	2	0.3248

El test Chi-Cuadrado realiza un contraste de hipótesis para determinar si se rechaza o no la idea de que la fila y la columna seleccionadas son independientes. Dado que el p-valor es superior o igual a 0.10, no podemos rechazar la hipótesis de que las filas y columnas son independientes. En consecuencia, el valor observado de

ACEPTACIÓN para un caso particular puede no tener relación con su valor en TRATAMIENTOS.

Tabla C.3. Tabla de Frecuencias para ACEPTACIÓN según Tratamiento del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

	4	5	Fila Total
DELICIOSO	10	5	15
	26.32%	13.16%	39.47%
HORRIBLE	1	3	4
	2.63%	7.89%	10.53%
REGULAR	11	8	19
	28.95%	21.05%	50.00%
Columna	22	16	38
Total	57.89%	42.11%	100.00%

Esta tabla muestra la frecuencia con la que los 3 valores de ACEPTACIÓN ocurren junto con cada uno de los 2 valores de TRATAMIENTOS. El primer número en cada celda de la tabla es el recuento o frecuencia. El segundo número muestra el porcentaje de tabla representado por esa celda. Por ejemplo, hubo 10 veces en las que ACEPTACIÓN es igual a DELICIOSO y TRATAMIENTOS es igual a 4. Esto representa 26.3158% del total de 38 observaciones.

ANEXO D

ANÁLISIS DE DATOS PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL SUPLEMENTO ALIMENTICIO CON ALTO CONTENIDO PROTEICO.

Tabla D.1. Base de datos de análisis microbiológico del suplemento alimenticio con alto contenido proteico.

Rep	T4	T5
10^1	30.5×10^4	23×10^4
10^2	22×10^4	18×10^4
10^3	14×10^4	12×10^4

Fuente: Elaboración propia, 2012.