

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“ELABORACIÓN DE HOJUELA DULCE A PARTIR DEL  
MANTO MOLIDO DE POTA (*Dosidicus gigas*) CON QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*)”**

**Presentado por:**

**FELLY SALCEDO PALOMINO**

**Tesis para optar el título de**

**INGENIERO PESQUERO**

**Lima – Perú**

**2015**

43879  
S159  
T

## INDICE

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Características de la pota ( <i>Dosidicus gigas</i> )	3
2.1.1 Generalidades	3
2.1.2 Distribución geográfica	5
2.1.3 Desembarque y exportación	6
2.1.4 Composición química y nutricional	8
2.2 Estructura muscular de la pota	10
2.2.1 Composición del tejido muscular	10
2.2.2 Clasificación de las proteínas musculares	11
2.3 Nitrógeno no proteico	14
2.4 Cambios en la proteína por procesamiento	17
2.5 Tratamiento de acidez y amargo del musculo de la pota	19
2.6 Características generales de la quinua	20
2.6.1 Valor nutricional	21
2.6.2 Procesamiento	24
2.7 Cómputo o score químico	25
2.8 Requerimientos nutricionales para niños en edad pre escolar	26
2.9 Hojuelas de pescado	28
2.9.1 Definición	28
2.9.2 Fundamento teórico	29
2.9.3 Elaboración de hojuelas	30
2.9.4 Cambios en almacenamiento	31
2.10 Principios de secado	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 Lugar de ejecución	36
3.2 Materiales y equipos	36
3.2.1 Materia prima e insumos	36
3.2.2 Materiales	36
3.3 Métodos analíticos	37

3.3.1	Análisis físico sensorial	37
3.3.2	Análisis químico proximal	38
3.3.3	Análisis microbiológico	38
3.3.4	Análisis biológico	38
3.3.5	Análisis estadístico	39
3.4	Parte experimental	39
3.4.1	Formulación de mezclas para elaborar hojuela dulce	42
3.4.2	Evaluación de hojuela dulce con pota con y sin tratamiento	44
3.4.3	Elaboración y evaluación de la hojuela dulce	47
3.4.4	Selección del grosor de hojuela dulce.	47
3.4.5	Selección de temperatura de secado de hojuela dulce	48
3.4.6	Evaluación de esencias en la elaboración de hojuela dulce.	48
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1	Manto de pota	50
4.1.1	Análisis físico y sensorial	50
4.1.2	Análisis químico proximal	50
4.2	Parte experimental	51
4.2.1	Formulación de mezclas para elaborar hojuela dulce	51
4.2.2	Evaluación de hojuela dulce con pota sin y con tratamiento	61
4.2.3	Elaboración y evaluación de la hojuela dulce	63
4.2.4	Selección del grosor de hojuela dulce	66
4.2.5	Selección de temperatura de secado de la hojuela dulce	67
4.2.6	Evaluación de esencias en la elaboración de hojuela dulce	74
4.3	Producto final	75
4.3.1	Análisis Físico y Sensorial	75
4.3.2	Análisis químico proximal	77
4.3.3	Análisis microbiológico	78
4.3.4	Análisis de digestibilidad	79
4.3.5	Rendimientos	79
V.	CONCLUSIONES	81
VI.	RECOMENDACIONES	83
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
VIII.	ANEXOS	99

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Desembarque total de pota en el Perú 2006-2013 (TMB).....	7
Tabla 2: Composición química promedio del manto de pota.....	8
Tabla 3: Contenido de aminoácidos en el manto de pota .....	9
Tabla 4: Contenido de ácido grasos en el manto de pota.....	9
Tabla 5: Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de pota .....	14
Tabla 6: Contenido de N-BVT; N-NH <sub>3</sub> ; N-TMA y N-TMAO en el músculo de calamar común y calamar gigante fresco congelado (mg/100 g.).....	16
Tabla 7: Composición proximal (%) de quinua y otros granos.....	21
Tabla 8: Contenido de vitaminas en quinua y otros cereales (mg/100 g) .....	22
Tabla 9: Contenido de aminoácidos esenciales en proteína de quinua y otros cereales (mg/100 g).....	22
Tabla 10: Composición de aminoácidos de proteínas de origen animal de buena calidad y proteína de quinua (mg de aminoácidos/ g de proteína) .....	23
Tabla 11: Composición por 100 g de porción comestible de harina de quinua .....	25
Tabla 12: Patrón de requerimiento de aminoácidos para pre-escolares.....	28
Tabla 13: Análisis químico proximal del manto de pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ).....	51
Tabla 14: Obtención de la cantidad idónea de manto de pota en la mezcla.....	52
Tabla 15: Variación de la cantidad de almidón de papa y quinua en la mezcla.....	56
Tabla 16: Mezclas escogidas con harina de quinua, almidón de papa, pota y esencia ..	57
Tabla 17: Composición proximal teórica calculada en base a las mezclas escogidas ...	58
Tabla 18: Formulaciones seleccionadas para elaborar hojuela dulce .....	59
Tabla 19: Computo químico de las formulaciones seleccionadas .....	60
Tabla 20: Composición proximal teórica calculada en base a las formulaciones seleccionadas de hojuela dulce y requerimientos de FAO/OMS (1985) .....	61
Tabla 21: Formulación escogida para elaboración de hojuela dulce .....	62
Tabla 22: Costo de insumos por formulación de hojuela dulce de pota (S/.).....	65
Tabla 23: Parámetros de secado para la hojuela dulce de pota .....	67
Tabla 24: Secado a velocidad del aire de 1.5 m/s y temperatura de 60 °C .....	68
Tabla 25: Secado a velocidad del aire de 1.5 m/s y temperatura de 35 °C. ....	69
Tabla 26: Calificativo en la escala hedónica de color de hojuela dulce de pota con harina de quinua secadas a 35 y 60 °C.....	71
Tabla 27: Calificativo en la escala hedónica de textura de hojuela dulce de pota con harina de quinua secadas a 35 y 60 °C.....	71
Tabla 28: Características sensoriales de hojuela dulce de pota con harina de quinua y Nestlé Fitness.....	76
Tabla 29: Composición química proximal del producto final.....	77
Tabla 30: Análisis microbiológico de hojuela dulce de pota con harina de quinua .....	78
Tabla 31: Rendimientos del procesamiento de hojuela dulce de pota con harina de quinua.....	80

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Masa Tentacular.....	4
Figura 2: Brazo izquierdo hectocotilizado del macho .....	4
Figura 3: Vista Dorsal.....	4
Figura 4: Distribución del calamar gigante o pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ).....	6
Figura 5: Representación esquemática del manto de calamar. Cubo ampliado del espesor completo del manto .....	11
Figura 6: Ecuación para determinar el computo químico .....	26
Figura 7: Ecuación de velocidad de secado.....	34
Figura 8: Variación de la humedad versus el tiempo.....	35
Figura 9: Flujo general para la elaboración de hojuela dulce a partir del manto de pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ) con harina de quinua ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	40
Figura 10: Diagrama de flujo experimental para la elaboración de hojuela dulce .....	46
Figura 11: Diagrama utilizado para el experimento de la elaboración de hojuela dulce .....	49
Figura 12: Manto de pota picada y lavada .....	61
Figura 13: Muestras de hojuela dulce utilizando cuatro formulaciones seleccionadas .....	64
Figura 14: Secador con aire caliente.....	67
Figura 15: Curva de secado para la hojuela dulce de pota con harina quinua a 35 y 60°C .....	70
Figura 16: Hojuela dulce de pota con harina de quinua.....	75
Figura 17: Score corregido por digestibilidad .....	79

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por finalidad elaborar una hojuela dulce a partir del manto de pota (*Dosidicus gigas*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y almidón de papa; y caracterizar el producto obtenido. Se ensayaron 47 mezclas cada uno con diferentes proporciones de harina de quinua y almidón de papa. Las mezclas fueron evaluadas, según su contenido de aminoácidos (cómputo químico) y se eligieron cuatro de ellas para la elaboración de la hojuela dulce. Se determinó que la proporción óptima de ingredientes fue de 45,41% de manto molido de pota tratada, 40,29% de almidón de papa, 5,25% de harina de quinua, 8,75% de azúcar y 0.3% de esencia, para cumplir los requerimientos de composición aminoacídica especificados por la NTP-209.260 (2004). El proceso de deshidratado reportó resultados satisfactorios para un grosor de hojuela de 1,0 mm, temperatura de deshidratado de 60 °C y a velocidad del aire de 1.5 m/s. La hojuela dulce presentó 5.24% de humedad, 13.09% de proteína, 0.70% de grasa, 0.25% e fibra, 79.12% de carbohidratos y 1.59% de ceniza. Los análisis microbiológicos se encontraron por debajo de los valores sugeridos por la NTP-209-260 (2004) y confirmaron las condiciones higiénicas en su elaboración. El pH de la hojuela dulce fue 6.31 y Aw de 0.6, dicho valor le confiere gran estabilidad para el almacenamiento. La digestibilidad de la proteína fue de 98.65%, dicho valor confirma el adecuado valor nutricional, respecto al contenido de aminoácidos y sugiere su utilización en alimentación de niños en edad escolar.

**“Palabras Clave”:** Hojuela dulce, pota, quinua, cómputo químico

## SUMMARY

The purpose of this research was to create a sweet flake from the mantle of giant squids (*Dosidicus gigas*), quinoa flour (*Chenopodium quinoa*), and potato starch and to describe the obtained products. There were 47 mixtures tested, each with different proportions of quinoa flour and potato starch. The mixtures were evaluated according to their content of amino acids (chemical score). Of these mixtures, 4 were selected in order to make the sweet flake. It was determined that the optimal ratio of ingredients was 45.41% ground treated squid mantle, 40.29% potato starch, 5.25% quinoa flour, 8.75% sugar and 0.3% essence (vanilla, cinnamon and clove) to meet the amino acid composition requirements specified by NTP-209.260 (2004). The dehydration process was satisfactory with a flake thickness of 1.0 mm, a dehydration temperature of 60 °C and air velocity of 1.5 m/s. The sweet flake had 5.24% moisture, 13.09% protein, 0.70% fat, 0.25% fiber, 79.12% carbohydrates and 1.59% ash. The microbiological analysis was found to be below the values dictated by the NTP-209-260 (2004) and confirmed the sanitary conditions in its production. The pH of the sweet flake was 6.31 and the Aw was 0.6. These values are very likely to confer a long shelf life. The protein digestibility was 98.65%, confirming its nutritional value in regard to amino acid content, and suggesting its use in feeding school-aged children.

**“Keywords”:** Sweet flake, giant squid, quinoa, chemical score.

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las principales especies en la que se sustenta la pesca artesanal peruana es la pota (*Dosidicus gigas*), recurso abundante, altamente protéico y barato. El desembarque de pota en el 2011 fue de 396,280 TM, mayor al registrado para el año 2010 (369,822 TM) (PRODUCE, 2012). Según el viceministro de pesquería, la pesca de pota, es hoy la segunda pesca en importancia en el país con una cuota global de extracción de 500 mil toneladas al año, y una generación de divisas superior a los 200 millones de dólares (Prado, 2012).

Organizaciones internacionales como la FAO y la OMS mencionan que la causa principal de desnutrición crónica infantil es la dificultad para incluir proteína de alta calidad en la dieta, constituyendo uno de los principales problemas de salud pública en el Perú. Según el INEI, los índices de desnutrición crónica infantil a nivel rural y urbano habrían aumentado de 10.1 por ciento en el 2011 a 10.7 por ciento al primer semestre del 2013 (Hidalgo, 2013).

La carne del calamar gigante es considerada como excelente fuente de proteínas así como el pescado de carne blanca. En su composición tiene todos los aminoácidos esenciales, además de tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Kreuzer, 1984). Lagunov *et al.* (1979) mencionado por Kreuzer (1984) recomiendan el consumo de calamar en la dieta de niños debido a que es nutritivo y de fácil digestión.

Por otro lado la quinua es reconocida y aceptada en el mundo como un recurso natural alimentario de alto valor nutritivo de origen andino, constituyéndose en alimento de calidad para la salud y la seguridad alimentaria de las actuales y futuras generaciones (FAO, 2012).

El año 2013 ha sido declarado como el "Año Internacional de la Quinoa (FAO, 2012). Perú como productor de quinoa debe aprovechar tal reconocimiento y la creciente demanda debido a su alto valor nutricional a fin de generar un mercado amplio para su consumo ante la volatilidad de los precios en los granos extranjeros que impactaría en la economía de los peruanos, en especial de los más pobres.

Los valores de contenido de aminoácidos en la proteína de los granos de quinoa cubren los requerimientos de aminoácidos recomendados para niños en edad preescolar, escolar y adultos (FAO/OMS/UNU, 1985). Al ser la quinoa un alimento de alto valor nutritivo viene adquiriendo gran importancia en la lucha contra la desnutrición infantil.

Por lo anterior el presente trabajo de investigación propone la elaboración de un producto deshidratado en forma de hojuela utilizando manto de pota y harina de quinoa de sabor agradable y nutritivo para el consumo de niños en edad preescolar. Para ello se considera como principal criterio de optimización la concentración adecuada de los aminoácidos esenciales de ambos, según patrones de referencia internacionales.

Los objetivos propuestos del trabajo de investigación son:

- Elaborar una hojuela dulce de pota (*Dosidicus gigas*) con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) nutritiva y destinado para niños en edad preescolar.
- Obtener el flujo y los parámetros de procesamiento para la elaboración de la hojuela dulce.
- Determinar el porcentaje óptimo de manto molido de pota y harina de quinoa para obtener la hojuela dulce.
- Caracterizar física, química, biológica y microbiológicamente el producto final.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

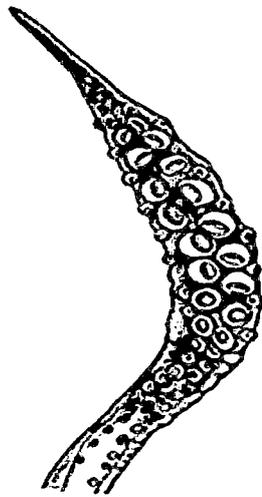
### 2.1 Características de la pota (*Dosidicus gigas*)

#### 2.1.1 Generalidades

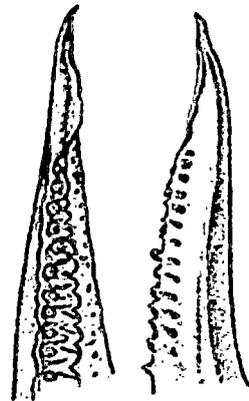
Alamo y Valdiviezo (1987), señala que la pota o calamar gigante presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Phyllum	:	Mollusca
Clase	:	Cephalopoda
Orden	:	Decapoda
Suborden	:	Theutoidea
Familia	:	Ommastrephidae
Género	:	Dosidicus
Especie	:	<i>Dosidicus gigas</i>
Nombre común	:	“pota”, “calamar gigante”, “jibia”
Inglés	:	Jumbo Flyind Squid

La pota (Figura 1, 2, 3) es una especie de gran talla que presenta aletas romboidales, musculosas, anchas, su anchura aproximadamente 56 por ciento (49 a 65 por ciento) y su longitud aproximadamente 45 por ciento (41 a 49 por ciento) de la longitud del manto; ángulo de cada aleta aproximadamente 57° (50 a 65°). Extremos distales de los brazos (especialmente en los adultos) prolongados en filamentos muy largos y delgados, con 100 a 200 diminutas ventosas muy agrupadas; membrana protectora dorsal muy poco desarrollada, pero las trabéculas bien diferenciadas como papilas expuestas; cualquiera de los brazos del cuarto par (pero no ambos en el mismo individuo) hectocotilizado, sin ventosas y pedúnculos en la punta y con membranas protectoras engrosadas y perforadas (Kreuzer, 1984).

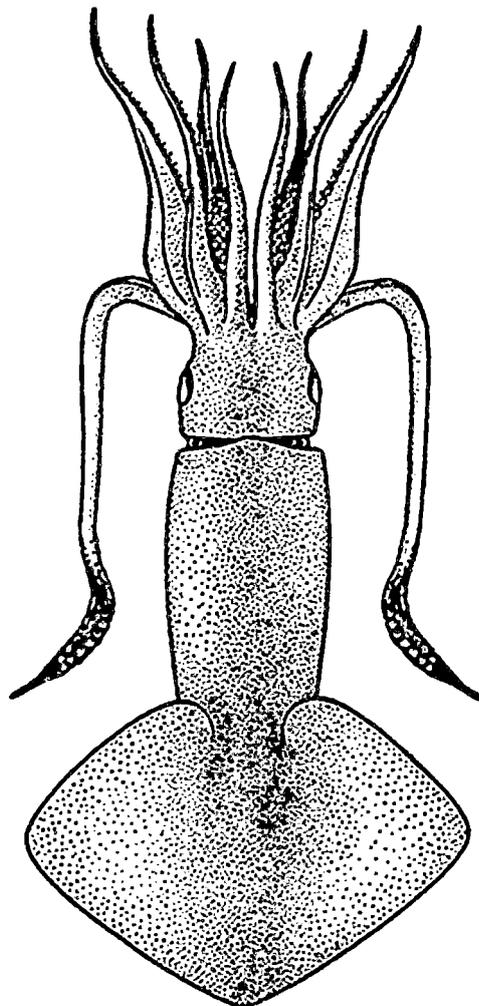


**Figura 1: Masa Tentacular**



Vista oral    Vista lateral

**Figura 2: Brazo izquierdo hectocotilizado del macho**



**Figura 3: Vista Dorsal**

Nesis (1970) menciona que presenta un cierto dimorfismo sexual, siendo el manto de los machos cilíndrico, mientras en las hembras el manto se extiende ligeramente en su parte media, donde se hallan los oviductos llenos; el manto de los machos es más duro y grueso respecto al de las hembras.

Es una especie típicamente nectónica y cazador, se alimenta de peces; son muy activos y de gran tamaño. En el mar su alimento principal es el pez linterna, especialmente de especies de género: *Myctophum* y *Symbolophorus*, como también de especies del género: *Hygophum*, *Lampannytus*, *Diogenichthys* y *Benthoosema* (Nesis, 1970; Wormuth, 1976).

IMARPE (2008) reporta que Benites y Valdivieso (1986) determinaron que el principal alimento de la pota son los peces linterna, crustáceos, cefalópodos celentéreos, y huevos de peces; así mismo el canibalismo (13 por ciento).

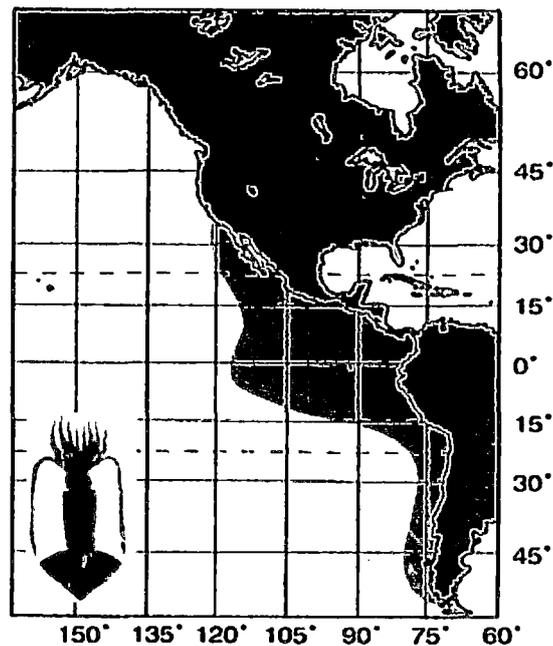
### **2.1.2 Distribución geográfica**

La pota es un recurso endémico del pacífico oriental, siendo una especie subtropical, nerítico-oceánica, que visita aguas tropicales. Su rango de distribución es semi-oceánico.

*Dosidicus gigas* es la más grande de las especies Ommastrephidae. Alcanza hasta 120 cm de longitud de manto (LM) y llega a pesar hasta 50 kilos; es una de las especies endémicas del Pacífico Occidental (Nesis, 1983).

Nesis (1970), indica que esta especie se encuentra distribuido desde los 35° N hasta Tierra de Fuego en Chile, es un recurso pelágico principalmente oceánico con características neríticas. La mayor abundancia de este recurso se encuentra entre Baja California y el norte de Chile, particularmente en agua de la corriente peruana (IMARPE, 2008).

Según IMARPE (2009) la pota se distribuye en el Pacífico Este desde aproximadamente 36°N a 26°S y el Oeste hasta 125°W las áreas de mayor concentración se localizan entre Ecuador y los 18°S y desde los 28° a 16°N, incluyendo el Golfo de California (Figura 4).



**Figura 4: Distribución del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*)**

La pota o calamar gigante es una especie euritérmica, pudiendo encontrarse en agua con amplio rango de temperatura superficial, entre 15-28 °C, incluso 30-32 °C en agua ecuatoriales (Nesis, 1983). Nigmatullin *et al.* (2001) reporta que el límite inferior de temperatura observado para *Dosidicus gigas* es a los 4-4.5 °C en aguas profundas. Las mayores concentraciones de calamar se ubican entre los 17-23 °C en el hemisferio sur.

### 2.1.3 Desembarque y exportación

En la tabla 1 y figura 5 se muestran la evolución del desembarque de la pota en el Perú entre 2006-2013. En este periodo se registró una variación porcentual negativa del 22.8 por ciento en 2009, lo que significó una disminución de 121,210 TMB en el desembarque.

En el periodo 2010-2012 se observó una recuperación de los desembarques de pota, pues las tasas de variación porcentual anual se incrementaron, sin embargo, en 2013 nuevamente el desembarque anual de pota disminuyó a 368,168 TMB.

**Tabla 1: Desembarque total de pota en el Perú 2006-2013 (TMB)**

<b>Año</b>	<b>Captura en miles de TMB</b>	<b>Variación porcentual anual</b>
2006	434.261	
2007	427.591	-1.54
2008	533.414	24.75
2009	411.804	-22.8
2010	369.822	-10.19
2011	404.729	9.44
2012	490.073	21.09

Fuente: PRODUCE (2014)

Elaboración propia.

Las exportaciones de pota congelada 2012 disminuyeron aproximadamente en 11 por ciento con respecto al año anterior. Esta disminución se debe principalmente a un decremento del precio promedio en comparación al año anterior. Los desembarques de pota fueron irregulares durante todo el año, en esta oportunidad muchas empresas dejaron de comprar producto debido a que los precios en el exterior estaban en tendencia a la baja y la demanda era muy pobre, sobre todo en el último trimestre del 2012.

Con respecto a las presentaciones, el filete precocido congelado, cuyo principal destino es China, fue el más exportado con una participación de 24 por ciento; seguido por el tentáculo crudo, filete crudo y anillas crudas con una participación de 15 por ciento, 14 por ciento y 10 por ciento respectivamente. Importante destacar que las exportaciones de productos con mayor valor agregado, como por ejemplo las anillas, siguen incrementando su participación dentro de las exportaciones de pota (PROMPERU, 2012).

PROMPERU (2012) reporta con respecto a los mercados, China, España y Corea del Sur se mantienen como los principales destinos con una participación de 36 por ciento, 18 por ciento y 15 por ciento respectivamente. Es importante destacar también el crecimiento de Tailandia, quien ya se coloca como cuarto mercado de destino de la pota peruana con una

participación de 6 por ciento. El número de empresas exportadoras de pota en diferentes presentaciones se incrementó ligeramente pasando de 156 a 159.

#### 2.1.4 Composición química y nutricional

La tabla 2, muestra la composición química promedio del manto fresco de la pota (*Dosidicus gigas*), la cual se caracteriza por tener un contenido aceptable de proteínas y bajo en grasa.

**Tabla 2: Composición química promedio del manto de pota**

<b>Componente</b>	<b>Pedreschi (1993)</b>	<b>Abugoch et al. (1999)</b>	<b>Maza (2002)</b>	<b>Ibarra (2006)</b>	<b>Rosas (2007)</b>
Humedad	84.0	82.28	82.4	85.32	83.78
Proteína	12.7	15.32	16.2	11.5	14.3
Grasa cruda	1.6	0.87	0.71	0.48	0.93
Ceniza	1.4	1.31	1.41	0.92	1.13
Carbohidratos	0.3	0.00	-	1.86	-
NNP	0.99	0.27	-	-	0.86

La carne del calamar gigante es rica en proteínas y en su composición tiene todos los aminoácidos esenciales, además de tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, los cuales juegan un rol importante en la dieta, protegiendo a los adultos mayores de los problemas cardiovasculares (Kreuzer, 1984).

Asimismo, el calamar gigante es recomendado en la dieta de niños debido a la presencia de lisina, la cual es vital para el crecimiento (Ordóñez, 1994 mencionado por Bravo, 2001).

En la tabla 3 se pueden observar el contenido de aminoácidos hallados en el manto de pota fresca (Calculado de Roldán y Lazo, 2007).

**Tabla 3: Contenido de aminoácidos en el manto de pota**

Aminoácidos (mg/g de proteína)	Manto de pota
Isoleucina	56.0
Leucina	92.2
Metionina + Cistina	82.4
Lisina	92.2
Fenilalanina + Tirosina	44.3
Treonina	47.8
Triptófano	11.0
Valina	50.2
Histidina	24.5

La carne de la pota posee los ácidos grasos de mayor importancia nutricional, el ácido Docosahexaenoico (C22:6, DHA) y el ácido Eicosapentaenoico (C20:5, EPA), ambos Omega – 3. En la tabla 4 se muestran los ácidos grasos presentes en la grasa de pota.

**Tabla 4: Contenido de ácido grasos en el manto de pota**

Ácidos grasos		%
C14:0	Mirístico	1.4
C16:0	Palmítico	19.9
C18:0	Esteárico	3,50
C18:1	Oleico	4,00
C20:0	Araquídico	6,40
C20:3	Eicosatrienoico	0,20
C20:5	Eicosapentaenoico	16,70
C22:3	Docosatrienoico	0,20
C22:4	Docosatetraenoico	0,30
C22:6	Docosahexaenoico	46,90

Fuente: IMARPE – ITP (1996)

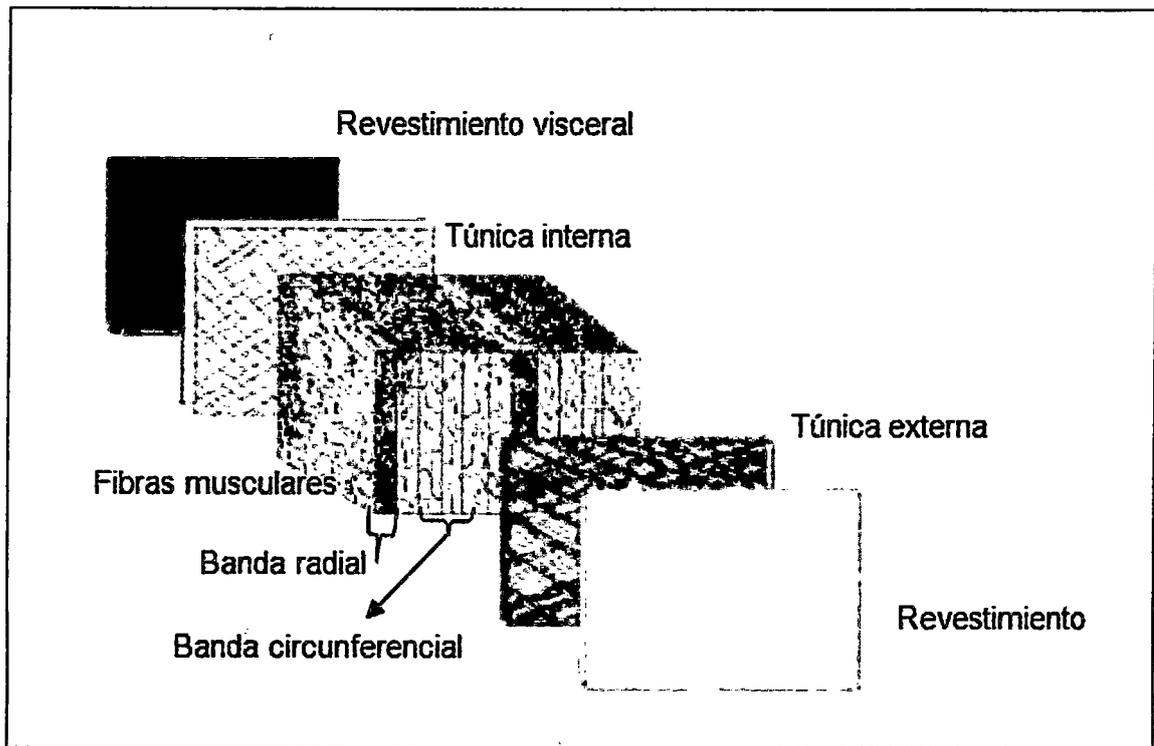
En cuanto a los minerales, la pota presenta un contenido apreciable de sales como el potasio (321,90 mg/100g), sodio (198,20 mg/100g), magnesio (45,60 mg/100g) y calcio (9,10 mg/100g) (IMARPE – ITP, 1996).

## **2.2 Estructura muscular de la pota**

### **2.2.1 Composición del tejido muscular**

Valiela *et al.* (1972) y Preuss *et al.* (1997) reportado por Otwell y Hamann (1979) mencionan que el manto del calamar está compuesto de tejido intercalado entre dos túnicas de tejido conectivo. Las fibras musculares están agrupadas en bandas ordenadas de manera ortogonal, se clasifican en: (a) fibras circunferenciales que corren dentro del espesor del manto y (b) fibras radiales perpendiculares a ambas túnicas del tejido conectivo. Todas las fibras musculares son pequeñas células multinucleadas, cuyo citoplasma o sarcoplasma alberga a las miofibrillas, proteínas sarcoplásmicas y mitocondrias. Las fibras del manto del calamar están estriadas oblicuamente y cubiertas con un sarcolema delgado. Las fibras de tejido conectivo están arregladas en un modelo específico en la túnica exterior, que aparece menos ordenado en la túnica interna. Todas las fibras de tejido conectivo están compuestas de agregados de fibras pequeñas, pero el tamaño y forma difieren en cada túnica. En general, las fibras musculares no corren paralelamente a lo largo del eje del manto del calamar.

Otwell y Hamann (1979) estudiaron la disposición y ordenamiento de las fibras musculares en el manto del calamar "*Loligo pealei*", utilizando la técnica de Microscopio Electrónico de Barrido. En la Figura 5, se muestra un esquema de las túnicas internas y externas, cubiertas por un revestimiento visceral no fibroso, y un revestimiento exterior de fibras orientadas al azar, respectivamente.



**Figura 5: Representación esquemática del manto de calamar. Cubo ampliado del espesor completo del manto**

### 2.2.2 Clasificación de las proteínas musculares

Las proteínas constituyen el componente mayoritario de la materia seca del músculo estriado, tienen un papel fundamental en la calidad sensorial y nutritiva de alimentos de origen muscular como carnes rojas, pescados y mariscos. Las proteínas presentes en el tejido muscular se clasifican en función de su localización y solubilidad en sarcoplásmicas, miofibrilares, e insolubles o del estroma (Cassens, 1994; Pérez *et al.*, 2000, mencionado por Dublán (2006).

Estudios realizados sobre composición de proteína indican que el músculo del calamar gigante está constituido de 12-20 por ciento de proteína sarcoplásmica, 77-85 por ciento de proteína miofibrilar (miosina), y de 2-3 por ciento de proteína del estroma que se compone mayormente de colágeno (40-60 por ciento) y elastina (10-20 por ciento), las cuales forman parte de las proteínas del tejido conectivo (Matsumoto, 1978).

- **Proteínas Miofibrilares**

Las proteínas contráctiles o miofibrilares son responsables de la contracción muscular, son solubles en disoluciones de alta fuerza iónica pero insolubles en agua (Dublán, 2006).

En el caso de la pota (*Dosidicus giga*), la fracción miofibrilar constituye entre 75 a 85 por ciento de las proteínas del manto; en esta fracción la miosina (220 KDa) es la más importante proteína, seguida de la actina (45 KDa) y la paramiosina (111 KDa) (De la Fuente-Betancourt *et al.*, 2008).

Estudios sobre la miosina del calamar, indican que la molécula de la miosina tiene una estructura frágil y se piensa que está puede estar relacionada con el corto ciclo de la vida del calamar (Matsumoto, 1978).

La miosina post mortem se enlaza fuertemente a la proteína predominante de los filamentos delgados, la actina, cuyo resultado es la formación de una proteína compleja denominada actomiosina.

La actomiosina es la forma principal de la actina y miosina en el musculo post mortem debido a que se agota el ATP durante el metabolismo post mortem. Contrariamente al musculo en pre rigor, la simple adición a la carne de ATP y otros agentes solubilizantes como el magnesio no disocian toda la miosina de la actina y la extracción de miosina de la carne post rigor es por tanto difícil. La miosina y la actomiosina se encuentran en los extractos de músculo post mortem (Foegeding *et al.*, 2010).

Otra proteína de importancia y que no se encuentra en animales terrestres es la paramiosina constituida por dos cadenas helicoidales, con un peso molecular entre 95 y 125 kDa. La concentración de esta proteína es variable, 3 por ciento en la fracción miofibrilar de ostras y 14 por ciento en calamar. La paramiosina tiene una función estructural, estabiliza la orientación de la miosina y se encuentra en los centros de los

filamentos gruesos de los músculos de invertebrados. Debido a la presencia de esta proteína los geles de invertebrados son más elásticos y cohesivos que los geles obtenidos a partir de pescado (Kantha *et al.*, 1990, mencionado por Dublán, 2006).

Se conoce que la miosina es más susceptible al almacenamiento congelado que la actina, por lo cual la función de la paramiosina puede ser de apoyo a los filamentos de miosina, previniendo su desdoblamiento, descomposición y agregación (Iguchi *et al.*, 1981).

- **Proteínas solubles o sarcoplasmáticas**

Los compuestos presentes en el sarcoplasma o miógeno de organismos de origen marino incluyen proteínas solubles en agua y en disoluciones salinas diluidas, péptidos, aminoácidos, aminas, guanidina, purinas y urea. Todos ellos tienen un papel fundamental en la regulación del metabolismo celular, directamente en la catálisis enzimática, osmoregulación y transporte celular. Además son directa o indirecta responsable de las características sensoriales como aroma, sabor y textura tanto del tejido fresco como de los productos procesados (Ochiai *et al.*, 2000).

Las proteínas sarcoplásmicas representan el 25 por ciento de la proteína total e incluyen a la mioglobina, sistemas enzimáticos y albumina, entre otros. A diferencia de los animales terrestres, los organismos marinos también contienen para albúmina (12 kDa, forma complejos termoestables con iones  $\text{Ca}^{2+}$ ). Por otra parte la concentración de proteínas sarcoplásmicas es mayor en peces pelágicos como la sardina y la macarela; y menor en demersales (Sirkoski, 1994; Sikorski *et al.*, 1994, mencionado por Dublán, 2006).

- **Proteínas del estroma**

Las proteínas del estroma son insolubles en agua y en solución salina e incluyen a las proteínas del tejido conectivo, principalmente el colágeno, el cual contienen un 30 por ciento de glicina y 25 por ciento de prolina e hidroxiprolina, y cuanto más abundan

estos aminoácidos, más rígido y resistente es el colágeno. Es la proteína más abundante en los mamíferos, pero la de peores propiedades funcionales, ya que tiene baja capacidad de retención de agua. El colágeno cuando es calentado puede convertirse en una masa amorfa, conocida como gelatina, la cual se cree que interfiere con la gelificación de las proteínas y, si está en altas concentraciones, puede acumularse en espacios poco visibles en el producto cárnico gelificado inducido por el calentamiento (Lanier *et al.*, 2005).

### 2.3 Nitrógeno no proteico

Maza (2010)<sup>a</sup> reporta que Nakaya (1998); Sánchez (2002) y Maza *et al.* (2003); (2007-2008) menciona que en el tejido muscular entre el espacio intersticial hay presencia de nitrógeno no proteico (NNP) que es la fracción hidrosoluble y extractables; constituidos principalmente por cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl), amoniaco (NH<sub>3</sub>), nitrógeno de bases volátiles (N-BVT), nitrógeno de trimetilamina (N-TMA), aminoácidos libres (AAL), péptidos y entre otros, que confieren el mal sabor “acido-amargo” del calamar gigante.

En la tabla 5, se muestra el contenido de nitrógeno proteico, nitrógeno no proteico y N-BVT en el manto de 32 mm de espesor en *Dosidicus gigas* altamente fresca, observándose un alto contenido de NNP al 39,5 por ciento y 182,32 mg/100g de N-BVT (Maza *et al.*, 2003). El N-BVT alto reportado, provienen del NH<sub>4</sub>Cl en forma de amoniaco en el manto fresco congelado. Así mismo, el NNP en *Dosidicus gigas* muy fresco congelado es muy alto conformado por todos los compuestos hidrosolubles. Por lo que el N-BVT alto hallado en la pota congelada fresca representa al producto comestible de calidad óptima y no son resultado de actividad microbiana. (Maza, 2010)<sup>a</sup>.

**Tabla 5: Contenido de nitrógeno proteico y no proteico en el músculo de pota**

Carne del manto (*)	Cantidad	Porcentaje (%)
Nitrógeno proteico (mg/g)	13.66	60.5
Nitrógeno no proteico (mg/g)	8.9	39.5
Bases volátiles totales (mg/100g)	182.32	-

### **Nitrógeno básico volátil total (N-BVT)**

Maza (2010)<sup>a</sup> reporta que los nitrógenos de bases volátiles totales (N-BVT) están compuesta en su mayoría por amoniaco, Trimetilamina (TMA), Dimetilamina (DMA), y monometilamina (MMA), los cuales se encuentran en la fracción amina del pescado (nitrógeno no proteico), resultantes todos de la descarboxilación por acción bacteriana de los aminoácidos, por ello además de N-BVT se evalúa la TMA que se encuentra en muy pocas cantidades en el organismo marino fresco, pero se acumula como consecuencia del deterioro durante el almacenamiento y principalmente de la degradación por acción bacteriana del óxido de Trimetilamina (OTMA).

Al igual que el pH y el N-BVT, el análisis de N-TMA es determinante para conocer el buen estado y la calidad de un producto marino debido a que estos compuestos son producidos por la proliferación bacteriana en el musculo. Aunque el análisis de esta amina no da información de los primeros cambios autolíticos o del grado de frescura, pero si sobre los cambios posteriores o el grado de deterioro, por lo que puede evidenciar si una materia prima es de reciente captura o ha estado almacenada.

Maza (2010)<sup>a</sup> reporta que la determinación de este parámetro revelaron resultados dentro de los modelos límites establecidos para la Norma Pesquera que indican valores máximos permitidos de < 30 mg/100 g para N-BVT y 10-15 mg/ para N-TMA. Sin embargo, este concepto de índice de frescura en base a N-BVT considerados para pescado no se debe fijar a nivel de tolerancia indicado para los productos de calmar gigante, fresco o congelado, como en el caso de pescado tiburón no se considera el índice de frescura en base al control de N-BVT por ser proveniente del alto contenido de N-TMA, N-TMAO, urea, etc.

Maza (2010)<sup>a</sup> reporta que estudios recientes han confirmado que la acumulación de N-BVT es como consecuencia de la función biológica y que obedece su mayor concentración en relación al aumento de tamaño en el espécimen, habiendo compuestos que superan niveles de N-NH<sub>4</sub> >300 mg/100 g y N-BVT >100 mg/100g, que es relacionado con el mal sabor y olor en el calmar gigante.

Los niveles más altos de N-BVT de una muestra inmediatamente congelada a bordo fueron de 182,32 mg/100 g (Maza *et al.*, 2003), siendo el manto de calamar gigante fresco

congelado de diferentes espesores, obteniendo que el que presento el más alto nivel fue el espécimen de mayor espesor (Maza *et al.*, 2007-2008). De estos resultados se pudo revelar niveles altos de N-BVT, desde 76 hasta 333 mg/100 g para el manto de 9 a 40 mm de espesor. Estos niveles altos de N-BVT representan a una materia prima totalmente fresca empleada para el procesamiento de producto surimi (Maza *et al.*, 2003) o anilla de calamar gigante congelado (Maza *et al.*, 2007-2008). Estos compuestos de N-BVT en niveles altos en una materia prima fresca de óptima calidad comestible no corresponden al producto deteriorado; así mismo, coincide este mismo comportamiento con el reporte de Yamanaka *et al.*, 1995.

A fin de superar este problema, no sería necesario hacer las pruebas de examen o verificarían sobre la presencia de N-BVT y N-TMA en el calamar gigante crudo como materia prima congelada. Si los productos de la pota cruda, previamente han sido tratados para la remoción de los compuestos nitrogenados no proteicos, para la elaboración de productos congelados tales como: anillas, filetes, porciones y surimi; como también productos cocidos congelados debería estar reducido los niveles de estos compuestos de N-BVT, N-TMA de acuerdo a la indicación de cada proceso optimizado o estandarizado (Maza, 2010)<sup>a</sup>.

En la tabla 6 se muestra el contenido de N-BVT; N-NH<sub>3</sub>; N-TMA y N-TMAO en el musculo de calamar común y calmar gigante fresco congelado (mg/100 g).

**Tabla 6: Contenido de N-BVT; N-NH<sub>3</sub>; N-TMA y N-TMAO en el músculo de calamar común y calamar gigante fresco congelado (mg/100 g)**

Componente	Calamar común	Calamar gigante		
	<i>Todarodes pacificus</i>	Pequeño	Mediano	Grande
N-BVT	9	48,8	91	247,9
N-NH <sub>3</sub>	7,1	28,20	67,9	194,5
N-TMA	1,1	1,80	2	2,2
N-TMAO	571,5	576,70	482	179,6

Fuente: Yamanaka *et al.*, (1995)

## 2.4 Cambios en la proteína por procesamiento

Badui (1999) menciona que durante la preparación de los alimentos, estos se someten a operaciones que provocan la alteración de sus proteínas. Las altas temperaturas ejercen un efecto muy marcado, el mismo que no se puede estudiar aisladamente, pues también influyen notoriamente el pH, la fuerza iónica, la actividad acuosa y la concentración de sales, es decir, que la acción conjunta de estos factores provoca la desnaturalización de las proteínas a una determinada velocidad.

### Cambios en las proteínas por calor

Las características típicas de muchos alimentos están determinadas por la gelificación de las proteínas que ocurre al aplicar un tratamiento térmico. Aunque, en algunos casos la gelificación se presenta como resultado de una hidrólisis enzimática moderada, por acción de iones divalentes como el  $\text{Ca}^{2+}$ , o por la aplicación de tratamientos de altas presiones, entre otros (Pilosof, 2000).

Hickson *et al.* (1982) reporta que la gelificación se inicia con la desnaturalización térmica y posterior polimerización de las moléculas de proteína, que conduce a la formación de una red tridimensional de proteína fibrosa.

Foegeding *et al.* (1986) menciona que la agregación y desplegamiento inducido por el calor en las proteínas musculares genera una matriz con ciertas propiedades de textura y capacidad de retención de agua, dependiendo de factores como la cantidad de proteína extraíble, la solubilidad proteica, las estructuras isomórficas de proteína, el pH y la fuerza iónica. La funcionalidad de la carne deriva de cada uno de los parámetros anteriores y de la interacción entre estos.

Buera *et al.*, 1983 reportado por Badui, 1999 menciona en términos generales, las proteínas globulares son muy solubles dentro de un intervalo de temperatura de 10 a 45 °C, y alcanza su máximo alrededor de los 35 °C; cuando se exceden estos límites los polímeros tienden a la desnaturalización y, en ocasiones, a la precipitación. Un gran número de estos compuestos, incluyendo las enzimas, se vuelven inestables a temperaturas mayores de 50

°C ya que en estas condiciones de movimiento térmico se rompen las uniones débiles que estabilizan las estructuras secundarias y terciarias; las consecuencias de esta acción pueden ser muy diversas, y van desde una desnaturalización reversible hasta la insolubilización total.

### **Cambios en las proteínas por frío**

Totosaus (2004) mencionado por Escobedo (2012) reporta que los principales cambios en la funcionalidad de las proteínas asociadas con el congelamiento y el posterior almacenamiento a temperaturas de congelación se ven reflejados en el deterioro de la textura, sabor y color, resultado de los cambios bioquímicos y enzimáticos sobre las proteínas. Iguchi *et al.* (1981) citado por Escobedo (2012) menciona que existen por lo menos dos tipos de desnaturalización que podrían ocurrir durante el almacenamiento en congelación: una es la agregación de las moléculas de proteína mediante la disminución en la solubilidad y otro es en la fragmentación y cambios conformacionales de las moléculas de proteínas.

Durante el almacenamiento en congelación, la disminución de la solubilidad de las proteínas es causada por la agregación e insolubilidad de la actomiosina, siendo los indicadores de ambos fenómenos la formación de enlaces inter y/o intra-moleculares y entrelazamiento de los filamentos, por lo cual se piensa que los enlaces iónicos son los únicos que causa la agregación (Iguchi *et al.*, 1981).

Por otro lado, la caída en la viscosidad sugiere que los filamentos de actomiosina o bien han asumido una forma menos asimétrica o han sido cortados en filamentos y fragmentos más pequeños (Iguchi *et al.*, 1981).

Durante el almacenamiento en congelación prolongado, la exposición de las porciones hidrofóbicas inducidas por los cambios conformacionales de las proteínas podrían causar la interacción hidrofóbica, conduciendo a la agregación y pérdida de la solubilidad (Zhou *et al.*, 2006).

## 2.5 Tratamiento de acidez y amargo del musculo de la pota

Carrizoza (2000) y Yamanaka *et al.* (1995) citados por Maza *et al.* (2007-2008), reportan el sabor desagradable del músculo de calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*) está relacionado con la presencia de componentes hidrosolubles, constituidos por altas concentraciones de elementos nitrogenados no proteicos, incluyendo principalmente al cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), además de trimetilamina (TMA), péptidos y aminoácidos, los cuales producen un sabor ácido-amargo que limita el consumo directo y la comercialización de este recurso. Los problemas de rechazo del musculo (la “carne”) de estos especímenes habían sido relacionados desde el inicio de la explotación de este recurso con un alto contenido de bases volátiles nitrogenadas totales, según reporte de la industria.

Las dificultades de aceptación sensorial de la carne de pota fueron cuestionados por el alto contenido de cloruro de amonio (491 mg  $\text{NH}_4\text{Cl}/100\text{g}$ ) y bases volátiles totales (250-300 mg N-BVT/100 g) reportado por la industria (Carrizoza, 2000; Yamanaka *et al.*, 1995). El problema del sabor desagradable de la pota fue identificado por los componentes hidrosolubles, a parte del cloruro de amonio, péptidos y fracciones no proteicas, denominado mal sabor “off flavor” por varios investigadores (Nakaya 1998; Yamanaka *et al.*, 1995; Sánchez 2004 citados por Maza 2010<sup>b</sup>).

Se conoce que la presencia de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  cuya concentración es proporcional al tamaño del espécimen está relacionada con las funciones fisiológicas y metabólicas de este animal (Yamanaka *et al.*, 1995).

La pota por su extraordinaria función fisiológica y metabólica produce y acumula el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (Yamanaka *et al.*, 1995, Maza *et al.*, 2009). Así mismo, poseen un metabolismo activo bajo condiciones de estrés, es por ello produce elevadas cantidades de amoniaco (tóxico) que le sirve como un mecanismo de defensa procedente del metabolismo de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , compuesto no tóxico que sirve como osmoregulador, a fin de controlar la densidad de su cuerpo y realizar eficazmente su nado y flotación (Lida *et al.*, 1992, Clarke *et al.*, 1979 citados por Maza 2010<sup>b</sup>).

Clarke *et al.* (1979) y Yamanaka *et al.* (1995) citados por Maza 2010<sup>b</sup> indican que en esta conversión de amoniaco a amonio en el musculo del espécimen se produce el fenómeno de acidosis en presencia de iones de cloro a un pH<6.7 con relación a otras especies marinas.

## 2.6 Características generales de la quinua

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales "tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal (Ignacio *et al.*, 1976).

Zevallos (1987) citado por De la Cruz (2009), menciona que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) es una especie vegetal originaria del altiplano peruano-boliviano, caracterizada por tener amplia variedad genética.

Las variedades más comerciales son de color blanco, el tamaño fluctúa entre los 1.6 a 2.0 mm y sabor dulce. También hay granos de color amarillo, rojo, marrón y negro (Ministerio de Agricultura, 2013).

Correa (1953) citado por De la Cruz (2009) reporta la siguiente clasificación botánica para la quinua:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógama
Clase	:	Angiosperma
Sub clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Centrospermal
Familia	:	Chenopodiacea
Género	:	Chenopodium
Especie	:	<i>Chenopodium quinoa Willd</i>

Cardozo *et al.* (1979) afirman que el grano de quinua no es un alimento excepcionalmente alto en proteínas, aunque supera en este nutriente a los cereales más importantes.

### 2.6.1 Valor nutricional

El verdadero valor de la quinua está en la calidad de su proteína, es decir en la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana que le otorga un alto valor biológico.

La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana.

En la tabla 7 se puede observar la composición química de la quinua con respecto a otros granos (Ahamed *et al.*, 1998)

**Tabla 7: Composición proximal (%) de quinua y otros granos**

Grano	Humedad	Ceniza	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra cruda
Quinua	10-13	3	12-19	5-10	61-74	2-3
Trigo	13	2	14	2	69	1
Avena	8	2	14	8	68	1
Arroz	15	1	8	1	78	2
Maíz	15	2	13	4	66	3

En la tabla 8 se detalla que la quinua contiene vitaminas del complejo B: Tiamina (B1), Riboflavina (B2), Niacina (B3) y Ácido fólico (B9), del complejo A (carotenos) y del complejo C (Ácido ascórbico) y es muy rica en Betacaroteno (5300 µg/100 g) y de igual manera en Riboflavina (0.2-0.3 mg/100g) y Ácido fólico (78.1 µg/100 g) (Ahamed *et al.*, 1998).

**Tabla 8: Contenido de vitaminas en quinua y otros cereales (mg/100 g)**

<b>Vitaminas</b>	<b>Quinua</b>	<b>Trigo</b>	<b>Arroz</b>
Vitamina C	16.4	0.0	3.4-7.2
Tiamina	0.2-0.4	0.5	0.2
Riboflavina	0.2-0.3	0.2	0.1
Niacina	0.5-0.7	5.5	1.9
Ácido fólico	78.1	78.0	20.0
Caroteno*	53.00	64.00	0.0

(\*) Expresado en  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ .

La gran ventaja del grano de la quinua nutritivamente está en la calidad de sus proteínas, en los aminoácidos presentes en ella, se tiene la evidencia científica que los aminoácidos componentes de una proteína deben estar presentes en los tejidos antes de la síntesis. En la tabla 9 y 10 se realiza una comparación de los aminoácidos presentes en la quinua y otros alimentos.

**Tabla 9: Contenido de aminoácidos esenciales en proteína de quinua y otros cereales (mg/100 g)**

<b>Vitaminas</b>	<b>Quinua</b>	<b>Trigo</b>	<b>Arroz</b>
Histidina	3.2	2.0	2.1
Isoleucina	4.4	4.2	4.1
Leucina	6.6	6.8	8.2
Licina	6.1	2.6	3.8
Metionina+Cisteina	4.8	3.7	3.6
Fenilalanina+Tirosina	7.3	8.2	10.5
Treonina	3.8	2.8	3.8
Triptófano	1.1	1.2	1.1
Valina	4.5	4.4	6.1

Fuente: Koziol (1992).

**Tabla 10: Composición de aminoácidos de proteínas de origen animal de buena calidad y proteína de quinua (mg de aminoácidos/ g de proteína)**

<b>Aminoácidos (mg/g de proteínas crudas)</b>	<b>Huevo</b>	<b>Leche entera de vaca</b>	<b>Carne de res</b>	<b>Quinua</b>
Histidina	22	27	34	31
Isoleucina	54	47	48	53
Leucina	86	95	81	63
Lisina	70	78	89	64
Metionina + Cistina	57	33	40	28
Fenilalanina + Tirosina	93	102	80	72
Treonina	47	44	46	44
Triptófano	17	14	12	9
Valina	66	64	5	48
Total incluida histidina	512	504	479	412
Total excluida histidina	490	477	445	381

Fuente: FAO/OMS/UNU (1985)

La FAO (1985) señala que una proteína es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos esenciales en una cantidad igual o superior a la establecida para cada aminoácido en una proteína de patrón. Las proteínas que poseen uno o más aminoácidos limitantes, es decir que se encuentran en menor proporción que la establecida para la proteína patrón, se consideran biológicamente incompletas, debido a que no puede utilizarse totalmente.

La calificación de una proteína como nutricionalmente adecuada depende principalmente de su capacidad para satisfacer los requerimientos de nitrógeno y de aminoácidos esenciales. Los requerimientos del nitrógeno y de aminoácidos, son por lo tanto, la medida más lógica para predecir la calidad de una proteína.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), así como la Organización Mundial de la Salud (OMS), han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las

proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes más cercanos al ideal para el ser humano que cualquier otro alimento (Ministerio de Agricultura, 2013).

### **2.6.2 Procesamiento**

De la quinua se puede obtener una serie de subproductos de uso alimenticio, cosmético, farmacéutico y otros.

Mujica (2006) mencionado por Chacchi (2009) reporta que la quinua es un grano altamente nutritivo y tener enorme potencialidad de uso en la agroindustria es necesario su transformación, esto permite un mejor aprovechamiento de sus cualidades nutritivas, potenciando su valor nutritivo, disponibilidad de nutrientes, facilidad de preparación y mejor presentación.

De la Cruz (2009) reporta que la mayor proporción de transformados son las hojuelas de quinua, por la aceptación de este derivado, seguido por la harina de quinua que se destina a la elaboración de galletas, pan de quinua y otras masas de repostería (Yana, 2005). En cuanto a la harina de quinua se emplea para enriquecer harinas de panificación en la elaboración de galletas, barras de cereales, tartas, fideos, rebozados, alimentos para niños etc., aportando un alto valor nutritivo.

El Instituto de Investigaciones Agroindustriales-Proyecto III (1977) citado por De la Cruz (2009) reporta que la harina de quinua pre-cocida es el resultado de la cocción de la quinua, secada y respectivamente ser molida o pulverizada. La cocción de la quinua en agua no disminuye el contenido de aminoácidos, al contrario su valor biológico se incrementa en valores de eficiencia alimenticia. La quinua cruda es 12 por ciento más eficiente que la harina de trigo y la cocida es de 18 por ciento en valores de coeficiente de eficiencia proteica (CEP), la quinua cocida tuvo valores similares que la caseína pero la quinua cruda fue 33 por ciento más baja. El calentamiento en seco (horno) produce una disminución del 40 por ciento de Metionina, 7 por ciento de la Lisina y 20 por ciento de Triptófano.

La eficiencia del Nitrógeno para el crecimiento (ENC) de la quinua cruda es similar al de la caseína, mientras que la quinua cocida tuvo un ENC 25 por ciento más alto que la caseína.

En la tabla 11 se muestra la composición por 100 g. de porción comestible de harina de quinua.

**Tabla 11: Composición por 100 g de porción comestible de harina de quinua**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad (M)</b>
Proteína	9.10	g
Grasas	2.6	g
Carbohidrato	72.1	g
Hierro	3.70	g
Calorías	34.1	Kcal
Fibra	3.1	g
Ceniza	2.5	g
Calcio	181	mg
Fosforo	61	mg

Fuente: Ministerio de Agricultura (2013)

## **2.7 Cómputo o score químico**

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos.

Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de cómputo químico, conocido como puntaje químico, número químico o score químico propuesto por Mitchell y Block (1946) citados por FAO/OMS (1985), este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales, con respecto al patrón de referencia

de aminoácidos esenciales para niños mayores de un año y adultos g/100 g (mencionado por FAO/OMS, 1985).

Los patrones de referencia, reciben este nombre debido a que son proteínas que permiten una óptima síntesis proteica por lo que son utilizados como modelos, referencias o mezclas aminoacídicas deseables (De la Cruz 2009). La relación utilizada se muestra en la figura 6.

$$\text{Cómputo químico} = \frac{\text{mg de aminoácido en 1g de proteína de mezcla}}{\text{mg de aminoácido en 1 g de proteína de la referencia}}$$

Fuente: FAO/OMS (1985)

**Figura 6: Ecuación para determinar el cómputo químico**

Sanchinelli (2004) menciona que el puntaje o score químico compara la cantidad de cada aminoácido esencial presente en la proteína en estudio con la cantidad del mismo aminoácido presente en la proteína de referencia

## **2.8 Requerimientos nutricionales para niños en edad pre escolar**

Posterior al primer año de vida (periodo de lactante), el niño entra en periodo preescolar (3-5 años). En esta etapa todos los órganos, sistemas y mecanismos fisiológicos han alcanzado madurez similar a la del adulto. Se caracteriza por ser una etapa de transición entre la fase de crecimiento acelerado por el lactante y el periodo de crecimiento estable. Hay un crecimiento lento y estable, por la progresiva madurez biopsicosocial, de gran variabilidad individual de hábitos incluyendo el alimentario y el de actividad física, con aumento progresivo de influencias sociales. En esta edad ya se han adquirido habilidades neuromotoras, madurez de órganos y aparatos; que permiten que el niño coma solo, utilizando instrumentos adaptados por la familia cada vez más complejos y se puede incorporar completamente a la dieta familiar. Un objetivo nutricional de gran importancia en esta etapa, es prevenir la aparición de enfermedades de base nutricional, que

actualmente son la causa principal de morbimortalidad en países desarrollados, como: obesidad, hipertensión, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemias, síndrome metabólico, enfermedad cardiovascular y algunos tipos de cáncer (Sánchez, 2014).

Millward *et al.* (2003) y Millward (2004) mencionado por Martínez *et al.* (2006) reporta que desde el punto de vista nutricional la proteína es un macronutriente presente en los alimentos. La importancia de la proteína presente en la dieta se debe a su capacidad de aportar aminoácidos para atender al mantenimiento de la proteína corporal y al incremento de esta durante el crecimiento. La limitación en el aporte de energía y de proteína conduce a un retraso en el crecimiento.

Los aminoácidos se han clasificado, basándose en la posibilidad de no ser sintetizados por el organismo. Así, se incluyen los aminoácidos esenciales (o indispensables), cuyo esqueleto hidrocarbonato no se puede sintetizar en el organismo humano y por tanto, deben ser aportados, de forma obligatoria, por la dieta para atender a las necesidades corporales (crecimiento y mantenimiento de estructuras). Los nueve aminoácidos indispensables son: fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina (Reeds, 2000).

De los 20  $\alpha$ -aminoácidos en los que existe el ARN de transferencia (ARN-t), forman parte de las proteínas. Estos aminoácidos pueden dividirse en los clásicos esenciales, los condicionalmente esenciales y los no esenciales. Los ocho aminoácidos clásicamente esenciales no pueden ser sintetizados por los humanos y, en consecuencia, deben obtenerse a través de la alimentación, por lo cual han sido definidas para ellos sus necesidades alimentarias. Ha resultado difícil determinar la necesidad de histidina (9° “aminoácido clásico esencial” en lactantes y niños) en adultos, dado que son precisos más de 40 días para vaciar los depósitos corporales de histidina. El término “aminoácido condicionalmente esencial” significa que el lactante o el niño es incapaz de utilizar de un modo suficiente y que, por lo tanto, todas o una parte de las necesidades diarias de este aminoácido deben ser suministradas a través de la alimentación. Las necesidades de los  $\alpha$ -aminoácidos están constituidas por sus componentes, es decir, la cantidad que se necesita para su incorporación neta a la proteína, aparte de lo que es necesario para otros procesos biológicos (Pencharz *et al.*, 2006).

La calidad nutricional de una proteína (o una fuente proteica) se define como la capacidad de esa fuente proteica para cubrir los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos de un determinado individuo. En otras palabras, la calidad proteica se refiere a la medida en que los aminoácidos de la dieta pueden utilizarse para la síntesis proteica (Mughan, 2005).

Según la NTP 209.260 (2004) para el cómputo químico de aminoácidos de la ración se debe tener en cuenta el patrón de referencia según edad como se especifica en la tabla 12.

**Tabla 12: Patrón de requerimiento de aminoácidos para pre-escolares**

Aminoácidos (mg/g de proteína cruda)	Pre-escolares (2-5 años)*
Histidina	19
Isoleucina	28
Leucina	66
Lisina	58
Metionina+Cistina	25
Fenilalanina+Tirosina	63
Treonina	34
Triptófano	11
Valina	35

\* Requerimiento de aminoácidos/kg dividido entre los niveles seguros de la proteína/kg de la referencia para niños de 2-5 años es igual a 1,1 g/kg

## 2.9 Hojuelas de pescado

### 2.9.1 Definición

La hojuela de pescado es un alimento tipo bocadillo muy difundido en los países asiáticos y comúnmente conocido con el nombre de “Khao Kreab Kung” en Tailandia y “Keropok” en Indonesia (Rado *et al.*, 1989).

Según Barriga *et al.* (2007-2008) la hojuela de pescado es un producto seco, frito y crocante que puede ser clasificado dentro de la categoría de alimentos tipo snack.

Por otro lado, Rado *et al.* (1989) mencionan que este producto procesado es una mezcla de almidón (papa, maíz, arroz), pulpa de pescado, camarón o langostino, saborizantes, sal y agua, la cual es luego cocida a vapor con la finalidad de producir gelatinización de la misma. Posteriormente, el sólido formado es cortado hasta obtener láminas delgadas, que son luego sometidas a un secado y posterior fritado por inmersión en aceite a temperaturas de 185 °C – 190 °C, enfriadas y envasado en bolsas que ofrecen cierta barrera a la transmisión del oxígeno y vapor de agua.

Rado *et al.* (1989) reporta que su elaboración data desde 1974, cuando Quimper *et al.* (1974), desarrollaron este producto utilizando pulpa de merluza fresca, no obstante diversas variables relacionadas al estado de la materia prima, pre-tratamiento de la pulpa y otras características físicas necesarias para una producción semi-industrial sostenida, fueron obviadas.

La importancia de este producto radica en que el porcentaje proteico es superior a cualquier otro tipo de bocadillo existente en el mercado, es por ello que se podría considerar como un alimento preparado para la población escolar (Chimpén, 1999).

La NTP 209.226 (1984) señala que las hojuelas se hallan dentro del rubro de bocaditos o snacks y que existen 2 tipos de clasificación:

- Por su sabor: salados, dulces y de sabores especiales.
- Por el proceso de elaboración: fritos y extruidos.

### **2.9.2 Fundamento teórico**

Se conoce por gelatinización al cambio que sufren los gránulos de almidón cuando son sometidos en agua caliente. Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden embeber agua de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el

agua y volver luego al tamaño original al secarse; las propiedades ópticas no se pierden (por ejemplo la birrefringencia), que es la disrupción de la ordenación de las moléculas en los gránulos. Durante la gelatinización se produce la lixiviación de la amilosa, la gelatinización total se produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan (Herrera *et al.*, 2003 mencionado por Prieto *et al.*, 2009).

El almidón en la elaboración de hojuelas enriquecidas con pulpa de pescado juega un rol muy importante, ya que de éste dependen la mayoría de las características propias de este producto. El almidón es un polisacárido, compuesto por dos cadenas; una lineal denominada amilosa y otra ramificada llamada amilopectina. Cada una de dichas cadenas le da un comportamiento diferente a los diferentes tipos de almidones existentes. Una de las propiedades del almidón que toma mucha importancia en la elaboración de hojuelas enriquecidas con pulpa de pescado es la gelatinización, la misma que implica la formación de una estructura reticular tridimensional, la cual es estabilizada por varios tipos de enlaces intermoleculares. Esta estructura es la que le da la textura y elasticidad al producto, así como también es responsable de la retención de agua, lípidos y otros ingredientes en el mismo. Los grupos hidrófilos son los responsables de que el almidón absorba agua proporcionalmente a la humedad relativa de la atmósfera (Chimpén, 1999).

### **2.9.3 Elaboración de hojuelas**

Chimpén (1999) reporta que las hojuelas se preparan a partir de la pulpa merluza (*Merluccius gayi perunus*) congelada. Inicialmente los bloques de pulpa de merluza se descongelan al medio ambiente de un día para otro y se cortan en un cortador-mezclador (cutter), posteriormente se mezclan con sal y hielo durante 8 minutos. Se adiciona los ingredientes: maicena, polvo de hornear, saborizante (humo líquido), colorante y agua, hasta lograr una mezcla homogénea por un tiempo de 25 minutos, la masa obtenida es vertida a una mezcladora, donde se adiciona agua y hielo y se homogeniza por un tiempo de 5-8 minutos.

Luego mediante la utilización de un embudidor manual se envasa en moldes de polietileno de aproximado 1,5 kg de masa. La masa es colocada apropiadamente sobre parrillas y posteriormente es llevado al cocinador de vapor por 70 minutos a 95-100 °C. Después de la cocción, con la ayuda de ventilador, se enfría por 15 minutos. Los moldes enfriados son retirados para ser cortados manualmente con un cuchillo. Se almacenó en refrigeración a 5 °C durante 24 horas. Se cortaron en rebanadas de 1.5 mm. de espesor y fueron secado en un secador de aire caliente durante 4-5 horas a temperatura de 35-40 °C, las hojuelas secas fueron fritas en aceite vegetal y envasadas en bolsa aluminizada, de 25g y selladas, finalmente fueron almacenadas en condiciones ambientales.

#### **2.9.4 Cambios en almacenamiento**

La vida útil de la hojuela de pescado esta principalmente gobernada por la oxidación de los lípidos incorporados durante el proceso de fritado y por la pérdida de textura (crocantes) como producto de la absorción de vapor de agua del ambiente circundante. Para este efecto, el bloqueo de las reacciones de oxidación, así como la barrera que presenta el material envase juegan un papel de mucha importancia en el mantenimiento de la calidad del producto (Barriga *et al.*, 2007-2008).

Bajo estas consideraciones, se ha pensado que la vida útil de la hojuela de pescado podría ser extendida mediante el uso de nuevas herramientas tales como la incorporación de antioxidante y la utilización de materiales de envasado alternativos de alta barrera que incidirían en la reducción de las tasas de oxidación, el mantenimiento de la textura crocante, además de la pérdida de aroma propia de un alimento tipo “snack” (Barriga *et al.*, 2007-2008).

Quimper (1974) reporta que la textura de la hojuela de merluza va declinando conforme pasa el tiempo, es decir va perdiendo crocantes y esto puede deberse al incremento de humedad que presenta las hojuelas al final del almacenaje. Respecto al sabor y olor, estas características decrecen debido al incremento de humedad de la hojuela como a la oxidación de la grasa. En cuanto a la apariencia general de la hojuela de merluza, ésta no presenta variación mayormente, conservando las características atractivas iniciales del

producto.

## 2.10 Principios de secado

El secado consiste generalmente en la eliminación de humedad de una sustancia por evaporación del agua de la superficie del producto, traspasándola al aire circundante. La rapidez de este proceso depende del aire (la velocidad con la que éste circule alrededor del producto, su grado de sequedad, etc.), y de las características del producto (composición, contenido de humedad, tamaño de las partículas, etc.). El secado es un proceso en el que se intercambian calor y masa. Incluye una operación energética elemental y representa una de las acciones térmicas básicas en la industria de procesos y agro-alimentaria. El secado o deshidratación se usa como técnica de preservación, pues muchas enzimas y microorganismos que causan cambios químicos en los alimentos y otros materiales, no pueden crecer y desarrollarse en ausencia de agua (Bermúdez *et al.*, 2004).

### Conceptos básicos:

- a. **Humedad libre:** Es la humedad en exceso que contiene un sólido sobre la humedad de equilibrio en unas condiciones dadas de temperatura y de humedad. Sólo la humedad libre puede ser evaporada, y lógicamente depende de la concentración del gas (A través de la humedad de equilibrio).
- b. **Humedad ligada:** Es aquella humedad que en un sólido ejerce una presión de vapor menor que la del agua pura a una temperatura dada. Esta humedad puede tratarse de aquella contenida dentro de las paredes celulares, pequeños capilares o grietas, por solución homogénea dentro del sólido y por adsorción química o física en la superficie del sólido.
- c. **Contenido de humedad:** El contenido de humedad de un producto puede expresarse sobre la base del peso húmedo, es decir la masa de agua por unidad de masa de producto húmedo. Otra manera de expresar el contenido de humedad es en base al peso seco, es decir la masa de agua por unidad de masa de componentes sólidos

desechados. La humedad de los sólidos se puede determinar por distintos procedimientos. Los métodos directos se basan en eliminar el agua que contiene el sólido y determinar la cantidad por pesada o por medios químicos.

- d. **Contenido de humedad en base húmeda (Wbh):** Representa la humedad en un material como un porcentaje del peso del sólido húmedo. Se expresa como kg. de agua entre kg. de material húmedo (kg. de sólido seco + kg. de agua).
- e. **Contenido de humedad en base seca (Wbs):** Se expresa como kg. de agua entre kg. de sólido seco.
- f. **Humedad crítica (We):** Es el contenido de humedad promedio cuando la tasa de secado constante termina y comienza la tasa de secado decreciente.
- g. **Humedad de equilibrio (We):** La humedad contenida en un sólido húmedo o en una solución ejerce una presión de vapor dependiente de la naturaleza de la humedad, de la naturaleza del sólido y de la temperatura. Si el sólido húmedo se expone a una corriente de gas con una presión parcial de vapor  $p$ , el sólido perderá humedad por evaporación, o la ganará a expensas del gas hasta que la presión de vapor de la humedad del sólido iguale a la presión parcial de dicha corriente gaseosa. El sólido y el gas se encuentran, entonces en equilibrio, y la humedad del sólido se denomina humedad de equilibrio. No es posible predecir el contenido de humedad de equilibrio de diversos materiales, por lo que se hace necesario determinarlo por vías experimentales. De la misma manera, en muchos casos resulta indispensable obtener algunas mediciones experimentales de las velocidades de secado.
- h. **Período de secado constante:** Es el período de secado durante el cual la remoción de agua por unidad de área de secado es constante.
- i. **Período de secado decreciente:** Es el período de secado en el cual la tasa de secado instantánea decrece continuamente (Bermúdez *et al.*, 2004).

- **Cinética del secado**

Se define la velocidad de secado por la pérdida de humedad del sólido húmedo en la unidad de tiempo, y más exactamente por el cociente diferencial  $(-dX/ d\theta)$  operando en condiciones constantes de secado, es decir con aire cuyas condiciones (temperatura, presión, humedad y velocidad) permanecen constantes con el tiempo (Ocon *et al.*, 1976).

Analíticamente, la velocidad de secado se refiere a la unidad de área de superficie de secado, de acuerdo con la ecuación que se muestra en la figura 7:

$$W = \frac{S}{A} \left( -\frac{dX}{d\theta} \right)$$

**Figura 7: Ecuación de velocidad de secado**

Siendo:

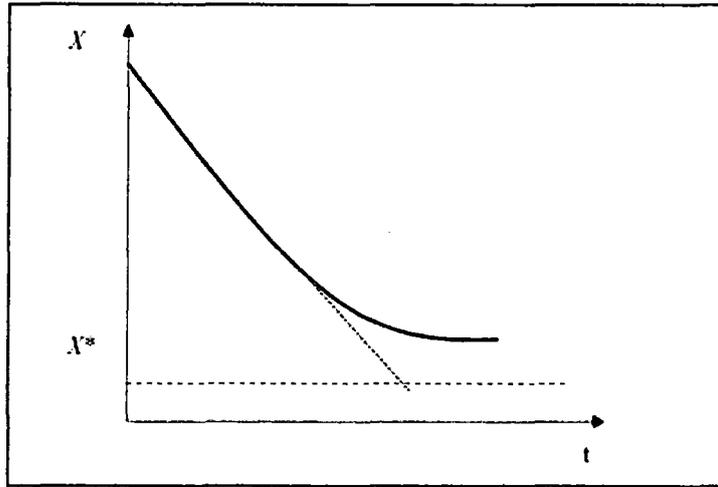
S= peso de sólido seco;

A= área de la superficie expuesta;

W= velocidad de secado.

- **Periodo de secado**

En las experiencias de secado, al representar la humedad del sólido frente al tiempo, operando en condiciones constantes de secado y circulando el aire sobre el objeto a secar, se obtienen curvas del tipo indicado en la figura 8, en la que puede observarse que al principio la humedad del sólido disminuye linealmente con el tiempo de secado (porción recta de la representación), o lo que es lo mismo durante este período la velocidad de secado  $(-dX/ d\theta)$  permanece constante. Se efectúa el secado a esta velocidad constante hasta que la humedad del sólido alcanza un valor crítico, a partir del cual la velocidad de secado disminuye, anulándose cuando la humedad del sólido alcanza el valor de equilibrio con el aire en las condiciones constantes de operación, es decir cuando la humedad libre es cero (Ocon *et al.*, 1976).



**Figura 8: Variación de la humedad versus el tiempo**

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los siguientes ambientes de la Facultad de Pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina:

- Laboratorio de Química de Recursos Hidrobiológicos.
- Laboratorio de Microbiología Pesquera.
- Laboratorio de Ingeniería.
- Centro de Investigación Piscícola (CINPIS).

### **3.2 Materiales y equipos**

#### **3.2.1 Materia prima e insumos**

Manto de pota (*Dosidicus gigas*) refrigerada proveniente de la línea de congelado de la empresa “ESMERALDA CORP. S.A.C.”, harina de quinua (*Chenopodium quinoa*), almidón de papa (*Solanum tuberosum*), azúcar y esencias de vainilla, canela y clavo de olor adquiridos en el Mercado Santa Rosa de Chorrillos y DOSIPLUS (polifosfato sódico y tripolifosfato sódico) proporcionado por GRANOTEC S.A.

#### **3.2.2 Materiales**

##### **Equipos y materiales de Procesamiento**

- Cutter, marca APIN, capacidad 5L.
- Embutidor manual

- Congelador, marca MIRAY
- Refrigeradora doméstica, marca GENERAL ELECTRIC
- Cortador de fiambre, marca BERKEL
- Horno secador, marca KTPERU
- Balanza digital, marca TORREY, modelo L-PCR-40T, con precisión de +0.5g
- Balanza analítica, marca SAUTTER, con precisión de +0.0001g
- Selladora de bolsas, marca SAMWIN, modelo SF-300S
- Otros: bandejas, tableros, cuchillos, baldes, tinas, coladores, bolsas plásticas, menaje de cocina, pabito, moldes de polietileno.

#### **Equipos y materiales de Laboratorio**

- Balanza analítica, marca SAUTTER, con precisión de +0.0001g
- pH-metro, HANNA, pH-009(II) ATC
- Termómetro digital, marca CPS, modelo TM50. USA
- Centrifuga, DAMON, modelo HN-S
- Otros: vasos de precipitado, baguetas, pipetas, probetas, placas petri, embudos, buretas, Erlenmeyer, balón de digestión Kjeldahl.

#### **Reactivos químicos**

- Ácido sulfúrico q.p., hidróxido de sodio q.p., indicador de Tashiro, catalizador, éter etílico q.p., sulfato de sodio anhidro, agua destilada.

### **3.3 Métodos analíticos**

#### **3.3.1 Análisis físico sensorial**

##### **En pota refrigerada**

Los análisis fueron realizados en conjunto con el personal de Aseguramiento de la Calidad de la empresa "ESMERALDA CORP. S.A.C.". Se determinó peso, longitud promedio y se utilizó la tabla de índice de calidad de calamar gigante propuesta por Bravo (2001) (Anexo 1), para determinar su grado de frescura.

### **En producto final**

Para la evaluación sensorial de la hojuela dulce se utilizó la tabla elaborada por Yauri (2006) (Anexo 15). Se determinó además el pH según método de electrométrico (Apha, 1992) por medición directa, introduciendo el electrodo de pH-metro en las muestras y Actividad de agua (Aw), según el método AOAC 926.04 (1990), después de sesenta días de almacenamiento.

### **3.3.2 Análisis químico proximal**

La composición química proximal del manto de pota fresca y del producto final fue realizada según métodos de AOAC (2005). Los ensayos fueron los siguientes: Materia seca (método 950.46), Cenizas (método 942.05), Fibras (método 962.09), Grasa (método 203.05) y Proteína (método 984.13).

### **3.3.3 Análisis microbiológico**

El análisis microbiológico fue realizado en el producto final, según los métodos descritos en Ingran *et al.* (1983). Las pruebas fueron las siguientes:

- Número de aerobios mesófilos viables (UFC/g): ICMSF Vol. I Parte II Pág.120-124
- Número de coliformes totales (NMP/g): ICMSF Vol. I Parte II. Pág.131-134.
- Número de mohos (UFC/g): ICMSF Vol. I Parte II. Pág.166-167
- Número levaduras (UFC/g): ICMSF Vol. I Parte II. Pág.166-167.
- Número de *Staphylococcus aureus* (NMP/g): ICMSF Vol. I Parte II. Pág. 235-238.

### **3.3.4 Análisis biológico**

#### **Determinación Cómputo o Score Químico**

Para evaluar el cómputo químico de las mezclas propuestas se utilizó como referencia el patrón de aminoácidos recomendado por la FAO/OMS (1985), utilizando la expresión que se muestra en la figura 6.

### **Análisis de digestibilidad**

La digestibilidad, del producto final fue determinada según el método 7.060 (AOAC, 1984).

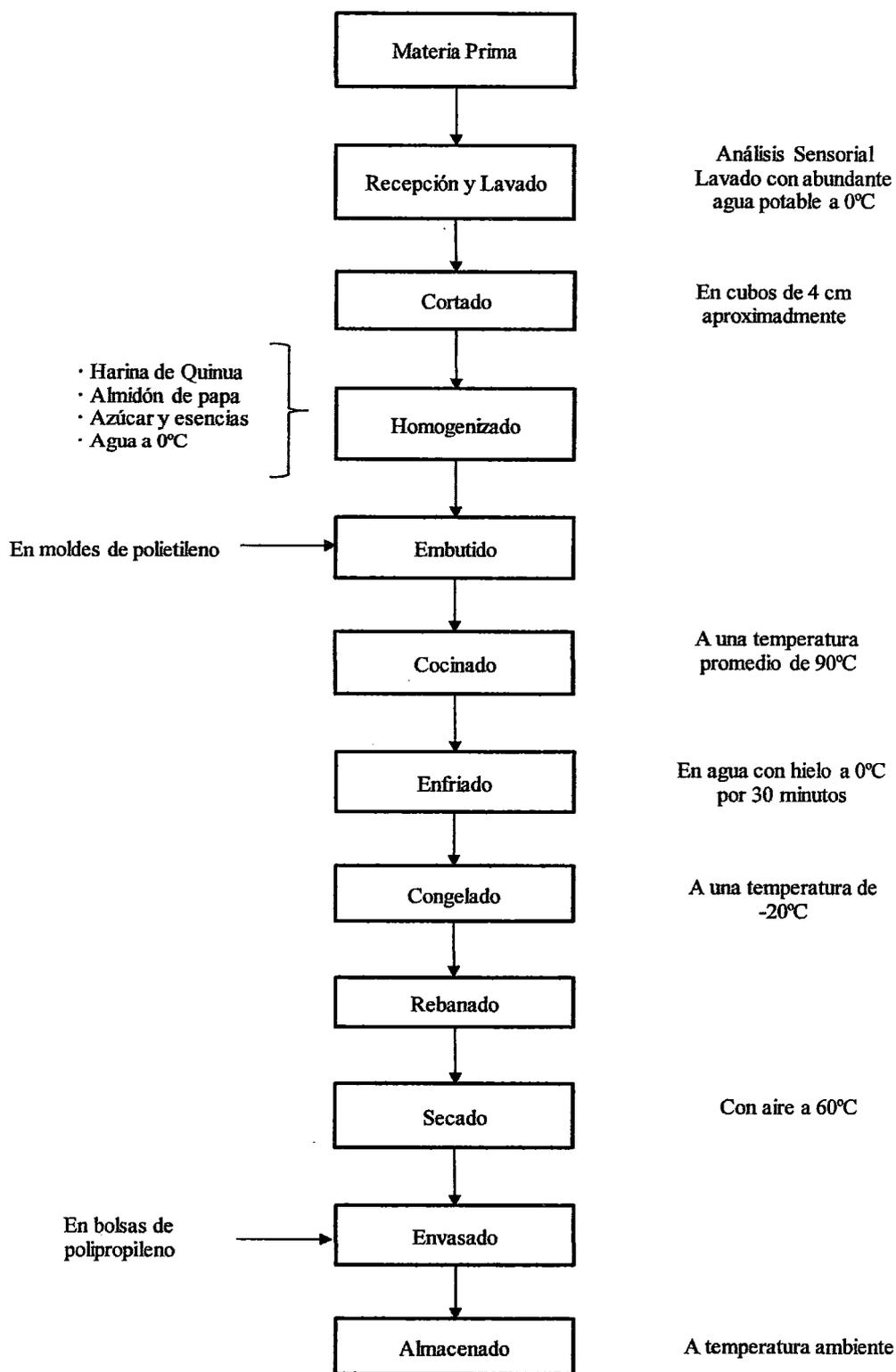
#### **3.3.5 Análisis estadístico**

Se aplicaron pruebas de preferencia en los ensayos experimentales, para ello se utilizó un panel de 10 personas no entrenadas. Los Formatos para la Prueba de Preferencia entre las muestras de hojuelas formuladas, fueron elaborados en base al trabajo reportado por Osorio (2009).

Los resultados de las pruebas de preferencia fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

### **3.4 Parte experimental**

En la figura 9 se muestra el flujo general, utilizado para elaborar hojuela dulce a partir del manto de pota con harina de quinua. Dicho flujo fue elaborado utilizando el proceso propuesto por Rado (1989), con modificaciones al utilizar el manto de pota en vez de merluza y eliminar el fritado de la hojuela para el presente estudio.



**Figura 9: Flujo general para la elaboración de hojuela dulce a partir del manto de pota (*Dosidicus gigas*) con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*)**

Una breve descripción del flujo es el siguiente:

- **Recepción de materia prima**

La papa fue recepcionada en la planta de congelado de la empresa ESMERALDA CORP. S.A.C., en condiciones de refrigeración, posteriormente, se evaluó la frescura y se registró el peso inicial. El manto de papa fue preparada en condiciones de refrigeración para su traslado a la UNALM, en bolsa de 5 kg.

- **Lavado**

El manto fue lavado con agua fría.

- **Cortado**

El manto de papa lavado fue cortado en cubos de aproximadamente 4 cm de espesor, con la finalidad de facilitar el posterior proceso de homogenización.

- **Homogenizado**

Los trozos de manto de papa fueron mezclados con la harina de quinua, almidón de papa, azúcar y esencias. Se utilizó un cutter de 5 kilogramos.

- **Embutido**

La mezcla obtenida, fue embutida en moldes de polietileno de aproximadamente 5 cm. de diámetro y 30 cm. de largo.

- **Cocinado**

Las tripas rellenas fueron sumergidas en agua caliente a 95 °C por 25 minutos con la finalidad de cocinarlo y mejorar su consistencia.

- **Enfriado**

En agua con hielo a < 3 °C por 30 minutos.

- **Congelado**

Después fue congelado y almacenado a -20 °C.

- **Rebanado**

Mediante una cortadora de fiambre.

- **Secado**

En un horno secador a una temperatura de 60 °C hasta alcanzar una humedad de 5 por ciento. Luego se dejó enfriar al medio ambiente antes del envasado.

- **Envasado y Almacenado**

El producto final fue envasado en bolsas de polipropileno de 50 g de capacidad y almacenado al medio ambiente.

### **3.4.1 Formulación de mezclas para elaborar hojuela dulce**

La determinación de las mezclas para elaborar hojuelas, con la materia prima y los dos ingredientes principales, se realizó en dos fases. La primera fase tuvo por finalidad obtener la máxima cantidad de pota que se podría utilizar en la mezcla, para ello se consideró como constante la cantidad del almidón de papa. En la segunda fase, con la mayor cantidad de pota encontrada en la primera fase, se definió las cantidades de almidón de papa y harina de quinua. La evaluación de las mezclas se realizó según el contenido teórico de aminoácidos esenciales y cómputo químico.

#### **a. Fase I: Determinación de la cantidad del manto de pota en la mezcla**

Se formularon 68 mezclas empleando proporciones variables de harina de quinua y manto de pota. Estas mezclas fueron elaboradas teniendo en consideración la cantidad de fécula de maíz utilizada por ITP (31 por ciento) en la elaboración de hojuela de pescado y los requerimientos de aminoácidos para niños en edad pre escolar reportados por la FAO/OMS (1985). El procedimiento para la formulación de las mezclas fue el siguiente:

- El contenido de almidón de papa constante fue 31 por ciento

- Inicialmente se fijó en un 1 por ciento la proporción de harina de quinua y en un 68 por ciento la proporción de manto de pota.
- Se calculó el aminograma teórico de la mezcla utilizando los aminogramas de cada componente. Los aminoácidos considerados para este cálculo fueron los siguientes: Fenilalanina, tirosina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina y valina; basados en recomendaciones de la FAO/OMS (1985).
- Las tablas estarán en función de los aminoácidos evaluados a través del cómputo químico.
- Para las otras mezclas se incrementó en un 1 por ciento la proporción de harina de quinua y se disminuyó en igual cantidad la proporción de manto de pota.
- Se repitió el paso anterior hasta que la proporción de harina de quinua fue 68 por ciento.

Este algoritmo se implementó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010. Según metodología de Valdez *et al.* (1998).

Los resultados de la hoja de cálculo de la Fase I, permitió definir la máxima cantidad de manto de pota en la mezcla que permita cumplir con los requerimientos de aminoácidos para niños en edad preescolar según la FAO/OMS (1985).

**b. Fase II: Definición de la cantidad de almidón de papa y harina de quinua en la mezcla.**

En base a las consideraciones de la primera fase se planteó establecer lo siguiente con respecto a las concentraciones de harina de quinua y almidón de papa.

- El contenido máximo de manto de pota fue constante.
- Se calculó el aminograma teórico de la mezcla utilizando los aminogramas de cada componente. Los aminoácidos considerados para este cálculo fueron los siguientes: Fenilalanina, tirosina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina y valina; basados en recomendaciones de la FAO/OMS (1985).

- Las tablas fueron realizadas en función de los aminoácidos evaluados a través del cómputo químico.
- Para las otras mezclas se disminuyó en un 1 por ciento la proporción del almidón de papa y se incrementó en igual cantidad la proporción de la haría de quinua.
- Se repitió el paso anterior hasta que la proporción del almidón de papa fue 1 por ciento.

Este algoritmo se implementó en una hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010. La utilización de la hoja de cálculo permite optimizar proporciones de harina de quinua y almidón de papa. Según metodología de Valdez et al. (1998).

Con los resultados de la hoja de cálculo de la Fase II donde se muestran las características de las mezclas propuestas, se seleccionará cuatro mezclas que cumplan con los requerimientos mínimos del contenido de aminoácidos para niños de edad preescolar, según FAO/OMS (1985). Dichas mezclas serán utilizadas para la elaboración de la hojuela dulce.

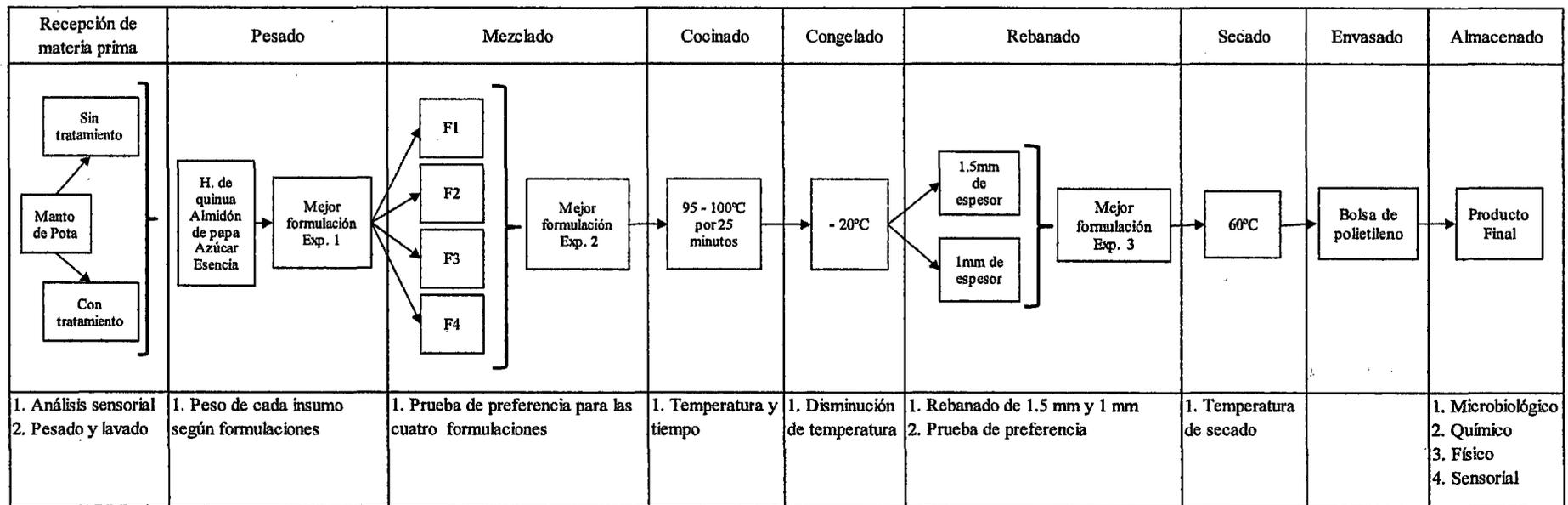
#### **3.4.2 Evaluación de hojuela dulce con pota con y sin tratamiento**

El manto de pota picado fue separado en dos fracciones iguales. Una de ellas fue sometida a un tratamiento de remoción de ácido amargo por inmersión en una solución de DOSIPLUS al 2 por ciento en agua con hielo durante 12 horas (MP<sub>1</sub>). La otra mitad, sin tratamiento, fue muestra testigo (MP<sub>2</sub>). El tratamiento realizado en la pota fue para remover el sabor ácido amargo y es utilizado por la empresa ESMERALDA CORP. S.A.C.

El flujo experimental del presente experimento se muestra en la Figura 10.

El objetivo del experimento fue determinar si existen diferencias en las características sensoriales de las hojuelas dulces elaboradas con manto de pota con y sin tratamiento del ácido amargo (MP<sub>1</sub> y MP<sub>2</sub>, respectivamente).

DOSIPLUS presenta en su composición polifosfato sódico y tripolifosfato sódico, ambos estabilizantes y de soporte al carbonato de potasio, son utilizados en industria de productos del mar. El DOSIPLUS se emplea para hidratar, texturizar, así como evita desprendimiento de olores amoniacaes durante el cocinado de productos elaborados a base de pota (Navarro, 2012).



**Figura 10: Diagrama de flujo experimental para la elaboración de hojuela dulce**

Para la evaluación de la hojuela dulce, se utilizó al azar una mezcla de las cuatro seleccionadas.

Las hojuelas elaboradas con pota tratada ( $M_1$ ) y con pota sin tratar ( $M_2$ ) fueron sometidas a una evaluación sensorial de preferencia. En función a los resultados de la evaluación sensorial se escogió el tratamiento más apropiado.

Los resultados fueron analizados utilizando la prueba de Friedman, en el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0.

### **3.4.3 Elaboración y evaluación de la hojuela dulce**

En este experimento, el objetivo fue determinar una mezcla apropiada con la materia prima (manto de pota) obtenida del experimento anterior, para ello se elaboraron cuatro muestras de hojuela con las mezclas seleccionadas ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  y  $F_4$ ), en base a pota, harina de quinua y almidón de papa. Las hojuelas obtenidas fueron evaluadas sensorialmente mediante un panel aleatorio. El flujo experimental se muestra en la figura 10.

Los resultados fueron analizados utilizando la prueba de Friedman, en el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0.

### **3.4.4 Selección del grosor de hojuela dulce.**

Con la mezcla obtenida del experimento anterior, el objetivo del presente experimento fue determinar sensorialmente el mejor grosor de la hojuela dulce, se utilizaron 1 mm ( $M_3$ ), 1.5 mm ( $M_4$ ), según reporte de Condori (2010). Las hojuelas dulces elaboradas fueron sometidas a una evaluación sensorial de preferencia. El flujo experimental se muestra en la figura 10.

### **3.4.5 Selección de temperatura de secado de hojuela dulce**

El diagrama experimental del presente experimento se muestra en la figura 11. Se utilizaron dos temperaturas a 35 °C ( $T_1$ ) y 60 °C ( $T_2$ ) para el secado de la hojuela dulce, siguiendo las recomendaciones del ITP (Rado *et al.*, 1989) y Sánchez (2009).

Se estableció el tiempo de secado en función a la humedad final de la hojuela seca, para ello se consideró que la humedad del producto deberá cumplir con la NTP 2009.260, dicha norma indica que la humedad debe ser menor o igual al 5 por ciento.

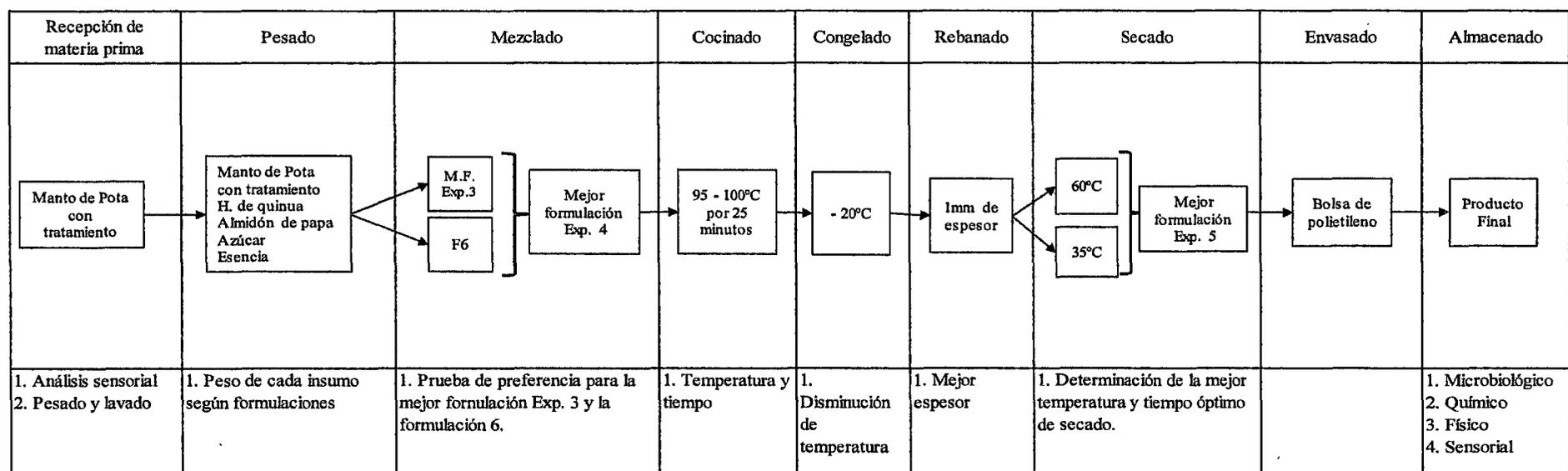
Las muestras de hojuela deshidratada fueron sometidas a una evaluación sensorial de preferencia donde se comparó los efectos de la temperatura de secado (35 y 60 °C) sobre el color y la textura de la hojuela dulce.

### **3.4.6 Evaluación de esencias en la elaboración de hojuela dulce.**

El objetivo del experimento fue determinar la esencia en la hojuela dulce de pota con harina de quinua para tener mayor preferencia, para este fin se elaboraron dos hojuelas, la primera solo con esencia de vainilla (0.3 por ciento) ( $F_5$ ) y la segunda con esencia de vainilla, canela y clavo de olor (0.1 por ciento cada uno) ( $F_6$ ). Las esencias fueron concentrados líquidos de vainilla, canela y clavo de olor. La cantidad de esencia total utilizada en ambas hojuelas (0.3 por ciento) es reportada por Condori (2010) en su estudio sobre hojuelas de pota.

Para comparar los efectos de la adición de esencias en la preparación de hojuela dulce se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) aplicado a una prueba de preferencia entre las formulaciones  $F_5$  y  $F_6$ .

El diagrama experimental del presente experimento se muestra en la figura 11.



**Figura 11: Diagrama utilizado para el experimento de la elaboración de hojuela dulce**

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Manto de pota**

#### **4.1.1 Análisis físico y sensorial**

Las unidades de pota utilizadas en el presente trabajo de investigación presentaron en promedio una longitud total de 65,3 cm y un peso de 20,4 kg. Según estudios reportados por Nesis (1970), mencionado por Bravo (2001), serían individuos grandes por encontrarse con longitudes mayores a 46 cm. Así mismo, corresponderían a ejemplares entre 3 y 4 años.

Los resultados sensoriales indicaron que la materia prima se encontró en el rango de muy bueno debido a que presentaron 9 puntos de demerito, según la tabla de Bravo (2001).

#### **4.1.2 Análisis químico proximal**

Los resultados de la composición química proximal del manto de pota, se muestran en la tabla 13. Al comparar los resultados obtenidos con los valores reportados en la tabla 2, se puede observar que el contenido de humedad, proteína y grasa cruda son similares a los reportados por Abugoch *et al.*, (1999), Maza (2002) y Rosas (2007). Por otro lado, los valores reportados por Pedreschi (1993) e Ibarra (2006) presentan diferencias sólo en el contenido de grasa. Esta diferencia puede ser atribuida a la muestra diferente, época de captura, edad y tamaño. Al respecto, Sikorski (1994) reporta que las variaciones de la composición química podrían atribuirse al grado de alimentación, época del año y madurez sexual entre otros factores.

**Tabla 13: Análisis químico proximal del manto de pota (*Dosidicus gigas*)**

<b>Componente</b>	<b>(%)</b>
Humedad	82,80
Proteína	15,30
Grasa cruda	0,70
Ceniza	1,10

## **4.2 Parte experimental**

### **4.2.1 Formulación de mezclas para elaborar hojuela dulce**

#### **Fase I: Determinación de la cantidad del manto de pota en la mezcla**

Las cantidades de manto de pota en mezcla con harina de quinua que permiten cumplir los requerimientos de aminoácidos según FAO/OMS (1985), se muestran en la tabla 14. Las dos primeras columnas muestran la proporción de harina de quinua y manto de pota, La tercera columna señala la concentración proteica, la cuarta columna muestra el aporte calórico, la quinta columna señala el aminoácido en menor concentración en la mezcla formulada y la sexta columna indica en valor del cómputo químico o score proteico de la mezcla.

- Según los resultados de la tabla 14, se logró determinar que los valores del score proteico mayores de 100 se encontraron en las mezclas de 17 a 33 por ciento de harina de quinua y de 36 a 52 por ciento de manto de pota.
- En ese rango de manto de pota se logró obtener 17 mezclas que no tienen deficiencias de aminoácidos al ser comparadas con el patrón FAO/OMS (1985). Dichas mezclas no presentaron un aminoácido limitante, sin embargo el aminoácido en menor concentración fue ser el Triptófano (100.15-105.72).

- Del rango encontrado, se escogió la máxima cantidad de pota (52 por ciento) en la mezcla con la finalidad de sustituir una pequeña cantidad por la adición de esencia, sin afectar el score químico. El contenido de aminoácidos de la harina de quinua, almidón de papa y manto de pota se encuentra en el Anexo 2.

**Tabla 14: Obtención de la cantidad idónea de manto de pota en la mezcla**

Harina de Quinua	Manto de Pota	Proteína	Energía (Kcal/100g)	Aminoácido Limitante	Score
1	68	12,96	175,01	TRIP	95,52
2	67	12,89	177,41	TRIP	95,79
3	66	12,82	179,81	TRIP	96,06
4	65	12,75	182,21	TRIP	96,33
5	64	12,68	184,61	TRIP	96,60
6	63	12,61	187,01	TRIP	96,88
7	62	12,54	189,41	TRIP	97,16
8	61	12,47	191,81	TRIP	97,44
9	60	12,40	194,21	TRIP	97,73
10	59	12,33	196,61	TRIP	98,02
11	58	12,27	199,01	TRIP	98,31
12	57	12,20	201,41	TRIP	98,61
13	56	12,13	203,81	TRIP	98,91
14	55	12,06	206,21	TRIP	99,21
15	54	11,99	208,61	TRIP	99,52
16	53	11,92	211,01	TRIP	99,83
17	52	11,85	213,41	TRIP	100,15
18	51	11,78	215,81	TRIP	100,46
19	50	11,71	218,21	TRIP	100,79
20	49	11,64	220,61	TRIP	101,11
21	48	11,58	223,01	TRIP	101,44
22	47	11,51	225,41	TRIP	101,77
23	46	11,44	227,81	TRIP	102,11
24	45	11,37	230,21	TRIP	102,45
25	44	11,30	232,61	TRIP	102,80
26	43	11,23	235,01	TRIP	103,15
27	42	11,16	237,41	TRIP	103,50
28	41	11,09	239,81	TRIP	103,86
29	40	11,02	242,21	TRIP	104,22
30	39	10,95	244,61	TRIP	104,59
31	38	10,89	247,01	TRIP	104,96
32	37	10,82	249,41	TRIP	105,34
33	36	10,75	251,81	TRIP	105,72

Continúa...

Continuación...

34	35	10,68	254,21	TRIP	106,11
35	34	10,61	256,61	TRIP	106,50
36	33	10,54	259,01	TRIP	106,89
37	32	10,47	261,41	TRIP	107,30
38	31	10,40	263,81	TRIP	107,70
39	30	10,33	266,21	TRIP	108,12
40	29	10,26	268,61	TRIP	108,53
41	28	10,20	271,01	TRIP	108,96
42	27	10,13	273,41	TRIP	109,39
43	26	10,06	275,81	TRIP	109,82
44	25	9,99	278,21	LEU	109,82
45	24	9,92	280,61	LEU	109,66
46	23	9,85	283,01	LEU	109,49
47	22	9,78	285,41	LEU	109,32
48	21	9,71	287,81	LEU	109,15
49	20	9,64	290,21	LEU	108,97
50	19	9,57	292,61	LEU	108,79
51	18	9,51	295,01	LEU	108,61
52	17	9,44	297,41	LEU	108,43
53	16	9,37	299,81	LEU	108,24
54	15	9,30	302,21	M+C	107,71
55	14	9,23	304,61	M+C	106,64
56	13	9,16	307,01	M+C	105,55
57	12	9,09	309,41	M+C	104,45
58	11	9,02	311,81	M+C	103,33
59	10	8,95	314,21	M+C	102,19
60	9	8,88	316,61	M+C	101,03
61	8	8,82	319,01	M+C	99,86
62	7	8,75	321,41	M+C	98,66
63	6	8,68	323,81	M+C	97,45
64	5	8,61	326,21	M+C	96,22
65	4	8,54	328,61	M+C	94,97
66	3	8,47	331,01	M+C	93,69
67	2	8,40	333,41	M+C	92,40
68	1	8,33	335,81	M+C	91,08

- El porcentaje de proteína en la mezcla disminuyó a medida que el manto de pota disminuye, esto fue atribuido a que la pota posee un porcentaje mayor de proteína (16 por ciento) que la harina de quinua (9.1 por ciento). Cabe señalar que a pesar que se tuvieron concentraciones altas de proteína, cuando la pota se encontró en cantidades dentro del rango de 53 y 68 por ciento, se presentó el triptófano como aminoácido

limitante, puesto que dicho aminoácido se reportó en niveles inferiores (95.52 a 99.83) a lo señalado por la FAO/OMS (1985).

- El contenido energético de las mezclas mostraron que mientras mayor sea el porcentaje de harina de quinua se obtuvieron valores mayores de energía, esto se debió a que el aporte energético por parte de las grasas y proteínas de la harina de quinua es mayor al del manto de pota.
- La cantidad de esencia utilizada (0.3 por ciento) fue la reportada por Condori (2010) y se incluyó como parte del contenido de pota.

## **Fase II: Determinación de la cantidad de almidón de papa y quinua en la mezcla**

Se formularon 47 mezclas empleando proporciones variables de harina de quinua y almidón de papa. Dichas mezclas fueron propuestas teniendo como requisito el cumplimiento de los requerimientos de aminoácidos para niños en edad pre escolar (Tabla 15), según reporte de FAO/OMS (1985). Las consideraciones para la formulación de mezcla fue la siguiente:

- La máxima cantidad de manto de pota en la mezcla fue 51.7
- La cantidad de esencia considerada fue 0.3 por ciento.
- Se fijó en 1 por ciento la proporción de harina de quinua y en un 47 por ciento la proporción de almidón de papa.

La utilización de la hoja de cálculo permite optimizar proporciones de harina de quinua y almidón de papa en base a las siguientes restricciones:

- La concentración de aminoácidos en la mezcla en ningún caso será menor al patrón de referencia FAO/OMS (1985).
- Máxima sustitución de la harina de quinua por el almidón de papa.
- Máximo porcentaje de proteína en la mezcla.

- El criterio principal fue conseguir un score o computo químico para el aminoácido limitante superior al 100 por ciento.

Los resultados de la hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010 se reporta en la tabla 15.

La hoja de cálculo permitió obtener el rango de proporción óptima en base a los resultados obtenidos de aminoácidos limitantes, porcentaje de proteína, energía, computo químico y el valor de NDpCals % para cada una de las mezclas obtenidas. A diferencia de la tabla 14, la tabla 15 presentó una última columna que registró el valor del nitrógeno disponible para procesos de síntesis tisular (NDpCals%).

- Según los resultados mostrados en la tabla 15, se logró determinar que los valores del score proteico mayores de 100 se encontraron en las mezclas de 5 a 16 por ciento de harina de quinua y de 32 a 43 por ciento de almidón de papa.
- En este rango se encontraron las mezclas con el mayor porcentaje de almidón de papa y que no tienen deficiencias de aminoácidos al ser comparadas con el patrón FAO/OMS (1985). Es decir no se presentó un aminoácido limitante, sin embargo el aminoácido en menor concentración, que en este caso resultó ser el Triptófano, alcanzó proporciones que superan el cómputo de 100.
- A medida que se incrementó el porcentaje de harina de quinua en la mezcla, el porcentaje de proteína total dentro de ella también se incrementó debido a que la harina de quinua posee un porcentaje mayor (9.1 por ciento) al de almidón de papa (6.4 por ciento). Por otro lado, si se utilizara cantidades superiores a 16 por ciento de harina de quinua, el computo químico tomara valores menores al 100 por ciento, lo cual indicaría que las mezclas no cumplen con lo establecido por la FAO/OMS (1985). El contenido de aminoácidos de la harina de quinua, almidón de papa y manto de papa se encuentra en el Anexo 2

**Tabla 15: Variación de la cantidad de almidón de papa y quinua en la mezcla**

Harina de Quinua	Almidon de Papa	Aminoácido Limitante	Proteína	Energía (Kcal/100g)	Score	NDpCalS%
1	47	HIS	11.37	211.67	102.56	14.30
2	46	HIS	11.33	208.44	103.21	14.44
3	45	HIS	11.36	208.53	103.74	14.52
4	44	HIS	11.39	208.62	104.26	14.60
5	43	HIS	11.42	208.71	104.78	14.67
6	42	TRIP	11.44	208.80	101.65	14.28
7	41	TRIP	11.47	208.89	101.49	14.26
8	40	TRIP	11.50	208.98	101.33	14.25
9	39	TRIP	11.52	209.07	101.17	14.24
10	38	TRIP	11.55	209.16	101.01	14.23
11	37	TRIP	11.58	209.25	101.86	14.22
12	36	TRIP	11.60	209.34	100.70	14.21
13	35	TRIP	11.63	209.43	100.55	14.19
14	34	TRIP	11.66	209.52	100.39	14.18
15	33	TRIP	11.69	209.61	100.24	14.17
16	32	TRIP	11.71	209.70	100.09	14.16
17	31	TRIP	11.74	209.79	99.94	14.15
18	30	TRIP	11.77	209.88	99.78	14.13
19	29	TRIP	11.79	209.97	99.63	14.12
20	28	TRIP	11.82	210.06	99.48	14.11
21	27	TRIP	11.85	210.15	99.33	14.10
22	26	TRIP	11.87	210.24	99.19	14.08
23	25	TRIP	11.90	210.33	99.04	14.07
24	24	TRIP	11.93	210.42	98.89	14.06
25	23	TRIP	11.96	210.51	98.74	14.05
26	22	TRIP	11.98	210.60	98.60	14.04
27	21	TRIP	12.01	210.69	98.45	14.02
28	20	TRIP	12.04	210.78	98.31	14.01
29	19	TRIP	12.06	210.87	98.16	14.00
30	18	TRIP	12.09	210.96	98.02	13.99
31	17	TRIP	12.12	211.05	97.88	13.98
32	16	TRIP	12.14	211.14	97.74	13.96
33	15	TRIP	12.17	211.23	97.59	13.95
34	14	TRIP	12.20	211.32	97.45	13.94
35	13	TRIP	12.23	211.41	97.31	13.93
36	12	TRIP	12.25	211.50	97.17	13.92
37	11	TRIP	12.28	211.59	97.04	13.90
38	10	TRIP	12.31	211.68	96.90	13.89
39	9	TRIP	12.33	211.77	96.76	13.88
40	8	TRIP	12.36	211.86	96.62	13.87
41	7	TRIP	12.39	211.95	96.49	13.85
42	6	TRIP	12.41	212.04	96.35	13.84
43	5	TRIP	12.44	212.13	96.21	13.83
44	4	TRIP	12.47	212.22	96.08	13.82
45	3	TRIP	12.50	212.31	95.95	13.81
46	2	TRIP	12.52	212.40	95.81	13.79
47	1	TRIP	12.61	215.81	95.19	13.68

- El aporte de energía en las mezclas presentó un comportamiento similar al de la proteína descrito en el punto anterior. Al aumentar la concentración de harina de quinua la energía aumentó, esto se explica porque el aporte energético de las grasas (23.4 kCal/100g) y proteínas (36.4 kCal/100g) de la quinua es mayor al proporcionado por el almidón de papa (3.6 kCal/100g y 25.6 kCal/100g respectivamente). Se puede notar que el aporte energético de los carbohidratos (308.4 kCal/100g) del almidón de papa a pesar de ser mayor al proporcionado por la de harina de quinua (288 kCal/100g) no basta para revertir la tendencia explicada.
- Tanto el score como el NDpCals%, disminuyen en cantidades mayores a 5 por ciento de harina de quinua. Esto sugiere que dentro de lo posible el porcentaje de harina de quinua dentro de la mezcla debería ser mayor de 5, ello a pesar de que se reducen los contenidos de proteína y energía en la mezcla. Sin embargo, considerando los comportamientos inversos entre calidad proteica y aporte energético se buscó un rango donde estos valores sean complementarios.
- En el rango de 5 a 16 por ciento de harina de quinua y 32 a 43 por ciento de almidón de papa se encontraron 12 mezclas. En función a la cantidad de harina de quinua se escogieron cuatro de ellas (8, 11, 13 y 15 por ciento).
- Las mezclas escogidas con la inclusión de pota, esencia a vainilla, harina de quinua y almidón de papa, se muestran en la tabla 16

**Tabla 16: Mezclas escogidas con harina de quinua, almidón de papa, pota y esencia**

<b>Formulación</b>	<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>M<sub>4</sub></b>
Harina de quinua	15.00	13.00	11.00	8.00
Almidón de papa	33.00	35.00	37.00	40.00
Pota	51.70	51.70	51.70	51.70
Esencia	0.30	0.30	0.30	0.30
Proteína (Nx6.25)	11.69	11.63	11.58	11.50
Energía (K.cal/100g)	209.60	209.40	209.30	209.00
Score	100.24	100.55	100.86	101.33
NDpCals	14.17	14.19	14.22	14.25

- La composición química teórica de las mezclas escogidas, se presentan en la tabla 17. Las mezclas presentan un rango de humedad de 46.51 - 46.66 por ciento y porcentajes de 11.56 - 11.75 por ciento de proteína bruta.

**Tabla 17: Composición proximal teórica calculada en base a las mezclas escogidas**

Componentes	Teórico calculado			
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
Proteína (Nx6.25)	11.75	11.70	11.64	11.56
Grasa	1.09	1.05	1.00	0.94
Fibra	1.22	1.21	1.19	1.17
Cenizas	2.97	3.02	3.08	3.16
Carbohidratos	36.31	36.41	36.51	36.66
Humedad	46.66	46.61	46.58	46.51

- Para la elaboración de hojuela dulce, las mezclas escogidas fueron complementadas con azúcar. Lobstein *et al.* (2008) reporta que el contenido de azúcar, en productos de cereales promocionados para niños, se clasifica en bajo (hasta 5 por ciento de azúcar total), medio (entre 5 y 12.5 por ciento) y alto (sobre 12.5 por ciento). Los fabricantes utilizan el azúcar para resaltar el sabor y agradar a los niños. Por otro lado, ODECU (2010) menciona que el contenido de azúcar en los cereales comerciales se encuentran en un rango de 14.76 - 41.72 por ciento y su público es objetivamente infantil.
- La cantidad de azúcar utilizada fue de 8.75 por ciento. Esta cantidad de azúcar será incluida como sustitución parcial de los ingredientes utilizados en la elaboración de la hojuela dulce. La sustitución realizada no afecta el score proteico de las formulaciones seleccionadas. La cantidad de azúcar adicionada a las formulaciones, tomando como referencia a los productos comerciales de cereales para niños, estaría clasificada como medio.
- Las cuatro formulaciones propuestas para elaborar y evaluar la hojuela dulce se reportan en la Tabla 18.

**Tabla 18: Formulaciones seleccionadas para elaborar hojuela dulce**

<b>Formulación</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>
Harina de Quinoa	12.44	11.0	8.43	5.25
Almidón de Papa	33.10	34.54	37.11	40.29
Pota	45.41	45.41	45.41	45.41
Esencia	0.30	0.30	0.30	0.30
Azúcar	8.75	8.75	8.75	8.75

- En la tabla 19 se puede observar el patrón de aminoácidos para niños de 3-5 años NTP 209.260 (2004). El contenido de aminoácidos de las mezclas seleccionadas y el Cómputo químico.
- La composición química teórica de las formulaciones con 5% de humedad y los requerimientos de FAO/OMS (1985) se presentan en la tabla 20. Las formulaciones con una humedad de cinco por ciento, presentan porcentajes de 17.09 - 16.72 por ciento de proteína bruta.

**Tabla 19: Computo químico de las formulaciones seleccionadas**

<b>Aminoácidos (mg/g de proteína cruda)</b>									
NTP 209.260 (2004)	Isol	Leu	M+c	Lis	F+Tir	Treo	Trip	Val	His
Pre-escolares (2-5 años)	28	66	25	58	63	34	11	35	19

<b>mg de aa/100g de proteína (mezcla)</b>									
	Isol	Leu	M+c	Lis	F+Tir	Treo	Trip	Val	His
F1	45,4	74,5	34,4	71,5	70,9	40,4	11,18	44,9	20,6
F2	45,4	74,4	34,4	71,3	70,7	40,4	11,21	44,8	20,5
F3	45,3	74,2	34,4	71,0	70,4	40,3	11,26	44,7	20,2
F4	45,2	74,0	34,4	70,7	70,0	40,2	11,32	44,4	19,9

<b>Cómputo químico (mg de aa en 1g proteína de mezcla/mg de aa en 1g proteína de referencia)</b>									
	Isol	Leu	M+c	Lis	F+Tir	Treo	Trip	Val	His
F1	162,22	112,85	137,75	123,19	112,51	118,89	101,65	128,38	108,63
F2	162,07	112,71	137,73	122,93	112,22	118,76	101,90	128,10	107,83
F3	161,82	112,46	137,68	122,45	111,71	118,52	102,35	127,60	106,39
F4	161,50	112,14	137,62	121,84	111,07	118,23	102,92	126,97	104,59

**Tabla 20: Composición proximal teórica calculada en base a las formulaciones seleccionadas de hojuela dulce y requerimientos de FAO/OMS (1985)**

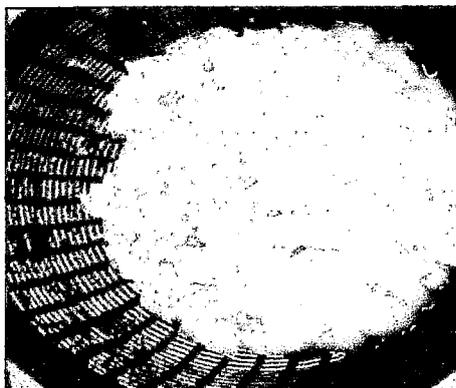
Componentes	Teórico calculado				Referencia FAO/OMS <sup>(1)</sup>
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	
Proteína (Nx6.25)	17.09	17.00	16.87	16.72	No menos al 15%
Grasa	1.55	1.50	1.41	1.29	La mayor cantidad posible hasta el 10%
Fibra	1.86	1.84	1.81	1.76	No más del 5%
Cenizas	4.56	4.68	4.79	4.93	No más del 5%
Carbohidratos	69.93	69.96	70.10	70.29	Por diferencia
Humedad	5.00	5.00	5.00	5.00	No mayor al 5%
Energía	231.43	231.30	231.07	230.78	(*)

(<sup>1</sup>) FAO/OMS (1985).

(\*) La NTP 209.260 indica que una ración del alimento debe cubrir no menos del 30 por ciento (319 Kcal/día) de los requerimientos promedio de energía para niños menores de tres años.

#### 4.2.2 Evaluación de hojuela dulce con pota sin y con tratamiento

El manto de pota picada y lavada (figura 12) fue separada en dos muestras (MP<sub>1</sub> y MP<sub>2</sub>), con estas muestras se elaboraron las hojuelas dulces, para ello se utilizó la formulación que se muestra en la tabla 21.



**Figura 12: Manto de pota picada y lavada**

**Tabla 21: Formulación escogida para elaboración de hojuela dulce**

<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>
Harina de Quinua	5.25
Almidón de Papa	40.29
Azúcar	8.75
Esencias	0.30
Manto de Pota	45.41

Las hojuelas fueron evaluadas sensorialmente y los resultados de la evaluación fueron analizados según el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0. El formato utilizado y los resultados de la prueba de preferencia se encuentran en los Anexos 3 y 4.

El análisis de preferencia, con un nivel de significancia de 0.05 por ciento, presentó suficiente evidencia para concluir que hay diferencia entre las hojuelas elaboradas con manto de pota tratado ( $MP_1$ ) y no tratado ( $MP_2$ ). Se encontró que el 90 por ciento de los panelistas calificó a la hojuela dulce elaborada con  $MP_2$  entre las categorías de muy malo y malo.

El tratamiento del manto de pota fue realizado para retirar los componentes amoniacales atribuidos al mecanismo de flotación que desarrolla. Maza *et al.* (2003) menciona que la densidad del amoniaco es menor que la del agua por lo que a igualdad de volumen, la pota tiende a flotar sin hacer mayor esfuerzo. Este avanzado mecanismo natural de flotación se desarrolla más, cuanto más grande (de más edad) sea el tamaño de la pota.

La característica de amargo que presentó la hojuela elaborada con  $MP_2$  puede ser atribuida al tamaño de la pota utilizada y que correspondió a individuos grandes (>46 cm) quienes presentan mayores cantidades de  $NH_4Cl$  debido a que dicho compuesto es directamente proporcional al tamaño y al espesor del manto de la pota. Al respecto Nakaya 1998 citado por Maza, 2010<sup>b</sup> menciona que especímenes de mayor peso presentan mayor cantidad de  $NH_4Cl$  en comparación a los de menor tamaño.

Maza *et al.* (2003) menciona que el tratamiento de remoción de ácido amargo de la carne se realiza porque la pota tiene un metabolismo basado en el ciclo de la urea y por ello genera amonio y aminos biogénicos, es por ello que requiere del bloqueo de sus bases volátiles nitrogenadas que se hace mediante un tratamiento que a su vez regula el pH.

Por esta razón actualmente se hacen tratamientos de la carne de la pota principalmente los especímenes de mayor tamaño después de laminado del manto crudo con aditivos químicos se remueve el  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y las otras sustancias solubles o simplemente por lixiviación en solución ácida salina como obtención del surimi del manto de pota. A partir del manto tratado libre del mal sabor se desarrollan los nuevos productos de mayor valor agregado (Maza, 2010<sup>b</sup>).

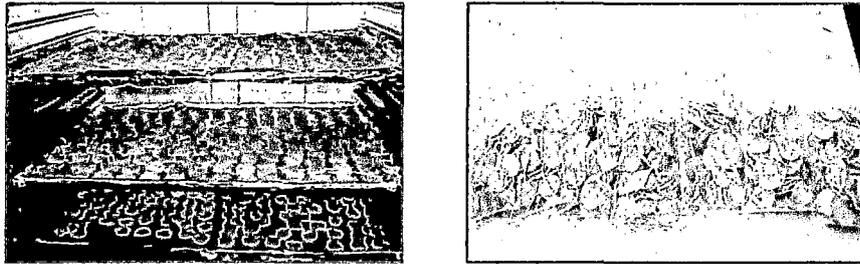
Navarro (2012) reportó tratamientos de reducción de ácido amargo en carne de pota con tres aditivos, siendo uno de ellos el DOSIPLUS; encontró para ese aditivo al 2 por ciento un tiempo adecuado de inmersión de 11.37 horas con un pH (6.73) para reducir las características de amargo de la carne de pota.

La hojuela dulce elaborada con la pota tratada ( $\text{MP}_1$ ) resultó la de mayor preferencia. El tratamiento de reducción del ácido amargo de la carne de pota fue adecuado y confirmó las ventajas de utilizar el aditivo que permitió reducir/eliminar eficientemente la acidez y el olor amoniacal que la pota presenta de forma natural debido a su fisiología.

Se concluye del presente experimento que la mejor materia prima, para elaborar la hojuela dulce, fue la pota tratada ( $\text{MP}_1$ ) con DOSIPLUS al 2 por ciento.

#### **4.2.3 Elaboración y evaluación de la hojuela dulce**

Las muestras de hojuelas dulces (Figura 13) fueron elaboradas con pota tratada utilizando las cuatro formulaciones seleccionadas ( $\text{F}_1$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{F}_3$  y  $\text{F}_4$ ).



**Figura 13: Muestras de hojuela dulce utilizando cuatro formulaciones seleccionadas**

Las características físicas de las cuatro hojuelas elaboradas fueron 3.0 cm de diámetro, 1.5 mm de grosor y 1.72 g de peso. Todas las muestras presentaron un color claro con ciertas tonalidades oscuras en los extremos y un ligero olor a marisco. Es importante destacar que el panel refirió que la hojuelas estaban duras y con sabor a pescado. En cuanto al atributo de dureza, se destaca que esta se puede deber a la alta concentración de manto de pota en la mezcla (45.41 por ciento); al respecto, Maza, 2010, señala que la presencia de Paramiosína (PA) confiere una textura dura y resistente al manto de pota cocido.

Los resultados de la prueba de preferencia fueron analizados utilizando la prueba de Friedman (a un nivel de probabilidad menor al 5 por ciento) en el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0. El formato utilizado y los resultados de la prueba de preferencia se encuentran en los Anexos 5 y 6.

El análisis de comparaciones múltiples mostró que con un nivel de significancia de 0,05; existe suficiente evidencia para concluir que no hay diferencia en la preferencia de las distintas hojuelas elaboradas.

Al no encontrar diferencias en preferencia entre las muestras de las hojuelas dulces, se vio oportuno considerar los costos de elaboración y el porcentaje de calorías proteicas netas diarias, para seleccionar una de las formulaciones. En la tabla 22, se presentan los costos para la elaboración de hojuelas de las cuatro formulaciones

**Tabla 22: Costo de insumos por formulación de hojuela dulce de papa (S/.)**

Formulación	Harina de Quinua	Almidón de Papa	Manto de Pota	Azúcar	Esencia de vainilla	Energía (Kcal/100g)	NDpCalS %	(1)Precio S/.
F <sub>1</sub>	6.72	7.94	5.31	0.84	0.02	231.43	14.06	20.8
F <sub>2</sub>	5.94	8.29	5.31	0.84	0.02	231.3	13.94	20.4
F <sub>3</sub>	4.55	8.91	5.31	0.84	0.02	231.07	13.73	19.6
F <sub>4</sub>	2.84	9.67	5.31	0.84	0.02	230.78	13.47	18.7

(1) Precios en base a formulaciones de 3 kg.

Sobre la relación energética proteica de las cuatro muestras de hojuela, se debe indicar que una porción de 100g de hojuela satisface lo establecido por la NTP209.260 (NDpCalS% 10,94 por ciento), ello se debe básicamente al contenido de harina de quinua y almidón de papa.

Ayala *et al.* (2001) la calidad de la proteína de quinua es superior en contenido de aminoácidos esenciales con relación a las proteínas de los cereales. En cuanto a la grasas, la quinua contiene entre 1.3 g de grasa/100g porción comestible (cocida) y 10.7g de grasa/100g (sémola de quinua), con un promedio ponderado de 5.4 g de grasa/100g. Su aporte nutricional de ácido linoleico y ácido alfa linolénico, alrededor de 2.4% de la energía de la dieta, permite mantener un nivel máximo de ácido araquidónico en los tejidos de animales de laboratorio y evita la aparición de signos de deficiencia de ácidos grasos de la serie n-6 en lactantes y adultos humanos. Los carbohidratos son el componente más abundante en la quinua (66 por ciento) y fuente de energía para el ser humano.

La papa tiene alto contenido de carbohidratos lo que la posiciona como un alimento de alto valor energético (Borba, 2008). Contienen grandes cantidades de almidón y por lo tanto son una fuente fácil para obtener energía, generalmente contienen menos del 2 por ciento de proteína (Latham, 2002).

Al ser los NDpCalS%, de todas las muestras de hojuela elaboradas, superiores a los requerimientos se optó por los resultados de los costos de elaboración para escoger la muestra de hojuela. Por ello se seleccionó la formulación F<sub>4</sub> a fin de optimizar la

utilización de los ingredientes con bajos costos de elaboración. Así mismo, con la finalidad de disminuir la dureza de las hojuelas se optó por disminuir el grosor de la hojuela dulce.

#### **4.2.4 Selección del grosor de hojuela dulce**

Para la selección del grosor de la hojuela dulce se elaboraron dos muestras de hojuela utilizando la formulación F<sub>4</sub>. El grosor de las muestras de hojuela fue de 1.0 mm y 1.5 mm y fueron identificadas como muestras de hojuela dulce M<sub>3</sub> y M<sub>4</sub>, respectivamente.

Para la evaluación sensorial se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) aplicado a una prueba de preferencia de comparaciones, cuyos resultados fueron analizados utilizando la prueba de Friedman (a un nivel de probabilidad menor al 5 por ciento) en el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0. El formato utilizado y los resultados de la prueba de preferencia se encuentran en los Anexos 7 y 8.

El análisis de comparaciones mostro que con un nivel de significancia de 0,05; existe suficiente evidencia para concluir que hay una diferencia entre la preferencia de hojuelas de 1.0 mm y 1.5 mm. El 50 por ciento de las respuestas califico a las hojuelas con un espesor de 1.0 mm como excelente y muy bueno, mientras que el 80 por ciento de las hojuelas de 1.5 mm fueron calificadas en escalas de regular y mala. De ello se concluye que existe preferencia sobre las hojuelas de 1 mm.

Farroni (2011) menciona que el espesor es muy importante para la calidad del producto porque si es muy grueso puede resultar de textura dura y si es muy delgado puede romperse demasiado durante el empaclado y el transporte. Szczesniak (2002) reporta que la textura es una propiedad sensorial detectada por más de un sentido, es un atributo relacionado a varios parámetros y su percepción deriva de la estructura del alimento (molecular, microscópica y macroscópica).

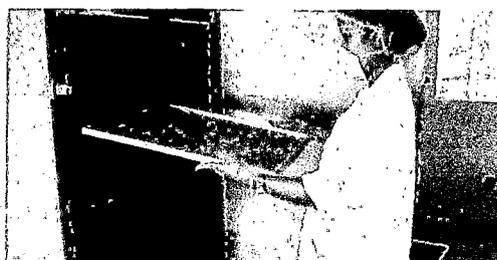
Las hojuelas comerciales CHOCAPIC, Nettle, presentan un grosor de 4.2 mm y Flakes (maíz), Angel, 1.2 mm. Los resultados en cuanto al grosor en el caso de los snack de tubérculos varían dependiendo cuales sean desde 1- 2 mm (Robles, 2007). Silva (2001), mencionado por Condori (2010), desarrollo un producto similar a base de pescado y

cereales alto andinos, donde reporto un grosor de 1mm dio mejores características sensoriales. Rado 1989, elaboro una hojuela de pescado, con un espesor de 1.5 mm siendo secadas y finalmente fueron fritas.

La hojuela dulce de pota con harina de quinua se asemeja en grosor a las hojuelas de maíz y se encuentra dentro del grosor de las hojuelas comerciales.

#### 4.2.5 Selección de temperatura de secado de la hojuela dulce

En el presente experimento se evaluaron dos temperaturas 35 °C ( $T_1$ ) y 60 °C ( $T_2$ ) para el secado de la hojuela dulce, se utilizó un secador con aire de alimentación vertical (Figura 14).



**Figura 14: Secador con aire caliente**

Los parámetros del proceso de secado se muestran en la tabla 23.

**Tabla 23: Parámetros de secado para la hojuela dulce de pota**

Parámetro	$T_1$	$T_2$
Temperatura	35 °C	60 °C
Muestra inicial	1370 g	137.0 g
Área de secado	2.571912 m <sup>2</sup>	2.571912 m <sup>2</sup>
Velocidad del aire	1.5 m/s	1.5 m/s
Humedad inicial	43%	43%
Contenido de sólidos secos	780.9 g	780.9 g
Contenido de agua	58.91 g	589.1 g

Los resultados del proceso de secado de la hojuela dulce a 60 °C se muestran en la tabla 24. Se puede observar que las condiciones de secado de 60 °C de temperatura y velocidad de 1.5 m/s. permitieron que el tiempo de secado sea de 72 minutos para reducir la humedad inicial de 43.20 por ciento a 5 por ciento.

**Tabla 24: Secado a velocidad del aire de 1.5 m/s y temperatura de 60 °C**

Tiempo		Peso total g	Humedad total g	Humedad en Base Húmeda (%Wbh)	Humedad en Base Seca (Wbs) g H2O/gr material seco
min	h				
0	0.00	1370	591.84	43.20	0.7606
18	0.30	1040	261.84	25.18	0.3365
33	0.55	900	121.84	13.54	0.1566
48	0.80	845	66.84	7.91	0.0859
63	1.05	825	46.84	5.68	0.0602
72	1.20	819	36.84	5.00	0.0530
78	1.30	815	34.84	4.52	0.0473
93	1.55	813	32.84	4.29	0.0448
108	1.80	811	31.84	4.05	0.0422

Singh *et al.* (1997) reporta que después de un corto período de estabilización inicial donde el sólido está a baja temperatura y la velocidad de evaporación aumenta a medida que sube la temperatura, se registra una etapa de velocidad de secado constante, donde la temperatura de la superficie alcanza su valor de equilibrio, lo que provoca una reducción importante del contenido de agua a temperatura y velocidad de secado constante, mientras la superficie del sólido se mantiene saturada de agua que migra desde el interior a la misma velocidad que ocurre la evaporación en la superficie. Al alcanzarse la humedad crítica inicia el primer período de velocidad decreciente, generalmente lineal, comenzando a secarse la superficie. La temperatura de la superficie empieza a elevarse sostenidamente hasta que se aproxima a la de bulbo seco del aire cuando el producto se acerca al estado de sequedad. Acontece entonces el segundo período de velocidad decreciente; se desplaza el plano de evaporación hacia el interior y disminuye con celeridad la velocidad de secado hasta alcanzar la humedad de equilibrio del producto.

Los resultados del proceso de secado de la hojuela dulce a 35 °C se muestran en la tabla 25. Se observa que las hojuelas con un peso de 1370 g y una humedad inicial de 43.20 por ciento, secadas a temperatura de 35 °C y velocidad de aire de 1.5 m/s, el tiempo de secado fue de 483 minutos, el cual alcanzó a reducir la humedad hasta un 4.99 por ciento.

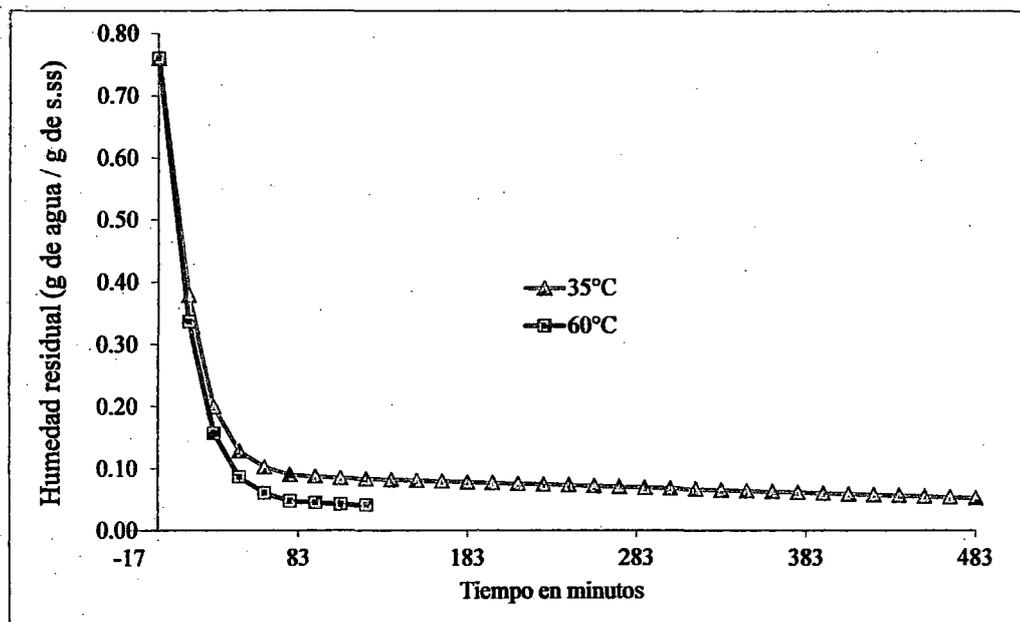
**Tabla 25: Secado a velocidad del aire de 1.5 m/s y temperatura de 35 °C.**

Tiempo		Peso total g	Humedad Total g	Humedad en Base Húmeda (% Wbh)	Humedad en Base Seca (Wbs) g H <sub>2</sub> O/g material seco.
min	h				
0	0	1370	591.84	43.20	0.7606
18	0.30	1073	294.84	27.48	0.3789
33	0.55	933	154.84	16.60	0.199
48	0.80	878	99.84	11.37	0.1283
63	1.05	858	79.84	9.31	0.1026
78	1.30	848	69.84	8.24	0.0898
93	1.55	846	67.84	8.02	0.0872
108	1.80	844	65.84	7.80	0.0846
123	2.05	843	64.84	7.69	0.0833
138	2.30	842	63.84	7.58	0.0820
153	2.55	841	62.84	7.47	0.0808
168	2.80	840	61.84	7.36	0.0795
183	3.05	839	60.84	7.25	0.0782
198	3.30	838	59.84	7.14	0.0769
213	3.55	837	58.84	7.03	0.0756
228	3.80	836	57.84	6.92	0.0743
243	4.05	835	56.84	6.81	0.0730
258	4.30	834	55.84	6.70	0.0718
273	4.55	833	54.84	6.58	0.0705
288	4.80	832	53.84	6.47	0.0692
303	5.05	831	52.84	6.36	0.0679
318	5.30	830	51.84	6.25	0.0666
333	5.55	829	50.84	6.13	0.0653
348	5.80	828	49.84	6.02	0.064
363	6.05	827	48.84	5.91	0.0628
378	6.30	826	47.84	5.79	0.0615
393	6.55	825	46.84	5.68	0.0602
408	6.80	824	45.84	5.56	0.0589
423	7.05	823	44.84	5.45	0.0576
438	7.30	822	43.84	5.33	0.0563
453	7.55	821	42.84	5.22	0.0551
468	7.80	820	41.84	5.10	0.0538
483	8.05	819	40.84	4.99	0.0525

Rado (1989), reportó, para el secado de las hojuelas de pescado en un secador artificial a 35 °C, un tiempo de 150 minutos, con una velocidad de secado de 1.5 m/s. alcanzando a reducir la humedad hasta un 9 por ciento para luego ser fritadas.

De acuerdo a Singh *et al.* (1997), afirma que el tiempo de secado a velocidad decreciente es mayor que el tiempo de secado a velocidad constante, dado que el agua a eliminar es muy difícil ya que se encuentra fuertemente ligada.

En la figura 15 se muestra las curvas representativas de secado de la hojuela dulce de pota con quinua a las temperaturas de 35 y 60 °C. La curva de secado a 35 °C presentó mayor tiempo de proceso si se compara con la de 60 °C, pues el tiempo empleado para alcanzar el 5 por ciento de humedad para esta temperatura fue de 72 minutos, mientras que para la temperatura de 35 °C fue de 483 minutos.



**Figura 15: Curva de secado para la hojuela dulce de pota con harina quinua a 35 y 60°C**

Para comparar los efectos de la temperatura de secado (35 °C y 60 °C) sobre el color y la textura de las hojuelas, se utilizó un diseño experimental aplicado a una prueba sensorial donde se evaluó el color y la textura de las hojuelas secadas a las distintas temperaturas. Se

utilizó una escala hedónica para calificar el color y la textura. Los calificativos obtenidos se muestran en las tablas 26 y 27, respectivamente.

**Tabla 26: Calificativo en la escala hedónica de color de hojuela dulce de pota con harina de quinua secadas a 35 y 60 °C.**

Escala	% del calificativo	
	35°C	60 °C
3° Hojuela color uniforme		60
2° Hojuela clara con puntos marrones	30	40
1° Hojuela oscura con puntos marrones	70	

**Tabla 27: Calificativo en la escala hedónica de textura de hojuela dulce de pota con harina de quinua secadas a 35 y 60 °C**

Escala	% del calificativo	
	35 °C	60 °C
5° Duro	60	
4° Ligeramente duro	40	30
3° Firme (ni blando ni duro)		70
2° Ligeramente blando		
1° Blando		

Respecto al color, los resultados fueron analizados utilizando la prueba de Friedman (a un nivel de probabilidad menor al 5 por ciento) en el software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0. El formato usado en la prueba de preferencia se muestra en el Anexo 9.

León *et al.* (2006) menciona que el color es una importante cualidad de los alimentos y su percepción aporta datos sobre su calidad y estado de conservación, además es el primer parámetro evaluado por el consumidor y es crítico en la aceptación o rechazo de los productos

Durante el secado se produjo un oscurecimiento de las muestras debido a la formación de pigmentos color pardo por el desarrollo de las reacciones de pardeamiento no enzimático. Cardelle *et al.* (2005) reporta que la formación de color durante el procesado y conservación de los alimentos, puede ser debida, entre otras cosas, a la reacción de Maillard y a la caramelización. En las etapas iniciales de la reacción de Maillard, no hay producción de color; en la intermedia, se forman colores amarillos suaves. Muchos de los olores y sabores son generados durante el horneado, en etapas intermedias de la reacción; en la etapa final, se forman los pigmentos oscuros o pardos denominados melanoïdinas.

Farroni (2011), reporta que las hojuelas hechas de maíz, en horno rotatorio con una temperatura de 230-315 °C tiene un color pardo amarillento, mientras las hojuelas de pescado en el proceso de deshidratado, con una temperatura de 60 °C presentaron un color amarillo Sánchez (2009) y las hojuelas de quinua presentaron un color dorado, siendo la temperatura de horneado de 120 °C (Altamira *et al.*, 2006).

Las hojuelas han sufrido una serie de modificaciones en el tiempo, relacionados con su forma, su sabor, el grano de cereal utilizado, el nivel de azúcar, grasa y su color, todas características que han producido un importante crecimiento de estos productos en el mercado (Czollak *et al.*, 2005).

El análisis de comparación mostró que con un nivel de significancia de 0.05; existe suficiente evidencia estadística para concluir que hay diferencia entre el color obtenido al secar las hojuelas con aire a 35 y 60 °C (Anexo 10). Según análisis de la escala de puntuación presentado en el tabla 26, se puede observar que el 70 por ciento de los encuestados califico a las hojuelas secadas a 35 °C con la puntuación 1 y el 60 por ciento de los encuestados a las hojuelas secas a 60 °C en la escala 3, es decir el tratamiento de 60 °C es el que confiere mejor presentación en cuanto al color.

Por otro lado, la evaluación de las comparaciones de la textura mostró que, con un nivel de significancia de 0.05 por ciento; existe suficiente evidencia estadística para concluir que hay diferencia entre las texturas al secar las hojuelas con aire a 35 y 60 °C. El formato utilizado y los resultados de la prueba de preferencia se encuentran en los Anexos 11 y 12.

Como se observa en el cuadro 27, el 60 por ciento de los encuestados califico a las hojuelas secadas con aire a 35 °C como dura, mientras que el 70 por ciento de los encuestados califico a las hojuelas secadas con aire a 60 °C como firme.

Las propiedades mecánicas de los alimentos están relacionadas a la textura y por lo tanto a su aceptación sensorial (Attenburrow *et al.*, 1989). Dichas propiedades caracterizan la forma en que los materiales se deforman por la aplicación de una fuerza, y están relacionadas a las características estructurales de la muestra. Para los sólidos porosos, como los cereales de desayuno, dependen de la estructura celular (tamaño y distribución de poros), las propiedades de la fase sólida y la densidad (Gondek *et al.*, 2006). Por su parte estas características dependen del procesamiento, los tratamientos térmicos y mecánicos y la composición del producto (Nussinovitch, 2005). La sensación placentera asociada con la desintegración de un alimento en la boca está asociada a sus propiedades mecánicas (Gondek *et al.*, 2006).

La textura puede definirse como todos los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto perceptible mediante receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Rosenthal, 1999). De esta definición surgen varias características importantes de la textura: es una propiedad sensorial detectada por más de un sentido, es un atributo relacionado a varios parámetros y su percepción deriva de la estructura del alimento (molecular, microscópica y macroscópica) (Szczesniak, 2002).

Rado (1989) menciona que en la elaboración de hojuela de pescado, existe una influencia entre la cantidad de agua utilizada y lo crocante de la hojuela, presentando mejores características organolépticas.

Altamira 2006, reporta que las hojuelas de cereal en base a quinua presentaron una textura crocante, aun no presentando la misma dureza, se comporta de forma similar a una hojuela típica a base de maíz.

Del presente experimento se concluye que la muestra de hojuela dulce de pota con harina

de quinua deshidratada con aire a 60° C de temperatura, presentó las mejores características de color y textura.

#### **4.2.6. Evaluación de esencias en la elaboración de hojuela dulce**

El análisis de comparaciones mostro que, con un nivel de significancia de 0,05; existe suficiente evidencia para concluir que hay diferencia entre la preferencia de las hojuelas preparadas con adición de vainilla, clavo de olor y canela (F<sub>6</sub>) sobre la formulación (F<sub>5</sub>). El formato utilizado y los resultados de la prueba de preferencia se encuentran en los Anexos 13 y 14.

Se pueden establecer varias clasificaciones de las esencias según su procedencia, olor, sabor, etc. Desde el punto de vista de su origen podemos establecer dos grandes grupos: agentes esencias naturales y agentes esencias artificiales obtenidos por síntesis. En el primer grupo tenemos los directamente obtenidos de productos tales como frutos, cortezas de fruto, etc., así como los obtenidos por síntesis de productos naturales. Los aromas sintéticos artificiales son muy usados en los alimentos en la actualidad por varias razones: tienen un alto nivel aromatizante, bastando unas dosis muy pequeñas para conseguir el efecto deseado y son más baratos y persistentes que los aromas naturales (García, s.f.)

La industria química es capaz de reproducir a un precio razonable la mayoría de las sustancias aromáticas cuya estructura se conoce. Así se obtienen la *vainillina* (vainilla) o el *anetol* (anís). Otros se obtienen por aislándolas a partir de fuentes naturales. Uno de ellos es el *eugenol*, que se obtiene del aceite de clavo, del que forma alrededor del 85% (Ibáñez *et al.*, s.f.). Por otro lado, el CODEX (2006) reporta que los extractos naturales de fruta y extracto de vainilla, se utilizaran según las buenas prácticas de fabricación.

El ensayo experimental permite concluir que la muestra de hojuela dulce con la mezcla de vainilla, clavo de olor y canela (0.1 por ciento cada uno), presentó las mejores características sensoriales.

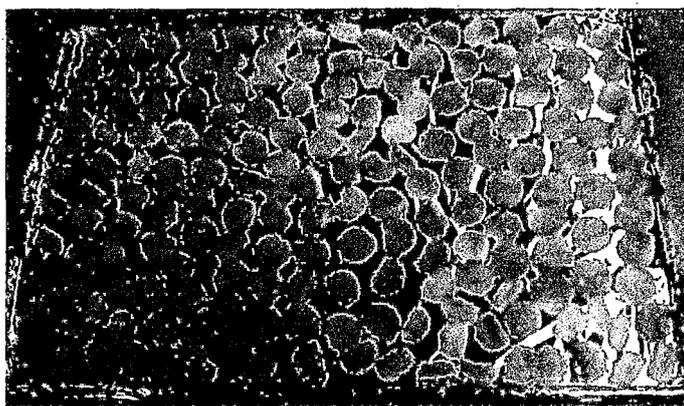
### **4.3 Producto final**

#### **4.3.1 Análisis Físico y Sensorial**

El valor de pH de la hojuela dulce fue 6.31 medido a 23 °C. Similares resultados fueron reportados por Osorio (2009) en hojuelas extrudidas de cereales con harina de papa, Muñoz (2007), en hojuelas de papa fritas y el Programa Qali Warma (2014) en hojuelas de avena.

Bojorquez (1992) menciona que el pH de un alimento nos permite conocer si éste tiene buena capacidad de retención de agua, ya que actúa sobre la fuerza de gel de la proteína presente. Este autor señala que valores de pH mucho menores a 6,0 reducen enormemente la fuerza de gel de las proteínas. Los valores obtenidos en el producto final fueron ligeramente ácidos pero supero el pH 6,0, por lo tanto se puede afirmar que las propiedades funcionales no han sido afectadas drásticamente.

La tabla 28 muestra los resultados del análisis sensorial realizado a las hojuelas dulces de papa con harina de quinua (figura 16) y las hojuelas comerciales Nestlé Fitness (miel y almendras), según la tabla de evaluación sensorial propuesta por Yauri (2006) (Anexo 15).



**Figura 16: Hojuela dulce de papa con harina de quinua**

**Tabla 28: Características sensoriales de hojuela dulce de pota con harina de quinua y Nestlé Fitness**

<b>Característica Evaluada</b>	<b>Hojuela de pota con harina de quinua</b>		<b>Nestlé Fitness (Miel y Almendras)</b>	
	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje promedio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Puntaje promedio</b>
<b>Textura</b>	Crocante pero duro y ligoso (adhesión a los dientes)	2.1	Crocante, pero duro y ligoso	2.8
<b>Sabor y olor</b>	Agradable (principalmente olor a vainilla y canela) pero presencia de otros sabores y olores	3.2	Agradable (Miel y Almendras), suave, libre de sabores y olores extraños al producto	3.8
<b>Apariencia</b>	Buena uniformidad de color y tamaño (beis y circular), en un 50 por ciento	3.4	Muy bueno, tamaño y color no tan uniforme	3.6
<b>Total</b>		<b>8.7</b>		<b>10.4</b>

La hojuela de pota y la muestra de Nestlé presentaron similitud en cuanto al atributo de textura, con ligera adherencia durante la masticación de la hojuela de pota. Por otro lado, las evaluaciones en el sabor y olor, presentadas por el conjunto de los evaluadores, identificaron un sabor propio de los ingredientes en las hojuelas de pota. Sobre la forma de la hojuela de pota, se debe señalar que estas están relacionadas con el proceso de corte, en este proceso se observaron los problemas de ruptura y adherencia de la masa, esta característica es reportada por Rado *et al.* (1989) en la elaboración de hojuela de merluza.

Según la tabla de Yauri (2006) (Anexo 15), la hojuela dulce de pota con harina de quinua fue calificado como Bueno.

### Actividad de agua (Aw)

Después de 60 días de almacenamiento la Aw fue de 0,60 a pH de 6.31. Con el valor de Aw y pH la posibilidad de alteración microbiana es mínima en adecuadas condiciones de almacenamiento. Gimferrer (2008), afirma que con  $Aw < 0,60$  no hay crecimiento microbiano pero sí puede haber microorganismos como residentes durante largos periodos de tiempo. Por ejemplo en chocolate, miel, galletas o dulces.

### 4.3.2 Análisis químico proximal

Los resultados de la composición química proximal de la hojuela dulce de pota con harina de quinua (HQ), se muestran en la tabla 29.

**Tabla 29: Composición química proximal del producto final**

Componentes	Hojuela dulce de pota con HQ (%)	Hojuela comercial <i>Fitness</i> <sup>*</sup>
Humedad	5.24	5.00 <sup>a</sup>
Proteína (Nx6.25)	13.09	8.90 <sup>a</sup>
Grasa	0.70	2.30 <sup>a</sup>
Fibra	0.25	8.70 <sup>a</sup>
Carbohidratos (por diferencia)	79.12	75.10 <sup>a</sup>
Cenizas	1.59	--

<sup>\*</sup>Cereal para el desayuno a base de trigo, arroz y maíz (Fitness)

<sup>a</sup>Fuente: Nestlé Perú (2014)

Los resultados del análisis químico proximal del producto final en comparación al que presenta una hojuela comercial de la marca *Nestlé*, mostró similitud en los valores de humedad y carbohidratos, al comparar el contenido proteico de la hojuela de pota con harina de quinua con una hojuela comercial, podemos observar que se logró obtener un producto superior en proteína a la elaborada por Nestlé pero en fibra y extracto etéreo la

hojuela de *Fitness* de la empresa *Nestlé*, fue más alto; estas variaciones fueron atribuidas a los ingredientes utilizados en la elaboración de las hojuelas.

Respecto al contenido de grasa, debido al bajo aporte de grasa por parte de los insumos en la preparación de hojuelas, el producto final presentó un valor por debajo de las hojuelas comerciales que presentaron un rango de 1.3-6.9 (Altamira *et al.*, 2006).

En cuanto al contenido de humedad, próximo al 5 por ciento, de proteína, 13.09 por ciento y la baja cantidad de fibra 0.25 por ciento; se puede observar que estos valores cumplen los requerimientos de la norma NTP- 209.260.

El contenido de carbohidratos presenta un valor dentro de las hojuelas comerciales desde 46.6-79.9 por ciento (Altamira *et al.*, 2006). Como se sabe las únicas fuentes de carbohidratos dentro de la mezcla fueron la harina de quinua y el almidón de papa, que aportaron el alto contenido de carbohidrato.

#### 4.3.3 Análisis microbiológico

Los resultados se muestran en la tabla 30. La cantidad de microorganismos presentes en la hojuela se encontraron por debajo de los requisitos que exige la NTP-209.260. El bajo recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos, levaduras y *Staphylococcus aureus* confirmó que durante la elaboración del producto se ha mantenido la calidad sanitaria, las condiciones de manipuleo y las condiciones higiénicas de la materia prima.

**Tabla 30: Análisis microbiológico de hojuela dulce de papa con harina de quinua**

Ensayos	Resultados	NTP.209.206
N. aerobios mesófilos viables (UFC/g)	< 10 Estimado	10 <sup>4</sup>
N. coliformes totales (NMP/g)	< 3	10
N. mohos (UFC/g)	10 Estimado	
N. levaduras (UFC/g)	<10 Estimado	
N. <i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/g)	< 3	10

#### 4.3.4 Análisis de digestibilidad

El análisis de digestibilidad realizado a la proteína de hojuela tuvo un valor de 97.1 por ciento. Con el valor de digestibilidad se corrigió el cómputo de la proteína con la siguiente ecuación (Figura 17).

$$\text{Score}_{\text{(corregido)}} = \frac{\text{mg de aminoácido en 1 g de proteína de mezcla}}{\text{mg de aminoácido en 1 g de proteína de la referencia}} \times \text{Digestibilidad \%}$$

**Figura 17: Score corregido por digestibilidad**

Para la formulación seleccionada la relación más baja entre aminoácidos correspondió al triptófano (1.016), valor que luego de ser multiplicado por 97.1% dio como resultado un score (Corregido) de 98.65 por ciento; este valor encontrado cumplió con los requerimientos de la NTP 9.260 (SCORE (Corregido)  $\geq$  75 por ciento).

#### 4.3.5 Rendimientos

El rendimiento obtenido fue de 31.38 por ciento. Valdez (1995) en su trabajo sobre la obtención harina de hojuelas de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada malteadas, reportó un rendimiento de 40 por ciento. Mientras que Pascual *et al.* (2002), reportó un rendimiento final del proceso de elaboración de hojuela de arracacha fue de 29.8 por ciento.

En la operación rebanado se pudo observar una disminución del rendimiento a 53.11 por ciento. Esta disminución se debió en gran medida a la fácil ruptura de la masa y su adherencia a la cuchilla, que ocasionaron pérdidas durante el proceso de corte. Este comportamiento fue similar al descrito por Rado *et al.* (1989) durante la elaboración de hojuela fritada de merluza.

En la tabla 31 se muestra el rendimiento total del procesamiento de hojuela dulce de pota con quinua.

**Tabla 31: Rendimientos del procesamiento de hojuela dulce de pota con harina de quinua**

<b>Operación</b>	<b>Ingreso (g)</b>	<b>Salida (g)</b>	<b>Rendimiento Total (%)</b>
Recepción	1820.18	1820.18	100.00
Lavado	1820.18	1803.25	99.07
Cortado	1803.25	2318.25	99.07

Pesado	1803.25
	1638.00

Homogenizado	3441.25	3441.25	100.00
Embutido	3441.25	3083.51	89.60
Cocción	3083.51	3097.69	90.02
Enfriado	3097.69	3097.69	90.02
Congelado	3097.69	3097.69	90.02
Rebanado	3097.69	1827.64	53.11
Secado	1827.64	1096.58	31.87
Envasado	1096.58	1080.00	31.38
Almacenado	1080.00	1080.00	31.38

## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la hojuela dulce de pota elaborada con manto de pota 45,41%, almidón de papa 40, 29%, harina de quinua 5,25%, azúcar 8,75%, esencia 0,3%; cumplió con las Norma Técnica Peruana NTP-209.260 (2004) respecto a cantidad de proteínas, aminoácidos y cómputo químico.
2. Fue posible elaborar una hojuela dulce de pota (*Dosidicus gigas*) utilizando manto de pota tratada con DOSIPLUS al 2%, en mezcla con harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) y almidón de papa que cumplió con los requerimientos de la NTP-209.260 (2004) para alimentos cocidos destinados para niños en edad preescolar entre dos y cinco años, respecto al contenido de proteína y aminoácidos.
3. Los parámetros óptimos para el proceso de secado de la hojuela dulce fueron los siguientes: grosor de la hojuela de 1.0 mm, temperatura del secado a 60 °C, velocidad del aire a 1.5 m/s.
4. El producto final tuvo un Valor pH de 6.31 y actividad de agua de 0.6, dicho valor le confiere gran estabilidad para el almacenamiento.
5. La composición química proximal fue: Humedad 5. 24 %, proteína 13.09 %, grasa 0.70 %, fibra 0.25 %, carbohidratos 79.12 % y cenizas 1.59 %.
6. Los resultados de Numeración aerobios mesófilos (UFC/g) < 10 Estimado, Numeración coliformes totales (NMP/g) < 3, Numeración mohos (UFC/g) 10 Estimado, Numeración levaduras (UFC/g) <10 Estimado, Numeración *Staphylococcus aureus* (NMP/g) < 3. Dichos resultados se encontraron por debajo de los requisitos

que exige la NTP-209.260 (2004) y confirmaron las condiciones higiénicas de elaboración

7. El cómputo químico del producto final no presentó un aminoácido limitante respecto al patrón de la NTP-209.260 (2004) y confirmó el buen índice nutricional, respecto al contenido de aminoácidos, para este producto.
  
8. El análisis de digestibilidad del producto final fue de 97.1%, este valor sugiere que se llegó a cumplir los requerimientos de la NTP-209.260 (2004) SCORE (Corregido)  $\geq$  73 %), siendo un producto de buena digestibilidad y adecuado para la alimentación infantil, respecto al contenido de aminoácidos.
  
9. El rendimiento del proceso de elaboración de hojuela dulce con manto de papa, harina de quinua y almidón de papa fue de 31.38 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1. Realizar el estudio de vida útil de la hojuela dulce elaborada con manto de pota, harina de quinua y almidón de papa, utilizando diferentes tipos de envase.**
- 2. Realizar estudios para complementar la formulación de la hojuela dulce elaborada con la inclusión de grasa y minerales, según exigencia de la NTP-209.260 (2004).**
- 3. Realizar un estudio de técnico y económico para la producción de esta hojuela dulce con la finalidad de atender programas sociales de apoyo alimentario.**

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abugoch, L; Guarda, M; Pérez, R. y Donghi, V. (1999). Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto d jibia (*Dosidicus gigas*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 50(4): 380-386 p.
2. Ahamed, N.; Singhal, R.; Kulkarni, P. y Pal, M. (1998). A lesser – known grain, *Chenopodium quinoa*: Review of the chemical composition of its edible parts. Food and Nutrition Bulletin. 19: 61-70.
3. Alamo, V. y Valdivieso, V. (1987). Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. Bol. Inst. Mar Perú - Callao. Vol. Extraordinario 1– 205. 1987. Improffset. Callao, Lima, 173 p.
4. Altamira, J; Aranguiz, L. (2006). Desarrollo, optimización y estudio de factibilidad técnico económica de productos a base de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) (en línea). Consultado 18 agot. 2014. Disponible en [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112014/altimira\\_js.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112014/altimira_js.pdf?sequence=1)
5. AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1984). Official Methods of Analysis. Approved Methods of the AOAC, 15th ed. Method 7.060, Washington, D. C. 5-9 p.
6. AOAC (Association of Official Analytical Chemist). (1990). Official Methods Analysis. 15th ed. AOAC, Washington, D.C. 981 p.

7. AOAC (Association of Official Analytical Chemist). (2005). Official Methods Analysis. 18th ed. AOAC, Washington, D.C. Vol I 3-5,40 p. Vol II 42-44 p.
8. Apha, AWWA, WPCG (1992). Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos, S.A. Madrid España. 62-69, 88-115 p.
9. Attenburrow, G; Goodbrand, R; Taylor, L; Lillford, P. (1989). "Structure mechanics and texture of a food sponge." Journal of Cereal Science 9: 61-70 p.
10. Ayala, G.; Ortega, L.; Moron, C. (2001). Capítulo VIII: Valor nutritivo y usos de la quinua (en línea). FAO. Consultado 18 agot. 2014. Disponible en [http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap8\\_1.htm#Top](http://www.condesan.org/publicacion/Libro03/cap8_1.htm#Top)
11. Barriga, M.; Chimpen, L.; Salas, A.; Gallo, M. (2007-2008). Evaluación de la vida de anaquel de hojuelas de pescado. Bol. ITP - Perú, Vol 8: 93-100. 94 p.
12. Badui, M. (1999). Química de los alimentos. Tercera edición. Editorial Alambra Mexicana. Mexico. 18 p.
13. Bermúdez, J. y Maiz, V. (2004). Diseño y construcción de un secador de alimentos de origen vegetal en el estado Amazonas. Tesis Ing. Mecánico. Caracas. Universidad Central de Venezuela. 7-11 p.
14. Borba, N. (2008). La papa un alimento básico (en línea). RAP-AL (La red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América latina). Consultado 18 agot. 2014. Disponible en: <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/transgenicos/Papa/Papa.pdf>
15. Bojórquez, L. (1992). Elaboración de una fritura a partir de surimi (pasta de pescado) de la tilapia (*Oreochromis aureus*). Informes nacionales y documentos seleccionados presentados en la Cuarta Reunión del Grupo de Trabajo sobre

Tecnología Pesquera. FAO. Informe de Pesca N° 476. Roma. (en línea). Consultado 14 agot. 2014. Disponible en:

[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/008/t4460s/T4460S05.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/008/t4460s/T4460S05.htm)

16. Bravo, V. (2001). Desarrollo de una Tabla de Evaluación por Análisis Sensorial del Calamar Gigante o Pota (*Dosidicus gigas*). Tesis Médico Veterinario. Lima. UNMSM. 64 p.
17. Cardelle-Cobas, A; Villamiel, M. (2005). Evaluación del pardeamiento no enzimático en alimentos derivados de cereales (en línea). Consultado 18 agot. 2014. Disponible en: [http://www.institutodanone.es/ans/ANS\\_12-3.pdf](http://www.institutodanone.es/ans/ANS_12-3.pdf)
18. Cardozo, A. y Tapia, M. (1979). Valor nutritivo. En quinoa y Kafiwa. Cultivos Andinos (Tapia, M., ed.). Serie Libros y Materiales Educativos No 49, Bogotá: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 149-192 p.
19. Carrizoza, R. (2000). Determinación de los niveles de bases volátiles totales y amonio de muestras comerciales de musculo de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), fresco y cocido y su relación con el sabor ácido-amargo. Tesis Químico Biológico, Universidad de Sonora, Hermosillo. 67 p.
20. Chacchi, K. (2009). Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willdenow) a nivel industrial. Tesis Mag. Sc. Agronegocios. Lima, UNALM. 3 p.
21. Chimpén L. (1999). Curso: XV Curso Internacional “Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros”. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Lima.
22. CODEX STAN 074-1981, Rev. 1-2006. Norma de CODEX para alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños. 10 p.

23. Condori, M. (2010). Snack dulce tipo hojuela con sustitución parcial de pulpa de pota (*Dosidicus gigas*) desodorizada. Tesis Ing. Pesquero, Arequipa, UNSA. 93-95, 106 p.
24. Conover, W. J. (1980) Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons. New York. 493 p.
25. Czollak, W; Comandary, P. (2005). Saborización de cereales para el desayuno. Revista indualimentos, Santiago, Chile. Vol. 7 (38): 39-41 p.
26. De la Cruz, W. (2009). Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil. Tesis Mag. Sc.Tecnología de alimentos. Lima, UNALM. 17, 22 p.
27. De la Fuente-Betancourt, G.; García-Carreño, F.; Navarrete del Toro, M.; Pacheco-Aguilar, R. y Córdova-Murueta, J. (2008). Effect of storage at 0°C on mantle proteins and functional properties of jumbo squid. International Journal of Food Science y Technology, 43(7): 1263-1270.
28. Dublán, O. (2006). Evaluación de los cambios estructurales y fisicoquímicos del manto de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) durante el almacenamiento en refrigeración o congelación. Tesis para obtener grado de Doctor en Biotecnología. México D.F. Universidad Autónoma Metropolitana. 22, 23 p.
29. Escobedo, F. (2012). Determinación del efecto del citrato de sodio en la gelificación del surimi de pota (*Dosidicus gigas*). Tesis Ing. Pesquero. Lima, UNALM. 40 p
30. FAO (1972). Informe conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comisión del Codex sobre alimentos para regímenes especiales (en línea). Ginebra. Consultado 07 sep. 2013. Disponible en: [file:///C:/Users/FELLY/Downloads/al72\\_23s.pdf](file:///C:/Users/FELLY/Downloads/al72_23s.pdf)

31. FAO/OMS/UNU. (1985). Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos. Serie de informes técnicos N°724. Roma.
32. FAO (2012). Boletín de agricultura familiar (en línea). Ginebra. Consultado 10 nov. 2012. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/019/as191s/as191s.pdf>
33. FAO (1981). Contenido en aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre las proteínas (en línea). Ginebra. Consultado 12 dic. 2013. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/005/AC854T/AC854T00.htm>
34. Farroni, A. (2011). Transformación estructurales y físico- químicas de maíces argentinos en la producción de alimentos obtenidos por procesos de gelatinización-laminación. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires (En línea). Buenos Aires, AR. Consultado 13 dic. 2014. Disponible en:  
[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_4896\\_Farroni.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4896_Farroni.pdf)
35. Foegeding, E.; Allen, C.; Dayton, W. (1986). Effect of heating rate on thermally formed myosin, fibrinogen and albumin gels. J. Food Sci., 51: 104-108, 112 p.
36. Foegeding, E.; Lanier, T. y Hultin, H. (2010). Características de los tejidos musculares comestibles. En: Química de los alimentos. Damodaran, S., Parkin, K.L. y Fennema, O.R.(Ed). Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España. 1053-1059 p.
37. García, R (s.f). Aditivos alimentarios. Universidad de Córdoba (en línea). Consultado el 10 de dic. 2014. Disponible en:  
<http://www.uco.es/organiza/departamentos/bromatologia/nutybro/higiene-alimentaria/documentos/conferenciaaditivos.pdf>

38. Gimferrer, N. (2008). El agua en los alimentos. Revista Consumer Eroski. Fundación Eroski (en línea). Consultado el 11 de dic. 2014. Disponible en: <http://www.consumaseguridad.com/ciencia-y-tecnologia/2008/03/26/175613.php>
39. Gondek, E. y Lewicki, P. (2006). "Antiplasticization of cereal-based products by water. Part II: Breakfast cereals." Journal of Food Engineering 77(3): 644 p.
40. Hickson, D.; Dill, R.; Morgan, V.; Sweat, D.; Suter y Carpenter, Z. (1982). Rheological properties of two heat-induced proteins gels. J Food Sci. 47:783-785, 791 p.
41. Hidalgo, I. (2013). Observatorio Social. USMP. Boletín estadístico social. Año 1 N°02. Consultado 06 feb. 2013. Disponible en: [http://gobiernoygestionpublica.edu.pe/portal/pdf/boletin/boletin\\_002.pdf](http://gobiernoygestionpublica.edu.pe/portal/pdf/boletin/boletin_002.pdf)
42. Ibáñez, F.; Torre, P; Irigogen, A. (s.f.). Aditivos alimentarios. Universidad Pública de Navarra (en línea). Consultado el 10 de dic. 2014. Disponible en: [http://www.nutricion.org/publicaciones/revista\\_agosto\\_03/Funcionales/aditivos.pdf](http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/Funcionales/aditivos.pdf)
43. Ibarra, L. (2006). Efectos sobre la calidad y funcionalidad del manto de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) sometido al almacenamiento en hielo. Tesis de Ingeniero Bioquímico. Instituto Tecnológico de Tepic. Nayarit. 67 p.
44. Ignacio, Q.; Fernandez, C. y Cortes, G. (1976). Contribución al estudio morfológico del grano de quinua. En la segunda convención Internacional de Quenopodiaceas. Universidad Boliviana Tomas Rias, Comité Departamental de Obras Públicas, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Potosí. Bolivia. 58-60 p.
45. Iguchi, M. y Tsuchiya, T. (1981). Studies on the freeze denaturation of squid actomyosin. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 47(11): 1499-1506.

46. IMARPE – ITP (1996). Compendio Biológico Tecnológico de las Principales Especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú. Editorial Stella. Lima. 143 p.
47. IMARPE-Instituto del mar del Perú, (2008). Calamar gigante (en línea). Lima, PE. Consultado 12 abr. 2014. Disponible en:  
[http://www4.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id\\_detalle=00000000000000007846](http://www4.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_detalle=00000000000000007846)
48. IMARPE-Instituto del mar del Perú, (2009). Bioecología y pesquería del recurso pota *Dosidicus gigas* en la costa norte del Perú (en línea). Lima, PE. Consultado 12 abr. 2014. Disponible en:  
[http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota\\_paita09.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota_paita09.pdf)
49. Ingram, M.; Bray, D.; Clark, D. (1983). Ecología Microbiana de los Alimentos. Factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos. I.C.M.S.F. Tomo I, II. Ed. Acribia. Zaragoza.
50. Kreuzer, R. (1984). Cephalopods: Handling, processing and products. FAO. Roma. Fish. Tech. Pap., (254): 108 p.
51. Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), J. Food Compos. Anal. 35-68 p.
52. Lanier, T.; Carbajal, P. y Yongsawatdigul, J. (2005). Surimi Gelation Chemistry. En: Surimi and surimi seafood. Park, J. (Ed). Taylor y Francis Group. USA. 437-477 p.
53. Latham, M. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo (en línea). FAO. Consultado 18 agot. 2014. Disponible en:  
<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#Contents>

54. León, K; Mery, D; Pedreschi, F. y León, J. (2006). "Color measurement in L\* a\* b\* units from RGB digital images." *Food Research International* 39: 1084-1091 p.
55. Lobstein, T; Macmullan, J; McGrath, T; Witt J. (2008). *Cereales peligrosos. Consumers International (CI) (En línea)*. Lima, PE. Consultado 13 may. 2014. Disponible en:  
[http://es.consumersinternational.org/media/296988/cereales\\_peligrosos.pdf](http://es.consumersinternational.org/media/296988/cereales_peligrosos.pdf)
56. Martínez, O; Martínez, E. (2006). *Proteínas y péptidos en nutrición enteral. Nutrición Hospitalaria. Versión impresa ISSN 0212-1611. Nutr. Hosp. V.21. Madrid*. Consultado 15 feb. 2015. Disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000500002&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000500002&script=sci_arttext)
57. Matsumoto, J. (1978). *Propiedades de las proteínas miofibrilares: Capacidad de retención de agua. Rev. Agroquímica y Tecnología de alimentos* 24(2): 151-158.
58. Maza, S. (2002). *Información de pota: Aspectos tecnológicos. Instituto Tecnológico Pesquero. Lima*. 1-8 p.
59. Maza, S.; Rosales, M. y Castro, R. (2003). *Efecto de un proceso de lixiviación ácida salina sobre la calidad del surimi de *Dosidicus gigas* "pota"* Bol. Inv. Inst. Tec. Pes. Vol. 5: 81-88 p.
60. Maza, S.; Solari, A.; Albrecht, M. (2007-2008). *Reducción de la intensidad del sabor acido-amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. Bol. Inv. Inst. Tec. Pes. Vol 8: 23-29 p.*
61. Maza, S. (2010)<sup>a</sup>. *Curso Calamar gigante y su alto contenido de NBVT (en línea)*. ISSN (International Standard Serial Number): 1699-4914. Consultado 14 ene. 2014. Disponible en:  
<http://www.mailxmail.com/curso-calamar-gigante-alto-contenido-nbvt>

62. Maza, S. (2010)<sup>b</sup>. Presencia del cloruro de amonio en el calamar gigante (en línea). ISSN (International Standard Serial Number): 1699-4914. Consultado 14 ene. 2014. Disponible en:  
<http://www.mailxmail.com/curso-presencia-cloruro-amonio-calamar-gigante>
63. Miller, I; Payne, S. (1962). A note on the method of Miller & Payne for prediction of protein value. . Consultado 10 ene. 2014. Disponible en:  
[http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN16\\_01%2FS0007114562000197a.pdf&code=4adc676b8e2baa1cff41ae708a1ef5e1](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN16_01%2FS0007114562000197a.pdf&code=4adc676b8e2baa1cff41ae708a1ef5e1)
64. Millward DJ, Jackson AA (2003). Protein/energy ratios of current diets in developed and developing countries compared with a safe protein/energy ratio: implications for recommended protein and amino acid intakes. *Public Health Nutrition*. 7:387-405 p.
65. Millward DJ (2004). Macronutrient Intakes as Determinants of Dietary Protein and Amino Acid Adequacy. *J Nutr*. 134:1588S-1596S p.
66. Ministerio de Agricultura (2013). La quinua (en línea). Lima, PE. Consultado 30 abr. 2014. Disponible en:  
<http://www.huanucoagrario.gob.pe/sites/default/files/boletines/CADENA%20AGROPRODUCTIVA%20DE%20QUINUA.pdf>
67. Mughan, P. (2005). Dietary Protein Quality in Humans-An Overview. *J AOAC*. 88:874-876 p.
68. Muñoz, J. (2007). Reducción del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicaciones de pretratamientos y diferentes temperaturas de frituras. Tesis para optar grado de Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile. 36 p.
69. Navarro, A. (2012). Uso de aditivos para el tratamiento de papa (*Dosidicus gigas*) congelada. Trabajo monográfico Ing. Pesquero. Lima, UNALM. 30, 32 p.

70. Nesis, K. (1970). Biology of the Peru-Chilean giant squid, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*, 10:108-118, 140-152 p.
71. Nesis, K. (1983). *Dosidicus gigas*. In *Cephalopod life cycles*, vol. I. Species accounts (ed. P.R. Boyle). Academic Press, London. 215-231 p.
72. NESTLÉ Perú. Fitness. Cereales para desayuno. Productos Nestlé (en línea). Consultado 02 de mayo 2014. Disponible en:  
<http://www.nestle.com.pe/>
73. Nigmatullin, C. Nesis, K. Arkhipkin, A. (2001). A review of the Biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries. Research*. Vol. 54. 9 - 19 p.
74. NTP 209.226 (1984) (Revisada el 2011). Norma técnica Peruana. Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales. INDECOPI. Bocaditos. Requisitos. Lima 2,3 p.
75. NTP-209.260 (2004). Norma técnica Peruana. Comisión de Reglamentos Técnicos y comerciales. INDECOPI. Alimentos cocidos de reconstitución instantánea. Papilla. Requisitos. Lima. 20 p.
76. Nussinovitch, A. (2005). "Production, properties and applications of hydrocolloid cellular solids." *Molecular Nutrition & Food Research* 49: 195-213 p.
77. Ochiai, Y. y Chow, C. (2000). Myosin ATPase. En: *Seafood Enzymes: utilization and influence on postharvest seafood quality*. Haard, N. y Simpson, B. (Ed.). Edit. Marcel Dekker. Nueva York, USA. 69-89 p.
78. Ocon, J. y Tojo, G. (1976). Secado de sólidos (en línea). Consultado 02 de mayo 2014. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/doc/15585612/Ocon-Tojo-Secado-de-solidos>

79. ODECU (Organización de consumidores y usuarios de Chile) (2010). Cereales- Estudio comparativos de cereales para el desayuno y barras de cereales, productos principalmente dirigidos a niños que presentan alto contenido de grasa, azúcar y sodio. (en línea).Lima, PE. Consultado 20 may. 2014. Disponible en: <http://www.cooperativa.cl/noticias/site/artic/20100923/asocfile/20100923121121/estudio.pdf>
80. Osorio, C. (2009). Utilización de harina de pota (*Dosidicus gigas*) precocida en la elaboración de hojuelas extruidas. Tesis Ing. Pesquero. Lima, UNALM. 73 p.
81. Otwell, W. y Hamann, D. (1979). Textural characterization of squid (*Loligo pealei* LESUER): Scanning electron microscopy of cooked mantle. Journal of Food Science. Volume 44. 1629-16365.
82. Pascual, G y Orellana, D. (2002). Determinación de los parámetros para la obtención de hojuelas de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) a partir de las variedades amarilla y blanca (en línea). Repositorio institucional. Lima, UNALM. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/123456789/752>
83. Pedreschi, F. (1993). Determinación de la Composición Proteica del Músculo del Manto de la Pota (*Dosidicus gigas*). Tesis Facultad de Pesquería. UNALM. Lima. 79 p.
84. Pencharz, P.; Ball, R. (2006). Necesidades de aminoácidos en lactantes y niños. Necesidades de proteínas y energía en la lactancia y la infancia. Nestlé Nutrition workshop series pedistric program vol. 58. Suiza. 21 p
85. Pilosof, A. (2000). Gelificación. En: Caracterización Funcional y estructural de proteínas. Pilosof, A. y Bartholomai, G. Edit. Ceudeba. CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo). 75-95 p.

86. Prado, A. (2012). Ministerio de la Producción reordenará la pesca de pota. Gestión. (en línea). Lima. Consultado 20 dic. 2012. Disponible en:  
<http://gestion.pe/politica/ministerio-produccion-ahora-reordenara-pesca-pota-2054403>
87. Prieto, J.; Rubio, C.; Román, A.; Mendez, M.; González, C.; Prieto, F. (2009). Degradación física del almidón de cebada (*Hordeum sativum* Jess). Correlación entre la gelatinización y el tamaño de gránulos. MULTICIENCIAS, Vol. 9, N° 2 (115 - 125) ISSN 1317-2255 / Dep. legal pp. 200002FA828. Consultado 20 dic. 2014. Disponible en:  
[http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI\\_ImpTecTox/fco\\_prieto/mult.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_ImpTecTox/fco_prieto/mult.pdf)
88. PRODUCE-Viceministerio de Pesquería, (2012). Desembarque de recursos hidrobiológicos marítimos por tipo de utilización según especie (en línea). Lima, PE. Consultado 15 nov. 2012. Disponible en:  
<http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/desembarque>
89. PRODUCE-Viceministerio de Pesquería, (2014). Desembarque de recursos hidrobiológicos marítimos por tipo de utilización según especie (en línea), Lima, PE. Consultado 13 mar. 2014. Disponible en:  
<http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/desembarque>
90. PROMPERU (2012). Desenvolvimiento del comercio exterior pesquero (en línea). Lima, PE. Consultado 02 de mayo 2014. Disponible en:  
<http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Informe%20Desenvolvimiento%20Comercio%20Pesquero%202012.pdf>
91. Qali Warma (2014). Fichas técnicas de alimentos. Del servicio alimentario del programa nacional de alimentación escolar Qali Warma. 337 p.

92. Químper, R. (1974). Una forma de utilización de la Merluza (*Merluccius gayi perunus*) para Consumo Humano Directo "Hojuelas de Pescado". Tesis Facultad de Pesquería. UNALM. Lima. 117, 124, 128, 129 p.
93. Reeds PJ (2000). Dispensable and Indispensable Amino Acids for Humans. J Nutr. 130:1835S-1840S.
94. Rado E, Wong L, Gallo M, Castro R. (1989). Influencia de la cantidad de agua en la textura crocante de la hojuela de pescado. Bol. Invest. Inst. Tecnol. Pesq Perú. 1989. 3(1): 107-112
95. Robles K. (2007). Harina y productos de platano. Universidad del Valle (en línea).Lima, PE. Consultado 20 Dic. 2014. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=lqeicNgmDK0C&pg=PA22&lpg=PA22&dq=grosor+de+hojuelas&source=bl&ots=fLWy3\\_Rahd&sig=Tf8pxYK2s-7xsJdfZH-Jk-Ts46Y&hl=es-419&sa=X&ei=-xmPVN7ENsOUNpqfg7AO&ved=0CC0Q6AEwAg#v=onepage&q=grosor%20de%20hojuelas&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=lqeicNgmDK0C&pg=PA22&lpg=PA22&dq=grosor+de+hojuelas&source=bl&ots=fLWy3_Rahd&sig=Tf8pxYK2s-7xsJdfZH-Jk-Ts46Y&hl=es-419&sa=X&ei=-xmPVN7ENsOUNpqfg7AO&ved=0CC0Q6AEwAg#v=onepage&q=grosor%20de%20hojuelas&f=false)
96. Roldán, D. y Lazo, L. (2007). Características Nutricionales del Concentrado de Proteína de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (CP-Lamolina). artículo aprobado en Anales Científico UNALM, por publicar.
97. Rosas, Z. (2007). Caracterización parcial de sólidos solubles presentes en el agua de cocción del musculo de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Tesis Ingeniero Bioquímico. Instituto Tecnológico de los Mochis. 71 p.
98. Rosenthal, A. (1999). Food texture: measurement and peception. Gaithersburg, Aspen Publishers Inc.

99. Sánchez, A. (2009). Estudio de la cinética del secado de hojuelas de pota (*Dosidicus gigas*). Tesis Ing. Pesquera, Arequipa, UNSA. 59-81 p.
100. Sánchez, L. (2014). Nivel de conocimientos sobre ablactación que presentan los padres de familia de la estancia cendi mexiquense. Tesis Licenciada en Nutrición, Toluca, Universidad Autónoma del Estado de México. 8 p.
101. Sanchinelli, K. (2004). Contenido de proteína y aminoácidos, y generación de descriptores sensoriales de los tallos, hojas y flores de *Moringa oleifera* Lamark (Moringaceae) cultivada en Guatemala. Tesis Facultad de Ciencias químicas y farmacia. Guatemala. 11 p.
102. Sikorski, Z. (1994). Tecnología de los Productos del Mar: Recursos, Composición Nutritiva y Conservación. Editorial Acribia S. A. Zaragoza. 330 p.
103. Singh, P; Heldman, D. (1997). Introducción a la ingeniería de los alimentos. Acribia, Zaragoza. 544 p.
104. Software estadístico IBM SPSS STATISTICS 20.0 (en línea). Consultado 23 jul. 2014. Disponible en:  
<http://www-01.ibm.com/software/pe/analytics/spss/products/statistics/>
105. Szczesniak, A. (2002). Texture is a sensory property. Food quality and preference 13: 215-225 p.
106. Valdez, J. (1995). Obtención de una mezcla nutritiva a partir de quinua y cebada malteadas. Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Lima, UNALM. 114, 117, 137 p.
107. Valdez, J. y Lastarria, H. (1998). Obtención de una mezcla nutritiva a partir de quinua y cebada malteadas (en línea). Repositorio institucional. Lima, UNALM. Consultado 15 ago. 2014. Disponible en:

[http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/123456789/544/1998\\_73.pdf?sequence=1](http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/123456789/544/1998_73.pdf?sequence=1)

108. Valiela, D. y Wainwright, S. (1972). Locomotory aspects of squid mantle structure. *Journal of Zool.* Volumen 167: 437-449 p.
109. Wormuth, J. (1976). The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*, 23: 1-90.
110. Yamanaka, H.; Matsumoto, M.; Hatae, K. y Nakaya, H. (1995). Studies of components of off-flavors in the muscle of American Jumbo squid. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 61(4): 612-618.
111. Yauri, N. (2006). Evaluación de la operación de fritado en hojuelas de pota (*Dosidicus gigas*). UNSA. Arequipa.
112. Zhou, A.; Benjakul, S.; Pan, K.; Gong, J. y Liu, X. (2006). Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate on tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage. *Food Chemistry* 96(1): 96-103 p.

## **VIII ANEXOS**

**ANEXO 1**

**Tabla de Índice de Calidad para pota (*Dosidicus gigas*)**

PARAMETROS		ATRIBUTOS	PUNTOS	
Apariencia general de la piel	Olor	Fresco a mar, a algas	0	
		Neutro	1	
		Ácido, a leche (láctico)-ligero abombado	2	
		Abombado, a pútrido- nauseabundo	3	
	Color y brillo de la piel	Parte dorsal	Morado a negruzco con áreas blancuecinas, brillante (iridiscente)	0
			Ligero plumizo a blanco, brillante	1
			Negruzco, marrón-rojizo, ligero opaco	2
		Parte ventral	Morado con zonas rosadas opacas	3
			Rojo-naranja, ladrillo encendido (metálico, iridiscente)	0
			Blancacino, brillante	1
		Blanquecino, marrón-rojizo, ligero opaco	2	
		Marrón claro con zonas blanco rosado opaco	3	
Ojos	Córnea	Convexa, clara, translúcida	0	
		Opaca, plana, rugosa	1	
	Globo ocular	Esférica, turgente	0	
		Ligeramente contraído	1	
		Totalmente contraído	2	
Textura del músculo (manto)	A la presión digital	Elastico, flexible, firme (rigido)	0	
		Ligeramente blando (huella digital desaparece)	1	
		Blando (huella digital permanece)	2	
Superficie del manto abierto y sin piel	Olor	Fresco a mar, a algas	0	
		Neutro	1	
		Ácido, a leche (láctico)-ligero abombado	2	
		Abombado, a pútrido- nauseabundo	3	
	Color del músculo (sin piel)	Blando traslúcido, brillante	0	
		Blando nacarado amarillento, brillante	1	
		Superficie pigmentada de rosado	2	
Tentáculos	Textura y presencia de anillos córneos en ventosas	Flexibles, turgentes, presentan anillos córneos (90-100%)	0	
		Ligeramente flácidos, presentan pocos anillos (50% aproximadamente)	1	
		Flácidos no presentan anillos córneos (Menor a 50%)	2	
<b>Suma de puntos de demérito</b>				

Fuente: Bravo 2001

0: Puntaje mínimo de demérito

14: Inaceptable

21: Puntaje máximo de demérito

## ANEXO 2

### Contenido de aminoácidos de la harina de quinua, almidón de papa y manto de papa

<b>Aminograma</b>			
<b>Aminoácidos (mg/g de proteína)</b>	<b>Harina de quinua</b>	<b>Almidón de papa</b>	<b>Manto de Pota</b>
Isoleucina	43,2	37,8	48,0
Leucina	72,0	60,3	79,0
Metionina + Cistina	24,0	18,9	40,6
Lisina	67,2	47,8	79,0
Fenilalanina + Tirosina	82,8	67,5	70,0
Treonina	42,0	37,6	41,0
Triptófano	12,7	16,5	9,4
Valina	54,0	46,7	43,0
Histidina	28,8	15,0	21,0

Fuente: FAO (1981), Calculado de Roldán y Lazo (2007).

**ANEXO 3**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas (Experimento 1)**

Se presentan dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas ( $M_1$  y  $M_2$ ). Se pide clasificar las dos (2) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 6 Excelente
- 5 Muy bueno
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy malo

<b>Panelista</b>	<b><math>M_1</math></b>	<b><math>M_2</math></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## ANEXO 4

### Resultados de la prueba de preferencia Experimento 1

Panelista	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
1	1	3
2	1	5
3	2	4
4	2	3
5	2	5
6	2	4
7	1	3
8	1	3
9	5	2
10	1	3

M<sub>1</sub>: Muestra de hojuela con pota sin tratamiento

M<sub>2</sub>: Muestra de hojuela con pota con tratamiento

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

H<sub>0</sub>=r<sub>1</sub>=r<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>=r<sub>1</sub>≠r<sub>2</sub>

**Hipótesis Alternativa:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia.

**Hipótesis Nula:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia.

<b>Rangos</b>	
	<b>Rango promedio</b>
<b>M<sub>1</sub></b>	1,10
<b>M<sub>2</sub></b>	1,90

**Estadísticos de contraste<sup>a</sup>**

<b>N</b>	10
<b>Chi-cuadrado</b>	6,400
<b>gl</b>	1
<b>Sig. asintót.</b>	,011

a. Prueba de Friedman

Valor  $P$   $0,0011 \leq 0,05$ , se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe suficiente evidencia para concluir que hay diferencia entre las hojuelas de pota preparadas con manto de pota sin tratamiento y con tratamiento para el ácido amargo.

**ANEXO 5**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre cuatro (4) muestras de hojuelas enriquecidas (Experimento 2)**

Se presentan cuatros (4) muestras de hojuelas enriquecidas (F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>). Se pide clasificar las cuatro (4) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 6 Excelente
- 5 Muy bueno
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy malo

Puede haber muestras con igual preferencia y les puede asignar el mismo puntaje.

<b>Panelista</b>	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## ANEXO 6

### Resultados de la prueba de preferencia del Experimento 2

Panelista	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
1	3	4	2	4
2	1	4	3	5
3	4	3	4	4
4	2	3	3	2
5	2	3	3	2
6	2	1	2	1
7	2	3	3	3
8	3	4	2	3
9	4	4	4	3
10	4	3	3	2

F<sub>1</sub>: Muestra de hojuela con pota 45.41%, harina de quinua 12.44%, almidón de papa 33.10%)

F<sub>2</sub>: Muestra de hojuela (pota 45.41%, harina de quinua 11.00%, almidón de papa 34.54%)

F<sub>3</sub>: Muestra de hojuela (pota 45.41%, harina de quinua 8.43%, almidón de papa 37.11%)

F<sub>4</sub>: Muestra de hojuela (pota 45.41%, harina de quinua 5.25%, almidón de papa 40.29%)

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando las prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

$H_0=r_1=r_2$

$H_1=r_1 \neq r_2$

**Hipótesis Alternativa:**

Las cuatro muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia.

**Hipótesis Nula:**

Las cuatro muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia.

	Rango promedio
F <sub>1</sub>	2,30
F <sub>2</sub>	2,85
F <sub>3</sub>	2,60
F <sub>4</sub>	2,25

**Estadísticos de contraste<sup>a</sup>**

N	10
Chi-cuadrado	1,785
gl	3
Sig. asintót.	,618

a. Prueba de Friedman

Valor P  $0,618 \geq 0,05$ , se acepta la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe suficiente evidencia para concluir que no hay diferencia entre la preferencia de las distintas formulaciones para la preparación de hojuela de pota.

**ANEXO 7**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas (Experimento 3)**

Se presentan dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas ( $M_3$  y  $M_4$ ). Se pide clasificar las dos (2) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 6 Excelente
- 5 Muy bueno
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy malo

<b>Panelista</b>	<b><math>M_3</math></b>	<b><math>M_4</math></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## ANEXO 8

### Resultados de la prueba de preferencia Experimento 3

Panelista	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
1	6	3
2	4	3
3	4	2
4	4	2
5	3	1
6	4	2
7	5	3
8	5	3
9	6	2
10	5	1

M<sub>3</sub>: Muestra de hojuela de pota con un grosor de 1mm

M<sub>4</sub>: Muestra de hojuela de pota con un grosor de 1.5 mm

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

Prueba de Friedman Preferencia entre hojuelas de un grosor de 1mm y 1.5mm

H<sub>0</sub>=r<sub>1</sub>=r<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>=r<sub>1</sub>≠r<sub>2</sub>

Hipótesis Alternativa:

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia al grosor.

Hipótesis Nula:

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia al grosor.

<b>Rangos</b>	
	<b>Rango promedio</b>
M <sub>3</sub>	2,00
M <sub>4</sub>	1,00

**Estadísticos de contraste<sup>a</sup>**

N	10
Chi-cuadrado	10,000
gl	1
Sig. asintót.	,002

a. Prueba de Friedman

Valor P  $0,02 \leq 0,05$  se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe evidencia para concluir que hay una diferencia entre la preferencia de hojuela de pota de 1mm y 1.5mm.

**ANEXO 9**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas (Experimento 4)**

Se presentan dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas ( $M_5$  y  $M_6$ ). Se pide clasificar las dos (2) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 3 Hojuela color uniforme
- 2 Hojuela clara con puntos marrones
- 1 Hojuela oscura con puntos marrones

<b>Panelista</b>	<b><math>M_5</math></b>	<b><math>M_6</math></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## ANEXO 10

### Resultados de la prueba de preferencia Experimento 4

Panelista	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>
1	2	2
2	1	2
3	1	3
4	2	3
5	1	2
6	2	3
7	1	3
8	1	3
9	1	2
10	1	3

M<sub>5</sub>: Muestra de hojuela de pota deshidratada a 35 °C

M<sub>6</sub>: Muestra de hojuela de pota deshidratada a 60 °C

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

Prueba de Friedman Preferencia de color entre hojuelas deshidratadas a 35 y 60 °C

H<sub>0</sub>=r<sub>1</sub>=r<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>=r<sub>1</sub>≠r<sub>2</sub>

Hipótesis Alternativa:

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia al color.

**Hipótesis Nula:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia al color.

**Rangos**

	Rango promedio
M <sub>5</sub>	1,05
M <sub>6</sub>	1,95

**Estadísticos de  
contraste<sup>a</sup>**

N	10
Chi- cuadrado	9,000
gl	1
Sig. asintót.	,003

a. Prueba de Friedman

Valor  $P 0,003 \leq 0,05$  se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe evidencia para concluir que hay una diferencia entre la preferencia en color de la hojuela de pota deshidratada a 35 y 60 °C.

**ANEXO 11**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre Dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas (Experimento 4)**

Se presentan dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas ( $M_7$  y  $M_8$ ). Se pide clasificar las dos (2) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 5 Duro
- 4 Ligeramente duro
- 3 Firme (ni blando ni duro)
- 2 Ligeramente blando
- 1 Blando

<b>Panelista</b>	<b><math>M_7</math></b>	<b><math>M_8</math></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

## ANEXO 12

### Resultados de la prueba de preferencia Experimento 4

Orden	Clasificación	Puntaje
5	Duro	3
4	Ligeramente duro	4
3	Firme (ni blando ni duro)	5
2	Ligeramente blando	2
1	Blando	1

Panelista	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>
1	3	5
2	3	4
3	4	5
4	3	5
5	4	4
6	4	5
7	3	4
8	3	5
9	4	5
10	3	5

M<sub>7</sub>: Muestra de hojuela de pota deshidratado a 35 °C

M<sub>8</sub>: Muestra de hojuela de pota deshidratado a 60 °C

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

Prueba de Friedman Preferencia de textura entre hojuelas deshidratadas a 35 y 60 °C

H<sub>0</sub>=r<sub>1</sub>=r<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>=r<sub>1</sub>≠r<sub>2</sub>

**Hipótesis Alternativa:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia a la textura.

**Hipótesis Nula:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia a la textura.

**Rangos**

	Rango promedio
M <sub>7</sub>	1,05
M <sub>8</sub>	1,95

**Estadísticos de  
contraste<sup>a</sup>**

N	10
Chi-cuadrado	9,000
gl	1
Sig. asintót.	,003

a. Prueba de Friedman

Valor  $P 0,003 \leq 0,05$  se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe evidencia para concluir que hay una diferencia entre la preferencia de textura de la hojuela de pota a 35 y 60 °C.

**ANEXO 13**

**Formato para la Prueba de Preferencia entre dos muestras de hojuelas enriquecidas**

Se presentan dos (2) muestras de hojuelas enriquecidas (F<sub>4</sub> y F<sub>5</sub>). Se pide clasificar las dos (2) muestras según el grado de preferencia, tomando en cuenta la escala que se presenta a continuación:

- 6 Excelente
- 5 Muy bueno
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy malo

<b>Panelista</b>	<b>F<sub>4</sub></b>	<b>F<sub>5</sub></b>

**Observaciones:**

.....

.....

.....

.....

.....

- 43879

## ANEXO 14

### Resultados de la prueba de preferencia Experimento 6

Panelista	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>
1	3	4
2	3	4
3	2	3
4	2	4
5	2	5
6	1	3
7	2	3
8	1	4
9	2	3
10	2	6

F<sub>4</sub>: Muestra de hojuela de pota con esencia de vainilla

F<sub>5</sub>: Muestra de hojuela de pota con esencia de vainilla, clavo de olor y canela

Los resultados del análisis sensorial fueron analizados por el software de IBM SPSS Statistics 20.0, utilizando la prueba de Friedman (Conover, 1980) con un nivel de significancia de 0,05.

Prueba de Friedman Preferencia por las esencias en las hojuelas

H<sub>0</sub>=r<sub>1</sub>=r<sub>2</sub>

H<sub>1</sub>=r<sub>1</sub>≠r<sub>2</sub>

Hipótesis Alternativa:

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia por la adición de esencias.

**Hipótesis Nula:**

Las dos muestras de hojuelas dulces de pota no presentan diferencias significativas en cuanto a preferencia por la adición de esencias.

	Rango promedio
F <sub>4</sub>	1,00
F <sub>5</sub>	2,00

N	10
Chi-cuadrado	10,000
gl	1
Sig. asintót.	,002

a. Prueba de Friedman

Valor P  $0,002 \leq 0,05$  se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia de 0,05; existe evidencia para concluir que hay una diferencia entre la preferencia por la adición de esencias a la hojuela de pota.

## ANEXO 15

### Características organolépticas de los snack tipo hojuela

CARACTERÍSTICAS	Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TEXTURA</b>	Totalmente crocante y esponjoso (3)										
	Parcialmente crocante y esponjoso (2)										
	Crocante, pero duro y ligoso (1)										
	Sin crocantes, suave, elástico (0)										
<b>SABOR Y OLOR</b>	Agradable, suave, libre de sabores y olores extraños al producto (4)										
	Agradable, suave, pero presencia de otros sabores y olores (3)										
	Fuerte olor a otros ingredientes (2)										
	Desagradable, amargo (1)										
	Muy desagradable (0)										
<b>APARIENCIA GENERAL</b>	Excelente; total uniformidad de color y tamaño, apariencia porosa, suave y voluminosa (4)										
	Muy bueno, tamaño y color no tan uniforme (3)										
	Bueno, uniformidad de color y tamaño en un 50 por ciento de apariencia, no tan porosa ni voluminosa (2)										
	Regular, uniformidad de color y tamaño en un 25 por ciento, sin volumen ni poros (1)										
	Rechazable, no hay uniformidad de color y tamaño (0)										
<b>PUNTAJE PROMEDIO</b>											

Fuente: Yauri (2006)

#### PROMEDIO FINAL

Calificación	
Excelente	11 puntos
Bueno	8 a 10 puntos
Regular	5 a 7 puntos