



“UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS

ALIMENTARIAS

Efecto de los porcentajes de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y
arándano (*Vaccinium myrtillus*) en la aceptabilidad de un suplemento
alimenticio instantáneo

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:

Bach.: Dalia Nayroby Vásquez Muñoz

Bach.: Bruno Augusto Vega Chicoma

LAMBAYEQUE – PERÚ

2019

Efecto de los porcentajes de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y
arándano (*Vaccinium myrtillus*) en la aceptabilidad de un suplemento
alimenticio instantáneo.

ELABORADO POR:

Bach.: Dalia Nayroby Vásquez Muñoz

Bach.: Bruno Augusto Vega Chicoma

JURADO:

PRESIDENTE
ING. Manuel Antonio Díaz Paredes

SECRETARIO
ING. Renzo Bruno Chung Cumpa

VOCAL
ING. Julio Humberto Tirado Vásquez

ASESORADO POR:

ING. M.Sc. JUAN FRANCISCO ROBLES RUIZ

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado completamente a mis padres Yanet Magaly Chicoma Rodriguez y Augusto Vega Ventura, por haber siempre depositado su confianza en mí, y darme su apoyo de forma Infinita; a mis tíos, primos por ser parte fundamental en mi vida profesional.

Bruno Augusto Vega Chicoma.

A mi madre Dalia Carolina Muñoz Samamé, a mi tía Ysolina Elder Muñoz Samamé, ya que gracias A su esfuerzo, dedicación y confianza eh logrado cumplir hasta ahora con mis metas trazadas.

Dalia Nayroby Vásquez Muñoz

AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer principalmente a Dios por todas las bendiciones brindadas, haciendo posible la realización de este nuestro trabajo.

De manera especial a nuestro asesor Juan Francisco Robles Ruiz por su paciencia, dedicación y apoyo a poder finalizar esta investigación.

Y por último a nuestros familiares por apoyarnos en aquellos momentos difíciles que afrontamos en el camino hacia su realización.

-LOS AUTORES

ÍNDICE

	Pág.
ABSTRACT	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	23
I. MARCO TEÓRICO	26
1. MAÍZ	26
1.1 Generalidades	26
1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	27
1.3 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO	28
1.3.1. CARBOHIDRATOS	29
1.3.2. PROTEINAS	30
1.3.3. LIPIDOS	32
1.3.4. MINERALES	33
1.3.5. VITAMINAS	33
1.4. COMPUESTOS ANTIOXIDANTES	33
1.5. EL MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA	34
2. MACA	35

2.1.	GENERALIDADES	35
2.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	36
2.3.	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN	37
2.3.1.	<i>CARBOHIDRATOS</i>	38
2.3.2.	<i>PROTEINAS</i>	39
2.3.3.	<i>LIPIDOS</i>	40
2.3.4.	<i>MINERALES</i>	41
2.3.5.	<i>VITAMINAS</i>	41
2.4.	ANTINUTRIENTES EN LA MACA	42
2.5.	LA MACA EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA	42
3.	ARANDÁNO	43
3.1.	GENERALIDADES	43
3.2.	CLASIFICACIÓN TAXÓNOMICA	44
3.3.	ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO	44
3.3.1.	<i>CARBOHIDRATOS</i>	46
3.3.3.	<i>MINERALES</i>	46
3.3.4.	<i>VITAMINAS</i>	46
4.	EXTRUSIÓN	47

4.1. GENERALIDADES	47
4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN QUE INFLUYEN EN LA EXTRUSIÓN	49
4.2.1. <i>Temperatura</i>	49
4.2.2. <i>Presión</i>	49
4.2.3. <i>Diámetro de orificio</i>	49
4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS	50
4.3.1. <i>El almidón</i>	50
4.3.2. <i>Proteínas</i>	50
4.3.3. <i>Grasas</i>	51
4.3.4. <i>Azúcares</i>	52
4.3.5. <i>Vitaminas</i>	52
4.3.6. <i>Contenido de humedad</i>	52
4.3.7. <i>Tamaño de la partícula</i>	53
4.3.8. <i>Formulación de la mezcla</i>	54
4. 4. TIPOS DE EXTRUSORES	54
4. 4.1. <i>Extrusores en caliente</i>	54

4. 4.2. <i>Extrusores en frío</i>	55
4.4.3. <i>Extrusores de tornillo único</i>	55
4. 4.4 <i>Extrusores de tornillos doble</i>	55
4.5 EFECTOS DE LA EXTRUSIÓN EN LOS COMPONENTES DEL ALIMENTO	56
4.5.1. <i>La desnaturalización de las Proteínas</i>	56
4.5.2. <i>La gelatinización del almidón</i>	56
4.5.2.1. Puntos críticos que marcan la gelatinización	56
4.6. VENTAJAS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN	57
4.6.1. <i>Versatilidad</i>	57
4.6.2. <i>Velocidad de producción</i>	57
4. 6. 3. <i>Calidad del producto terminado</i>	58
4.7. EFECTOS DE LA COCCIÓN EXTRUSIÓN RELACIONADOS CON EL MATERIAL CRUDO	58
4.7.1 <i>Contenido de humedad de los ingredientes</i>	58
4.7.2. <i>Alimentación</i>	58
4.7.3. <i>Tamaño de partícula</i>	59
4.7.4. <i>Ingredientes menores</i>	59

5.	SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS	60
5.1.	MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA	61
5.1.1.	<i>Mezclas Alimenticias</i>	61
5.1.2.	<i>Principios de formulación de una mezcla alimenticia</i>	63
5.2.	RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA	65
5.3.	LAS NECESIDADES DEL ORGANISMO	67
5.3.1.	<i>Necesidades hídricas</i>	67
5.3.2.	<i>Necesidades energéticas</i>	67
5.3.3.	<i>Necesidades plásticas o constructivas</i>	67
5.3.4.	<i>Necesidades biorreguladoras o protectoras</i>	68
5.4.	Las calorías	68
II.	METODOLOGÍA	69
2.1	Área de ejecución	69
2.2	Tipo de investigación	69
2.3	Población y muestra	69
2.3.1	Población	69
2.3.2	Muestra	70

2.4	Variable de estudio	70
2.4.1	Variable dependiente	70
2.4.1.1	Valor nutricional	70
2.4.1.2	Características sensoriales	70
2.4.2	Variables independientes	70
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	71
2.5.1	Equipos y materiales de laboratorio	71
2.5.1.1	Equipos	71
2.5.1.2	Materiales	72
2.5.2	Reactivos y soluciones	73
2.5.3	Método de análisis	73
2.5.3.1	Análisis físico químicos	73
2.5.3.2	Análisis Microbiológicos	74
2.5.3.3	Evaluación organoléptica	75
2.6	Metodología Experimental	75
2.6.1	Caracterización de la Materia Prima	75
2.6.1.1	Análisis físico químico	75
2.6.1.2	Análisis microbiológico	76

2.6.2	Obtención del suplemento alimenticio por extrusión y	
	evaluación de los tratamientos	76
2.6.2.1	Recepción de materia prima	76
2.6.2.2	Selección y Clasificación	76
2.6.2.3	Molienda	76
2.6.2.4	Tamizado	77
2.6.2.5	Pesado	77
2.6.2.6	Mezclado y Homogenización	77
2.6.2.7	Extrusión	77
2.6.2.8	Secado	78
2.6.2.9	Enfriamiento	78
2.6.2.10	Molienda y Tamizado	78
2.6.2.11	Envasado	78
2.6.2.12	Evaluación	78
2.6.3	Caracterización del producto obtenido	80
2.6.3.1	Caracterización fisicoquímica	80
2.6.3.2	Análisis microbiológico	80
2.6.3.3	Evaluación organoléptica	80

2.6.3.4 Índice de Absorción de agua (IAA) e Índice de solubilidad en agua (ISA)	80
2.6.3.5 Tamaño de partícula	81
2.6.4 Análisis estadístico	81
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	83
3.1 Caracterización de las materias primas	83
3.1.1 Análisis físico químico	83
3.1.2 Análisis microbiológico	84
3.2 Evaluación de los tratamientos y obtención del producto obtenido a partir de la mezcla de insumos	85
3.2.1 Evaluación de los tratamientos	85
3.2.1.1 Evaluación del aporte proteico y energético	85
3.2.1.2.Evaluación sensorial	86
3.2.1.2.1 Variable Apariencia	86
3.2.1.2.2. Sabor	89
3.2.1.2.3. El color	91
3.2.1.2.4. Olor	94
3.2.2 Obtención del producto	97

3.3	Caracterización del producto obtenido	99
3.3.1	Análisis físico químico	99
3.3.2	Análisis microbiológico	99
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
4.1	CONCLUSIONES	102
4.2	RECOMENDACIONES	103
V.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	105
VI.	ANEXOS	112
	ANEXO 1 Pruebas de medición del grado de satisfacción	114
	ANEXO 2 Resultados de la evaluación sensorial	115
	ANEXO 3 Norma técnica 205.045: harina sucedánea procedentes de cereales	119
	ANEXO 4 Determinación del índice de absorción de agua (iaa) e índice de solubilidad en agua (ISA)	126
	ANEXO 5 Determinación del tamaño de partícula	127
	ANEXO 6 Resolución de designación de jurado	129

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Grano de maíz, recuperado de: Boletín mensual de la producción del grano de maíz (2017)	27
Figura 2 Estructura del grano del maíz, recuperado de Arendt y Emanuele (2013)	28
Figura 3 Estructura química de la molécula de amilosa y la amilopectina, recuperado de Pérez y Baldwin (2009)	30
Figura 4 “Maca <i>Lepidium meyenii</i> ”, recuperado de Arimborgo, (2010)	36
Figura 5 Composición química de la maca, recuperado de Cuestas (2002)	38
Figura 6 Diseño genérico de un extrusor de tornillo simple, recuperado de Fernández (2010)	48
Figura 7 Diagrama de bloques para la obtención de las formulaciones, elaboración propia (2018)	79
Figura 8 Comparación de medias para atributo apariencia del suplemento alimenticio, Elaboración propia (2018)	88
Figura 9 Comparación de medias para atributo sabor suplemento	

alimenticio, Elaboración propia (2018)	91
Figura 10 Comparación de medias para atributo color de la suplemento	
alimenticio, Elaboración propia (2018)	94
Figura 11 Comparación de medias para atributo color de la suplemento	
alimenticio, Elaboración propia (2018)	97
Figura 12 Flujo de Operaciones para la obtención un suplemento alimenticio	
a base de maca, maíz y arándano, Elaboración propia (2018)	99

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición química del maíz amarillo por cada 100g	29
Tabla 2 Contenido de aminoácidos de maíz por 100g.	32
Tabla 3 Composición químico proximal de diferentes ecotipos de la maca	37
Tabla 4 Composición de carbohidratos en la maca	38
Tabla 5 Composición de aminoácidos de la maca	39
Tabla 6 Composición de ácidos grasos I,	40
Tabla 7 Composición de ácidos grasos	40
Tabla 8 Minerales presentes en maca	41
Tabla 9 Composición química proximal de los diferentes ecotipos de la maca	42
Tabla 10 Composición química del fruto del arándano (g/100g)	45
Tabla 11 Necesidades de aminoácidos para diferentes edades como patrón de referencia (mg de aa/g de proteína	64
Tabla 12 Métodos de determinación físico químicos	74

Tabla 13 Métodos de análisis microbiológicos	74
Tabla 14 Análisis de varianza para los tratamientos	82
Tabla 15 Resultado de Análisis físico químico de las materias primas:	
maca, maíz y arándano	84
Tabla 16 Análisis microbiológicos de las materias primas	84
Tabla 17 Composición químico proximal de las formulaciones	
en base a 100 g.	85
Tabla 18 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia	86
Tabla 19 Prueba de comparaciones múltiples para atributo apariencia	87
Tabla 20 Prueba de comparación de medias de tukey para	
subconjuntos homogéneos	88
Tabla 21 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor	89
Tabla 22 Prueba de comparaciones múltiples para atributo sabor	90
Tabla 23 Prueba de comparación de medias de tukey para	
subconjuntos homogéneos	90
Tabla 24 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable color	91
Tabla 25 Prueba de comparaciones múltiples para atributo color	92
Tabla 26 Prueba de comparación de medias de tukey para	

subconjuntos homogéneos	93
Tabla 27 Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Olor	94
Tabla 28 Prueba de comparaciones múltiples para atributo color	95
Tabla 29 Prueba de comparación de medias de tukey para	
subconjuntos homogéneos	96
Tabla 30 Comparación de Análisis sensorial y físico químico de los	
Resultados	98
Tabla 31 Composición físico química de la formulación	
F3(15%M80%MZ5%A) en base a 100 g.	100
Tabla 32 Análisis microbiológicos del alimento extruido	101

ABSTRACT

In the present work of investigation, the experience at laboratory and productive level was realized in the National University Pedro Ruíz Gallo using raw materials of maca, maize and blueberry as raw materials that were used to obtain the extruded food mixture.

The work consisted initially of characterizing raw materials through physical, chemical and microbiological analysis. Then three treatments were formulated, the same ones that were evaluated physicochemically to know their composition and protein contribution, as well as it was evaluated with the Atwater factors of 4,9 and 4 Kcal / g. corresponding to protein, fat and carbohydrates respectively to find the formulation with the greatest energy contribution. Finding that the formulation with 15% maca flour, 80% corn flour and 5% cranberry flour is the one that provides 12.08% protein and 356.7 Kcal in 100 g of ration and sensorially qualified through the attributes of Appearance, color, smell and taste as the best.

It is concluded that the extruded and physicochemically characterized food mixture had a content of 612.08% protein, 72.37% carbohydrates, 2.1% fat, 1.02% fiber and 5.34% ash. Likewise it showed during the storage for 60 days presence of microorganisms (number of total viable aerobic bacteria, <10 cfu / g., Fungal numbering <1 cfu / g., Determination of coliforms absence of cfu / g and determination of Salmonella absence. ufc / 25g) within the permissible limits according to Sanitary Technical Norm 071 of the Ministry of Health and General Directorate of Environmental Health.

Key Words: Extrusion, food mix, Atwater and blueberry factors

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, la experiencia a nivel de laboratorio y productiva fue realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo utilizando como materias primas maca, maíz y harina de arándano que se emplearon para obtener la mezcla alimenticia extruida.

El trabajo consistió inicialmente en caracterizar las materias primas mediante análisis físico químicos y microbiológicos. Luego se formularon tres tratamientos, los mismos que fueron evaluados fisicoquímicamente para conocer su composición y aporte proteínico, así como también se evaluó con los factores de Atwater de 4,9 y 4 Kcal/g. correspondiente a proteína, grasa y carbohidratos respectivamente para encontrar la formulación con mayor aporte energético. Encontrándose que la formulación con 15% de harina de maca, 80% de harina de maíz y 5% de harina de arándano es la que aporta 12.08% de proteína y 356.7 Kcal en 100 g de ración y calificada sensorialmente a través de los atributos de apariencia, color, olor y sabor como la mejor.

Se concluye que la mezcla alimenticia extruida y caracterizada fisicoquímicamente presentó un contenido de 12.08% proteína, 72.37% de carbohidratos, 2.1% de grasa, 1.02% de fibra y 5.34% de ceniza. Así mismo mostró durante el almacenamiento por 60 días presencia de microorganismos (numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., numeración de hongos <1 ufc/g., determinación de coliformes ausencia ufc/g. y determinación de Salmonella ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria 071 del Ministerio de Salud y Dirección General de Salud Ambiental.

Palabras claves: Extrusión, mezcla alimenticia, factores de Atwater y arándano

INTRODUCCIÓN

Siendo la desnutrición un problema ligado con la alimentación, de acuerdo a la FAO (Food and Agriculture Organization), a nivel mundial en el 2017, se ha producido un aumento del hambre en el mundo. El número absoluto de personas subalimentadas – es decir, las personas que padecen privación crónica de alimentos–, ha aumentado a casi 821 millones y a 29,3 millones en América Latina y el Caribe (FAO, 2018).

En el Perú en el año 2018, la desnutrición crónica afectó al 12,2% de las niñas y niños menores de cinco años de edad, cifra que disminuyó en el último año en 0,7 punto porcentual y en los últimos cinco años en 5,3 puntos porcentuales; según resultados de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar-ENDES, que ejecuta el Instituto Nacional de Estadística e Informática-INEI. (INEI, 2018).

En la región Lambayeque la realidad no es diferente presentando un 16% de nivel de desnutrición infantil y un 41% de nivel de anemia, siendo los distritos más afectados Inkawasi, Kañaris, Mórrope y Salas (Gerencia Regional de Salud – Lambayeque, 2019).

Frente a este problema es importante plantear estrategias de solución, una de ellas es la elaboración de suplementos alimenticios que en el ámbito comercial y en apego al marco legal (Codex Alimentarius), que regula este grupo de productos se les conoce como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de

ciertos nutrientes en la alimentación diaria”; y además a través de los Organismos del Estado y ONGs permitir que se canalice la distribución a los estratos poblacionales que lo requieren como son los niños en escuelas rurales y urbanas de los sectores marginales (Barbosa, 2010).

Estos suplementos alimenticios deben formularse a base de productos ancestrales como: la maca, a la que la FAO cataloga como uno de los alimentos con más futuro a nivel mundial y como una fuente de solución a los graves problemas de la nutrición humana; en la maca existen 18 o 19 aminoácidos, resaltando que 7 de ellos son esenciales y su contenido es más alta que en las papas y zanahorias. El contenido de ácidos grasos insaturados, como linoleico y oleico es de 52,7% a 60,3% de ácidos grasos totales (Dini et al., 1994; Wang et al., 2007). Los minerales encontrados por 100 g de materia seca de maca destacan: calcio 247 mg, fósforo 183 mg y hierro 14,7 mg (García et al., 2009). Así también presentan fitoesteroles, alcaloides, antioxidante, entre otros componentes que lo hacen un alimento muy importante en la dieta a cualquier edad para el hombre (Lagarda, et al., 2006).

En las últimas décadas se ha desarrollado la extrusión, como un método versátil, rápido y eficiente en la reducción de factores antinutricionales y en el aumento de la digestibilidad proteica.

En el proceso de extrusión, el almidón es el componente que juega el papel más importante, ya que los cambios que sufre afectan la expansión y la textura final del producto extruido; también mejora la digestibilidad de la proteína vía desnaturalización, porque expone los puntos activos a las enzimas digestivas.

Existe un sector vulnerable especialmente los niños y personas de la tercera edad al desarrollo de carencias nutricionales; necesitan alimentos de valor nutritivo concentrado y prefieren alimentos fáciles de preparar y comer por lo que surge la necesidad de desarrollar productos alimenticios enfocados a cubrir la demanda de estos grupos de personas, que satisfaga sus necesidades nutricionales y que además tengan una fácil preparación para su consumo con el uso de mezclas extruidas de cereales y plantas andinas para obtener un mejor balance en la calidad proteica del producto final. De esta manera en el presente informe se desarrolló y evaluó la obtención de un suplemento alimenticio en polvo mediante el proceso de extrusión que dentro de su formulación buscó incentivar el aprovechamiento de las propiedades nutritivas de una mezcla alimenticia a base de maíz, maca y arándano, que son muy reconocidas por representar una fuente notable de energía y calidad proteica.

Por ello se consideró realizar el presente trabajo de investigación, planteándose como objetivo general, Evaluar el efecto de los porcentajes de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*) en la aceptabilidad de un suplemento alimenticio instantáneo y objetivos específicos: Caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente las harinas de maca, maíz y arándano, Determinar parámetros tecnológicos del proceso, Evaluar los tratamientos a partir de la composición químico proximal y análisis sensorial, Determinar las características fisicoquímicas del suplemento alimenticio instantáneo, Evaluar la estabilidad microbiológica en el almacenamiento del suplemento alimenticio instantáneo.

I. MARCO TEÓRICO

1. MAÍZ

1.1. Generalidades

Es un cereal y grano andino muy importante para los peruanos, están constituidos principalmente de tres partes: la cascarilla, el endospermo y el germen, la cascarilla o pericarpio es la piel externa o cubierta del grano, que sirve como elemento, protector. El endospermo es la reserva energética del grano y ocupa hasta el 80% del peso del grano. Contiene aproximadamente el 90% de almidón y el 9% de proteína, y pequeñas cantidades de aceites, y minerales. El germen contiene una pequeña planta en miniatura, además de grandes cantidades de energía en forma de aceite, el cual tienen la función de nutrir la planta cuando comienza el periodo de crecimiento, así como otras sustancias necesarias durante el proceso de germinación y desarrollo de la planta (Rimache, 2 008).

El maíz constituye la materia prima central en la alimentación animal y en la producción de bioetanol, particularmente en EEUU, por lo que estas industrias determinan los dos principales usos de este cereal (Serna, 2010), (Arendt & Emanuele, 2013) Los alimentos derivados de maíz poseen características únicas que lo distinguen del resto de los cereales (Serna, 2010).



Figura 1 Grano de maíz, recuperado de: Boletín mensual de la producción del grano de maíz (2017)

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Strasburger (1986) señala que el maíz pertenece:

Reino:	Plantae
División:	Fanerógamas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Glumiflorae
Familia:	Gramínea
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays L.</i>

1.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO

Los granos inmaduros contienen niveles relativamente altos de azúcares y menores cantidades de almidón, proteína y lípidos, ya que éstos se acumulan durante la maduración (Boyer y Shannon, 1982). El maíz posee el grano de mayor tamaño en relación al resto de los cereales, cuyo peso de cien semillas rondan en promedio los 30 gramos. Debido a la gran diversidad genética de esta especie, existe una amplia gama de fenotipos de distintos 20 colores, formas y tamaños. Las diferencias de color se deben principalmente a pigmentaciones en el pericarpio y en la capa de aleurona (Salinas, Cruz, & Díaz, 2012, 2013), mientras que las diferencias en la forma y el tamaño se deben en gran medida a la posición en la mazorca. Aquellos que se ubican en los extremos de la espiga son más redondeados, mientras que los ubicados en la parte central, presentan los laterales más achatados debido a la presión ejercida por el empaquetamiento de los granos en la hilera (Arendt y Emanuele, 2013).

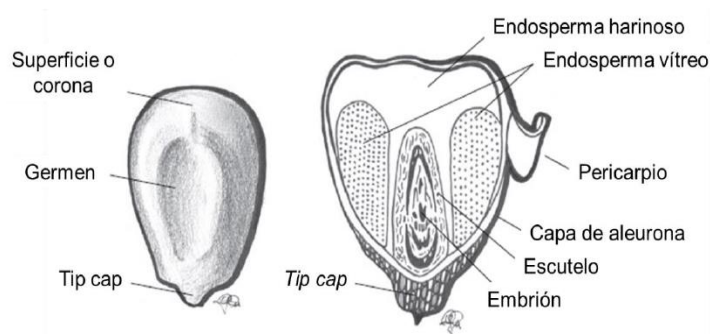


Figura 2 Estructura del grano del maíz, recuperado de Arendt y Emanuele (2013)

Tabla 1

Composición química del maíz amarillo por cada 100g

COMPONENTE DEL MAIZ	CANTIDAD (g)
Energía (K cal)	341
Agua	12,70
Grasas	4,00
Proteína	5,90
Hidratos de carbono	76,10
Fibra cruda	1,90
Ceniza	1,30
Calcio (mg)	50
Hierro (mg)	1,48
Fosforo (mg)	249
Vitamina B1 (mg)	0,25
Vitamina B12 (mg)	0,05

Nota: "Tablas Peruanas de Composición de Alimentos" (2 010).

1.3.1. CARBOHIDRATOS

En relación al contenido de carbohidratos; los azúcares constituyen aproximadamente el 2 % del peso total del grano y cerca del 65 % se encuentran en el germen. Contiene fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa, rafinosa y algunos oligosacáridos.

El polisacárido de reserva es el almidón y se encuentra en el endospermo. Los gránulos de almidón están compuestos principalmente por una fracción ramificada

(amilopectina) y una fracción lineal (amilosa). La amilosa constituye el 25 % – 30 % del almidón de maíz, y es esencialmente un polímero lineal de unidades glucosa con enlaces α -(1 \rightarrow 4) (Watson, 2003) La amilopectina constituye el 70 % – 75 % del almidón, y consiste en cadenas de glucosa unidas por enlaces α -(1 \rightarrow 4) y ramificaciones en los enlaces α -(1 \rightarrow 6). Las cadenas unidas con enlaces α -(1 \rightarrow 4) pueden ser de longitudes de 12 – 20 o 40 – 60 unidades de glucosa (Marshall y Whelan, 1974). Sin embargo, esta proporción está determinada genéticamente y puede cambiar de semilla a semilla

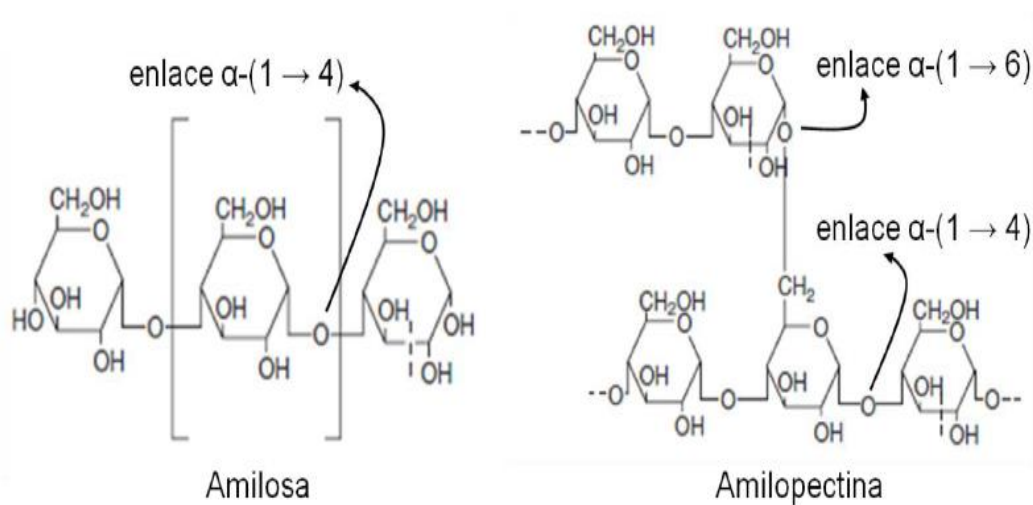


Figura 3 Estructura química de la molécula de amilosa y la amilopectina, recuperado de Pérez y Baldwin (2009)

1.3.2. PROTEINAS

Las proteínas conforman el segundo componente más abundante en el grano de maíz luego del almidón, cuyo contenido oscila generalmente entre 6 % y 12 % de su peso seco (Watson, 2003). Se distribuyen principalmente en el germen y el endosperma, y

sus características difieren significativamente. La proteína del germen es de alta calidad y conforma alrededor del 35 % de su peso seco, mientras que el endosperma contiene alrededor de 9 % de su peso en proteína, y es considerada de mala calidad debido a una deficiencia en lisina y triptófano (Ortiz-Martinez *et al.*, 2017). La proteína del endosperma constituye el 80 % del contenido total de proteína en el grano. Las proteínas de maíz se clasifican en cuatro fracciones según su solubilidad como prolaminas, albúminas, globulinas y glutelinas (Arendt y Emanuele, 2013).

Aminoácidos

Son sustancias cristalinas, casi siempre de sabor dulce; tienen carácter ácido como propiedad básica y actividad óptica; químicamente son ácidos carbónicos, por lo menos, un grupo amino por molécula, 20 aminoácidos diferentes son los componentes esenciales de las proteínas. Aparte de éstos, se conocen otros que son componentes de las paredes celulares. Las plantas pueden sintetizar todos los aminoácidos, nuestro cuerpo solo sintetiza 16 aminoácidos, éstos, que el cuerpo sintetiza reciclando las células muertas a partir del conducto intestinal y catabolizando las proteínas dentro del propio cuerpo (Harper, 2003).

Tabla 2

Contenido de aminoácidos de maíz por 100g.

AMINOÁCIDOS ESENCIALES	CANTIDAD (G)
Isoleucina	0,230
Leucina	0,783
Lisina	0,167
Metionina + cistina	0,217
Fenilalanina + tirosina	0,544
Treonina	0,225
Triptófano	0,038
Valina	0,303
Histidina	0,170

Nota. FAO (1985)

1.3.3. LIPIDOS

El germen contiene alrededor del 39 % – 47 % de lípidos, y en su mayoría son triglicéridos, con algunos ésteres de esteroles y diglicéridos, así como pequeñas cantidades de glucolípidos y fosfolípidos. Se organizan en forma de gotitas microscópicas de 1,31 µm de diámetro, conocidas como cuerpos oleosos (Watson, 2003). El aceite de maíz es una excelente fuente de ácidos grasos poli-insaturados y es altamente estable dado a los elevados niveles de antioxidantes naturales y un bajo porcentaje de ácido linoleico (C18:3, < 1%) (Conocido también como ω6). Además, posee cantidades reducidas de ácido linolénico (ω3) y araquidónico, cuyos valores

difieren entre variedades que exhiben distintas composiciones (Arendt y Emanuele, 2013).

1.3.4. MINERALES

El contenido de minerales en maíz oscila entre 1,0 % y 1,3 %. Sólo el germen proporciona casi el 80 % de los minerales del grano, en comparación con menos del 1% del endospermo (Earle, Curtis, & Hubbard, 1946). El fósforo (en forma de fitato) (0,29 %), K (0,37 %) y Mg (0,14 %) representan los minerales más abundantes, y proporcionan casi el 85 % del contenido mineral del grano. Como la mayoría de los cereales, el maíz es bajo en Ca (0,03 %) y Fe (30 µg/g) (Watson, 2003)

1.3.5. VITAMINAS

El grano de maíz contiene dos vitaminas liposolubles, A (β -caroteno) y E, y la mayoría de las vitaminas hidrosolubles, como la tiamina (vitamina B1) y la piridoxina (vitamina B6). Sin embargo, es deficiente en ácido ascórbico (vitamina C) y cobalamina (vitamina B12). La niacina (B3) está presente en niveles elevados en forma unida y, a menos que se procese adecuadamente, no está biológicamente disponible para los humanos. El procesamiento con calor y/o presión, puede hidrolizar la niacina y mejorar así su biodisponibilidad (Arendt y Emanuele, 2013).

1.4. COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

Un antioxidante biológico es cualquier compuesto que, en concentraciones más bajas en comparación con la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o prevenir la

oxidación de dicho sustrato (Brewer, 2011; Godic *et al.*, 2014; Pisoschi y Pop, 2015). Las funciones antioxidantes implican la disminución del estrés oxidativo, la reducción de las mutaciones del ADN, el impedimento de transformaciones celulares perjudiciales, entre otros eventos de daño celular (Pisoschi y Pop, 2015). Los primeros tipos de sistemas de defensa antioxidante que actúan contra el daño oxidativo, son aquellos que bloquean o capturan los radicales libres formados por las reacciones de `especies reactivas de oxígeno´ (EROS) (Cheeseman y Slater, 1993). Otro importante sistema antioxidante de la célula consiste en procesos de reparación que eliminan las biomoléculas dañadas, antes que éstas alteren el metabolismo celular (Cheeseman y Slater, 1993).

1.5. EL MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

El maíz juega un importante papel en la producción de alimentos con características funcionales y nutraceuticas debido a la existencia de variedades con alto contenido de compuestos antioxidantes (Adom y Liu, 2002; Jing *et al.*, 2007; Del Pozo-Insfran *et al.*, 2006; Lopez-Martinez *et al.*, 2009). Las características propias de los componentes químicos de los granos, y la gran variabilidad existente en esta especie, hacen que las diferencias manifestadas entre genotipos influyan en las propiedades nutricionales, funcionales y organolépticas de los alimentos derivados de este cereal. Además, la interacción entre el genotipo y el ambiente, especialmente durante las etapas de llenado y maduración del grano, puede afectar su composición química (Serna-Saldivar, 2010).

2. MACA

2.1. GENERALIDADES

la maca es una especie nativa peruana, de origen alto-andino, pero su cultivo al igual de otras especies vegetales, fue desapareciendo con la conquista española tanto así que fue declarada en la década de los ochenta, por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO como una especie en peligro de extinción (INADE/PERLT, 2000).

La maca (*Lepidium peruvianum*) es uno de los cultivos andinos menos conocidos y estudiados hasta hace poco tiempo., es una raíz vegetal que crece en los valles andinos del Perú a altitudes tan grandes como 3,500 o 4,200 msnm, en zonas muy frías, con fuertes vientos e intensa luz solar, tales como las sierras de Pasco, Junín, Puno Huancavelica y Ancash. Fue domesticada probablemente hace 2,000 o 3,000 años y se usó ampliamente como estimulante del deseo sexual, como lo expresan diversos historiadores y cronistas de la época, aunque con la llegada de los conquistadores fue ocultada por el pueblo, reapareciendo a partir del siglo XX nuevamente. Esta planta es muy resistente a las plagas que atacan generalmente los cultivos andinos (Chacón, 2009).

La maca es una planta herbácea bianual. En el primer año se desarrolla la fase vegetativa dando una roseta con raíz pivotante que forma el hipocótilo, un órgano de almacenamiento subterráneo que es la parte comestible. Las hojas son compuestas, presentan dimorfismo y son grandes (10 – 15 cm de largo). En el segundo año se desarrolla la fase reproductiva, el hipocotíleo produce de uno a tres brotes, los cuales desarrollan tallos en sentido radial y se ramifican en forma lateral formando

inflorescencia racimosas que producen semillas botánicas. Cada flor presenta cuatro pétalos de color blanco, el androceo está formado por dos estambres de dehiscencia longitudinal y con cuatro nectarios. El gineceo presenta un ovario superior, ancho y binocular de placentación tabical superior, de estilo reducido y estigma pequeño, globoso y abultado, la antesis dura tres días y es parcialmente cleistogama. (PONCE, 1995)



Figura 4 “Maca *Lepidium meyenii*”, recuperado de Arimborgo, (2010)

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Obregón (1998), determina para la “maca” la siguiente clasificación taxonómica:

División:	Angiospermae
Clase:	Docotyledoneae
Subclase:	Archichlamydeae
Orden:	Papaverales
Familia:	Brassicaceae
Genero:	<i>Lepidium</i>
Especie:	<i>Lepidium Meyenii</i> Walp
Nombre vulgar	Maca

2.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

Según Obregón (1998), destaca que en un trabajo de investigación realizado sobre el “Estudio químico y Fitoquímico comparativo de tres ecotipos de *Lepidium meyenii* Walp, “maca” procedente de Carhuamayo (Junín) obtuvo los resultados

Tabla 3

Composición químico proximal de diferentes ecotipos de la maca

DETERMINACION		ECOTIPOS	
ANÁLISIS	AMARILLO	ROJO (g%)	NEGRO (g%)
Humedades	15,71	16,14	16,47
Proteínas totales	11,99	11,22	10,31
Grasa	0,82	0,91	0,82
Carbohidratos	62,69	62,60	63,82
Fibra	5,30	5,45	4,95
Ceniza	3,49	3,68	3,63
Nitrógeno total	2,87	2,76	2,42
Nitrógeno proteico	1,55	1,16	1,36
Proteína pura	8,25	9,97	7,7
Almidón	37,86	37,52	38,18

Nota. Obregón (1998)

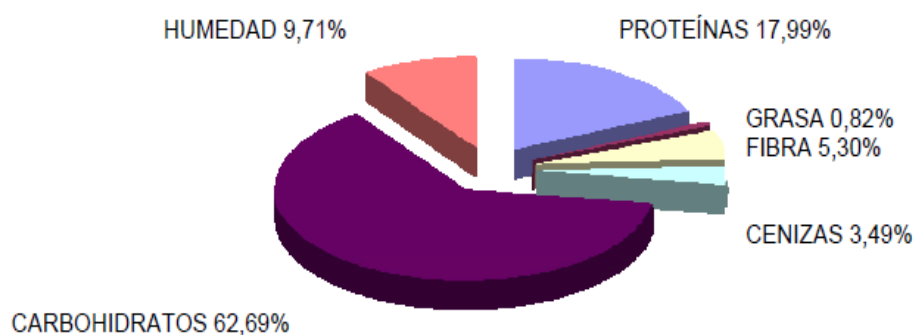


Figura 5 Composición química de la maca, recuperado de Cuestas (2002)

2.3.1. CARBOHIDRATOS

El contenido de carbohidratos de la maca varía entre 51.81 – 76.05%, de los cuales 17.86 – 20.33%, está conformada por almidón y entre el 6.46 – 9.95% por azúcares reductores que le dan un sabor dulzón en el hipocótilo (Ramos, 1984)

Tabla 4

Composición de carbohidratos en la maca

ENERGIA 325Kcal/100g	
CARBOHIDRATOS	G%
Almidón	37,86
Azúcares solubles Reductores	6,17
Azúcares solubles No Reductores	16,52

Nota. Cuestas (2002)

2.3.2. *PROTEINAS*

Las proteínas de la maca se encuentran en todas las células vivas del tejido vegetal, en la epidermis, dermis, vasos leñosos y liberianos. La maca presenta un promedio de 11% de proteína en el hipocótilo seco y como pasta integral 14% (Mayolo, 1981).

Hay pocos estudios sobre los aminoácidos de la maca, pero todo indica que tienen aceptables cantidades de fenilalanina, leucina, valina, isoleucina y serina. Uno de los estudios más completos fue desarrollado por (Dini, 1994)

Tabla 5

Composición de aminoácidos de la maca

Aminoácidos	miligramos de aminoácido/1 g. de proteína
Ac. Aspártico	91,7
Ac. Glutámico	156,5
Serina	50,4
Histidina	21,9
Glicina	68,3
Treonina	33,1
Alanina	63,1
Argenina	99,4
Tirosina	30,6
Fenilalanina	55,3
Valina	79,3
Metionina	28,0
Isoleucina	47,4
Leucina	91,0
Lisina	54,5
HO-Prolina	26,0
Prolina	0,5
Sarcosina	0,7

Nota. Agapito (1999)

2.3.3. LIPIDOS

Existen ácidos grasos empleados como antisépticos y/o antisépticos locales, fungicidas y conservador de alimentos

Tabla 6

Composición de ácidos grasos I,

ACIDOS GRASOS	%
Saturados	40,10
Insaturados	52,70

Nota. Collazos (1996)

Tabla 7

Composición de ácidos grasos

	Nº C Y DOBLES ENLACE	%
Láurico	C12:0	0,8
Tridecenoico	C13:1	0,3
Tridecanoico	C13:0	0,1
Mirístico	C14:0	1,4
Pentadecanoico	C15:1	1,1
Palmitoleico	C16:1	2,7
Palmitico	C16:0	23,8
Heptadecanoico	C17:1	1,5
Heptadecanoico	C17:0	1,8
Linoleico	C18:2	32,6
Oleico	C18:1	11,1
Esteárico	C18:0	6,7
Nonadecenoico	C19:1	1,3
Nonadecanoico	C19:0	0,4
Eicosenico	C20:1	2,3
Araquidónico	C20:4	1,6

Nota. Collazos (1996)

2.3.4. MINERALES

Dentro de los cuales se destacan el alto contenido de macro elementos tales como el calcio, fósforo y magnesio; así como importantes cantidades de micro elementos tales como hierro, manganeso u otros elementos (MAYOLO, 1981)

Tabla 8

Minerales presentes en maca

Minerales.	mg/100g.
Calcio	220.00
Fósforo	180.00
Hierro	15.50
Manganeso	0.80
Cobre	5.90
Zinc	3.80
Sodio	18.70
Potasio	2050.00

Nota. Agapito (1999)

2.3.5. VITAMINAS

En la raíz de maca donde se ha encontrado cantidades significativas de vitamina B1 o Tiamina 0.20mg%, vitamina B2 o Riboflavina con 0.35mg% y vitamina C con 2.50 mg% (Dini *et al*, 1994).

Tabla 9

Composición química proximal de los diferentes ecotipos de la maca,

VITAMINAS	ECOTIPOS		
	AMARILLO (Mg%)	ROJO (Mg%)	NEGRO (Mg%)
Niacina	43.03	37.27	39.06
Ácido Ascórbico	3.52	3.01	2.05
Riboflavina	0.61	0.50	0.76
Tiamina	0.42	0.52	0.43

Nota. Obregón (1998)

2.4. ANTINUTRIENTES EN LA MACA

Además de su suministro de nutrientes esenciales, la maca contiene alcaloides, taninos y saponinas.

2.5. LA MACA EN LA ALIMENTACIÓN HUMANA

En la industria alimentaría: Se elabora harina de maca para agregarlo a los alimentos diarios. Otra presentación es la harina de maca mezclada con cierta cantidad de avena, para obtener una maca avena con mayor valor nutricional para los consumidores. Otras presentaciones son los toffees de maca, manjares de maca, gelatina, flan, galletas, budín y picarones de maca. En la industria de las Bebidas: La maca tiene aplicación en las bebidas tales como el jugo de maca, la chicha de maca y el licor de maca (Chacón, 2009).

3. ARANDÁNO

3.1. GENERALIDADES

El arándano es una baya originaria de América del Norte, donde crece en forma silvestre. (Bañados, 2006), menciona que los arándanos se introdujeron en América del Sur en la década del 80 para evaluar su potencial como cultivo en las distintas regiones. En 1993, Chile contaba con tan sólo 580 Ha plantadas y muy pocas reportadas en Argentina. Desde ese momento, el crecimiento de las ha plantadas en ambos países se incrementó rápidamente. En la cosecha 2003 - 2004 el país transandino contaba con alrededor de 2,500 ha, exportando aproximadamente 9,700 toneladas (t) de fruta; mientras que nuestro país poseía 1,200 ha y exportaba 900 t. Este rápido incremento del área plantada y de los volúmenes vendidos se debió principalmente a los buenos precios de la fruta que se comercializaban a países del hemisferio norte en contra-estación, y a una mayor demanda mundial de estas bayas. El arándano (*Vaccinium corymbosum*) es en la actualidad uno de los frutos más valiosos en todo el mundo debido a sus propiedades organolépticas y nutricionales. Sin embargo, desde el momento en que los arándanos se cosechan son muy susceptibles a los cambios estructurales, nutricionales y bioquímicos (Brazelton, 2011).

García y Gonzales (s.f.), señalan que el arándano (*Vaccinium spp.*) es un frutal perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia de las Ericáceas y constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas por el Hemisferio Norte, básicamente por Norteamérica, Europa Central y Eurasia, encontrándose también en América del Sur, y unas pocas especies en África y Madagascar.

3.2. CLASIFICACIÓN TAXÓNOMICA

Bañados (2007), determina la clasificación taxonómica y morfológica de la siguiente manera:

Reino	<i>Plantae</i>
Súper división	<i>Spermatophyta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Sub Clase	<i>Dicotyledonae</i>
Orden	<i>Ericales</i>
Familia	<i>Ericaceae</i>
Sub Familia	<i>Vaccinioideae</i>
Tribu	<i>Vaccinieae</i>
Género	<i>Vaccinium</i>
Especie	<i>sp</i>
Nombre Científico	<i>Vaccinium sp</i>

3.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DEL GRANO

Los diversos estudios realizados sobre propiedades beneficiosas para la salud que presentan los arándanos, tenemos para el tratamiento de infecciones urinarias, ya que algunos componentes de la fruta inhiben el crecimiento de bacterias como *Escherichia coli*, principal causante de cistitis, entre otras (Ofek et al., 1991).

Alimentación Sana (2015) señala que el valor nutricional del arándano, según la estandarización de la Food and Drug Administración (FDA) de los Estados Unidos, es

un producto entre bajo y libre de grasas y sodio, libre de colesterol y rico en fibras, refrescante, tónico, astringente, diurético y con vitamina C.; además de ácido hipúrico, lo que determina que sea una fruta con muchas características deseables desde el punto de vista nutricional. El pigmento que le confiere el color azul al fruto (la antocianina), interviene en el metabolismo celular humano disminuyendo la acción de los radicales libres, asociados al envejecimiento, cáncer, enfermedades cardíacas y Alzheimer. Estas cualidades son apreciables en los mercados de alto poder adquisitivo, donde la decisión de compra está influenciada principalmente por factores no económicos. Por esta razón las campañas publicitarias destacan esta bondad del fruto entre sus propiedades nutritivas y benéficas para la salud.

Tabla 10

Composición química del fruto del arándano (g/100g)

Componentes	Cantidad
Agua	83,2
Carbohidratos	15,3
Fibras	1,5
Proteínas	0,7
Grasas	0,5
Pectinas	0,5
Azúcares totales	10 – 14
Sacarosa	0,24
Fructosa	4,04
Glucosa	3,92
Contenido de sólidos solubles	10,1 – 14,2
Acidez titulable	0,3 – 0,38
Vitamina A (U.I.)	100
Ácido Ascórbico (mg/100g)	14

Nota Dinamarca (1986)

3.3.1. CARBOHIDRATOS

El contenido de azúcares totales oscila en un rango de 10-14%, de los cuales cerca del 95% corresponde a azúcares reductores. El principal ácido orgánico es el ácido cítrico seguido del ácido málico. El balance entre azúcares y ácidos es muy importante en la calidad del sabor de estas frutas (Dinamarca, 1986)

La pectina está en promedio en un rango entre 0,40 % p/p y 1,13 % p/p medido como pectato de calcio (Dinamarca, 1986).

3.3.3. MINERALES

Entre los minerales contenidos en el arándano destaca el potasio (88 mg/100g) es necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso, para la actividad muscular normal e interviene en el equilibrio del agua dentro y fuera de la célula. Consumer Eroski (s.f.)

3.3.4. VITAMINAS

Chicurel (2010) refiere que “Los arándanos son muy ricos en vitamina C y en antioxidantes (flavonoides), lo que los califica como excelentes frutos tanto para el tratamiento como para la prevención de enfermedades, especialmente del tipo infeccioso, ya que potencian el sistema inmune. La vitamina C es además indispensable para la fabricación de colágeno y los antioxidantes que poseen previenen el deterioro por la edad”.

4. EXTRUSIÓN

4.1. GENERALIDADES

La extrusión es un proceso que combina una serie de operaciones unitarias sucesivas como: mezclado, amasado, ruptura por cizalla, transporte, calentamiento, enfriamiento, moldeado, secado parcial e inflado dependiendo del alimento y del equipo empleado. Además, el producto mejora la calidad preparado en tiempos cortos de cocción, así mismo tiene una menor destrucción de los nutrientes sensibles al calor (García, 2009).

Harper (1981), define la extrusión como el moldeo de un material por forzamiento, a través de muchas aberturas de diseño especial, después de haberlo sometido a un previo calentamiento; asimismo menciona que la cocción-extrusión combina el calentamiento con el cocimiento y formación de alimentos húmedos, almidonosos y proteicos

Harper (1988), sostiene que, durante el proceso de extrusión, el alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular crudo a una masa continua. Esta transformación, descrito como cocción, involucra la ruptura de los gránulos de almidón, la desnaturalización de las moléculas de proteína, y otras reacciones que pueden modificar las propiedades nutricionales, texturales y organolépticas del producto final. En la descarga del extrusor, la pasta

cocida a alta temperatura presurizada es forzada a través de una pequeña abertura llamada boquilla, que permite dar forma al producto. La caída de presión a la salida, ocasiona la expansión y la evaporación de la humedad en el producto.

Según Harper (1992), menciona que los extrusores consisten de dos componentes básicos: (1) el tornillo o tornillos que giran en una cámara que transporta el material alimenticio mientras que genera presión y esfuerzo de corte y (2) una boquilla u orificio de restricción a través del cual el producto es forzado. Estos componentes interactúan para generar las condiciones del procesamiento.

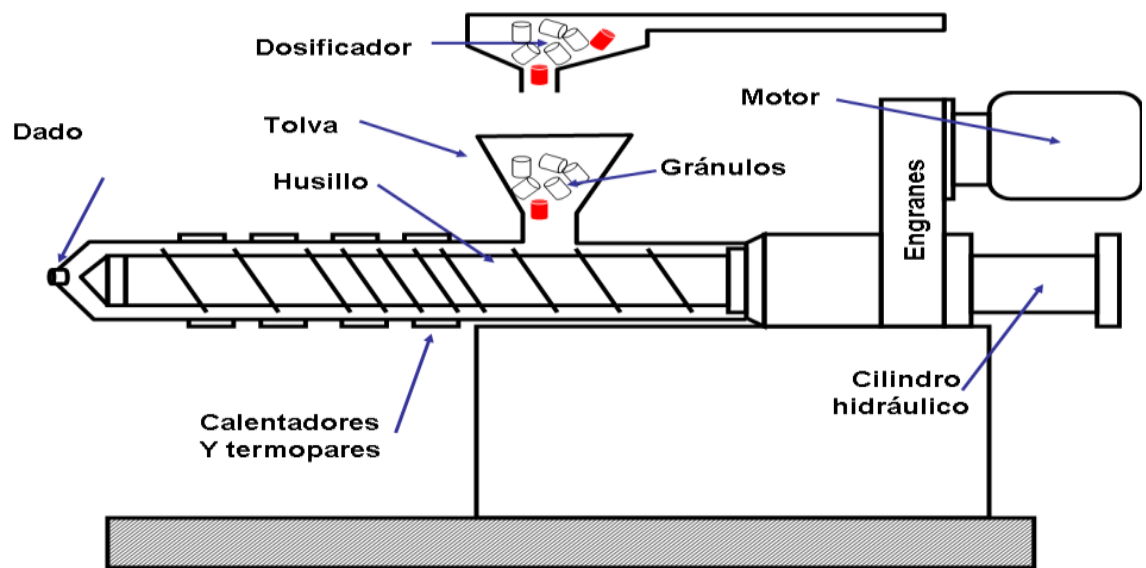


Figura 6 Diseño genérico de un extrusor de tornillo simple, recuperado de Fernández (2010)

4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN QUE INFLUYEN EN LA EXTRUSIÓN

4.2.1. Temperatura

La temperatura de extrusión en caliente varía de 99°C a 200°C, según el tipo de extrusor. Por lo tanto los extrusores de menor capacidad de alimentación, tiene una relación directa con la temperatura del producto. Por otra parte los extrusores de grandes capacidades pueden ser inversos, pues al calentar la pared, disminuye la viscosidad de la masa, el esfuerzo cortante y la capacidad de bombeo del tornillo, en tanto que la conducción de calor al interior de la masa es muy pequeña por la presencia de flujos laminares. (Huber, 2010)

4.2.2. Presión

En el proceso de extrusión las presiones altas generan perdida de agua por vaporización, obteniendo un producto con baja actividad de agua, por lo tanto, más duradero. Por el contrario, si se trabaja con baja presión, el producto que sale del troquel será de alto contenido en humedad y alta densidad, sin embargo precisará otros tratamientos como el secado. (Huber, 2010)

4.2.3. Diámetro de orificio

La extrusión a menor diámetro de orificio de los dados, incrementa el grado de expansión del producto; la humedad de la mezcla es importante para la crujencia o textura, el incremento del contenido de proteína en la mezcla reduce las posibilidades de una extrusión con expansión (Cadena, 2010).

4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Las propiedades físico - químicas de las materias primas que alimentan al extrusor tienen influencia en las características organolépticas del producto final.

Las características físico-químicas más importantes son:

4.3.1. *El almidón*

El almidón es el componente más importante en el proceso de extrusión, ya que los cambios que sufre afectan a la expansión y textura del producto extruido. Debido a que el almidón es una macromolécula compuesta de dos polisacáridos, la amilosa, un polímero lineal soluble que ofrece una textura quebradiza y la amilopectina molécula de almidón que contiene ramificaciones y promueve el inflado en el producto extruido (Kent, 2013).

De esta manera, la extrusión es un proceso, que puede provocar modificaciones en la estructura del almidón, en consecuencia, se puede mejorar el valor nutritivo de los productos extruidos, ya que existe la actividad enzimática. (Pérez O. , 2012)

4.3.2. *Proteínas*

La extrusión de productos con elevado contenido proteico se realiza generalmente para controlar los inhibidores del crecimiento, que están contenidos en las materias primas. Por otra parte estos procesos consiguen por un lado el mínimo contenido en factores antitripsicos y por otro la máxima lisina disponible en el producto. Debido a que la lisina es un aminoácido muy reactivo y el proceso que sea menos agresivo será el mejor desde el punto de vista nutritivo de las proteínas, crean elasticidad limitando así la

expansión del producto extruido. Se debe controlar la temperatura del tratamiento térmico para disminuir el porcentaje de pérdida de nutrientes y la desnaturalización de la proteína durante la extrusión. (García, 2009)

La extrusión produce la separación de las cadenas proteicas vegetales. Debido a que las moléculas se alinean a largo de la matriz. Además el bajo porcentaje de almidón en la cocción por extrusión reduce la solubilidad de la proteína cuando la temperatura aumenta. Por lo que se debe controlar las altas temperaturas en el proceso de extrusión para evitar un exceso de pérdida de proteínas en el producto. (Ponce, 2010)

4.3.3. Grasas

La grasa actúa como un lubricante, reduciendo así la conversión mecánica de energía en el extrusor, así como su expansión. Sin embargo es importante controlar el nivel de grasas, en algunos casos, una pequeña variación de grasa puede afectar drásticamente el producto. La grasa también puede debilitar la estructura celular, causando fusión y porosidad. (Fernandez J. , 2010)

Los aceites que contienen los cereales y las leguminosas, al ser extruido sufren un proceso de emulsión debido a la fuerte presión a que son sometidas las finas gotas de grasa al ser recubiertas por los almidones y proteínas, quedando la grasa encapsulada. Para realizar la determinación correctamente es necesario emplear el método de hidrólisis ácida y extracción posterior, puesto que con el método de Extracto Etéreo no se consiguen los resultados que corresponden en realidad al producto. (Fernandez J. , 2010)

4.3.4. Azúcares

Los azúcares, se licúan y actúan como lubricantes, reduciendo la conversión mecánica de energía y grado de expansión del producto extruido. También los porcentajes altos de azúcar en el proceso de extrusión requieren de mayor tiempo de residencia para su cocción. Cuando los niveles son altos, la reducción de la actividad del agua en el extrusor de tornillo sinfín puede ocasionar un incremento en la viscosidad. El azúcar, generalmente, coadyuva a crear una estructura celular más suave y más fina. (Fernandez J. , 2010)

4.3.5. Vitaminas

Cada vitamina tiene sus propias características de estabilidad durante los procesos térmicos. Los efectos en la estabilidad en las vitaminas durante la extrusión son complicados debido a la acción de la humedad, fricción, altas temperaturas y presiones. Las vitaminas liposolubles A, D y E, en general, son razonablemente estables durante la extrusión. El nivel de humedad del producto durante la extrusión tiene el mayor efecto sobre la retención de vitaminas. Como norma general, el alto nivel de humedad en el proceso da más vitaminas retenidas. Las vitaminas hidrosolubles, como la vitamina C o del grupo B, pueden perder estabilidad durante la extrusión. La extrusión húmeda produce una pérdida de vitamina C y tiamina. (Martel, 2011)

4.3.6. Contenido de humedad

El porcentaje de humedad en la masa afecta significativamente la viscosidad aparente, la expansión y la resistencia a la rotura del producto extruido. El mayor contenido de

humedad y las temperaturas elevadas causan la gelatinización del almidón y aumenta la viscosidad del producto. Además se alcanza índices de absorción y de solubilidad de agua, a los niveles más bajos de humedad, hecho que se atribuye a la modificación del almidón. (Guy, 2009)

4.3.7. Tamaño de la partícula

El tamaño de la partícula depende del tipo de extrusor y del producto que se desea obtener. El tamaño óptimo de las partículas en la extrusión no es estándar, depende de la configuración del equipo y de la materia prima; por ello es necesario conocer el diseño del extrusor previo al acondicionamiento de las materias primas, ya que el tamaño de partícula del producto a extruir es relevante para el procesamiento y es preferible trabajar con tamaños gruesos (debido a que retrasan la gelatinización hasta justo antes de salir del dado), siendo no recomendable trabajar con harinas o partículas muy pequeñas ya que éstas se funden rápidamente y no favorecen el transporte del material al interior del extrusor. (Túpaca, 2012)

El extrusor usado en la investigación, no permite trabajar con harinas muy finas debido a que causan problemas en la zona de alimentación, ni con partículas muy gruesas ya que posee un dado con abertura de salida de diámetro aproximado de 3 mm; partículas superiores a éste provocarían la obstrucción del mismo y retarda la gelatinización hasta antes de la descarga del dado de salida. Las partículas finas dan una pronta gelatinización y una baja viscosidad del fluido, propiedades que no son convenientes. Esto se corrige reduciendo la humedad para demorar la gelatinización. (Túpaca, 2012)

La presencia de cascara da como resultado una masa no homogénea que se pega a los orificios hasta que la presión en la cámara de extrusión se asemeja a un flujo taponado. Afecta también a la cocción, pues resulta insuficiente la penetración de calor en las partículas grandes durante el corto tiempo de permanencia en el extrusor (Aplicación del sistema haccp en los alimentos extruidos, 2012).

4.3.8. Formulación de la mezcla

El sabor, color, funcionalidad, valor nutricional, etc. Depende de la formulación específica empleada en el proceso de extrusión. Almidones de distinta procedencia pueden dar resultados muy diferentes.

4.4. TIPOS DE EXTRUSORES

Los extrusores se clasifican según su funcionamiento en caliente o en frío y según su construcción son de tornillo simple o tornillos gemelos (tornillos idénticos paralelos que rotan en el mismo sentido en dirección opuesta).

4.4.1. Extrusores en caliente

En estos extrusores el alimento se calienta por contacto con las paredes del cilindro o barril que rodea al tornillo del extrusor y/o por contacto con el tornillo del extrusor calentando internamente por la dicción directa de vapor de agua. En los extrusores en caliente es posible utilizar materias primas con elevado contenido en grasa, como por ejemplo para el procesado de habas de soja, puesto que el propio aceite lubrica el paso por la matriz. Este procedimiento de extrusión en seco tiene el inconveniente de

alcanzar temperaturas muy elevadas, a diferencia del proceso en húmedo, con lo que disminuye la lisina disponible (Huber, 2010).

4.4.2. Extrusores en frío

En este tipo de extrusores el alimento se extruye en tiras sin cocción ni expansión. En estas máquinas la materia prima está sometida a la mínima fricción de los tornillos: los que a su vez rotan en un tubo de superficie interna lisa (Cadena, 2010).

4.4.3. Extrusores de tornillo único

Estos extrusores se clasifican de acuerdo con la intensidad de la fuerza de cizalla que ejercen. Por lo cual se consideran de elevada, moderna y baja fuerza de cizalla. Este tipo de extrusores no funcionan adecuadamente para mezclas que tengan una humedad mayor al 40% y grasa mayor al 10% en su composición físico química (Guy, 2009).

4.4.4 Extrusores de tornillos doble

Este tipo de extrusores se clasifican de acuerdo con su sentido de rotación y por la forma en que los tornillos giran entre sí. Los extrusores más utilizados en la industria alimentaria son los de tornillo cortante debido a que el movimiento de rotación impulsa el material a través del extrusor. Cuenta con dos tornillos enlazados que pueden girar en sentido contrario o en el mismo sentido, eficaces para una gran gama de productos y distintas humedades, son más costosos pero con mayor versatilidad (Sharma, 2009).

4.5 EFECTOS DE LA EXTRUSIÓN EN LOS COMPONENTES DEL ALIMENTO

4.5.1. La desnaturalización de las Proteínas

La alteración de una proteína que modifique su conformación nativa se denomina desnaturalización; este cambio provoca la alteración o desaparición de sus funciones. En una proteína se produce la desnaturalización al perder su estructura secundaria, terciaria y cuaternaria, conservándose la primaria (covalente). En el estado desnaturalizado los niveles de estructuración superior de la conformación nativa se encuentran al azar, es decir la proteína altamente ordenada queda reducida a un polímero estadístico formado por una cadena de aminoácidos. La existencia de enlaces disulfuros en una proteína aumenta su resistencia a la desnaturalización. (Huber, 2010)

4.5.2. La gelatinización del almidón

La gelatinización del almidón es el colapso o ruptura del orden molecular del gránulo de almidón manifestando cambio “irreversible” en las propiedades como hinchamiento granular, fusión de las regiones cristalinas, pérdida de birrefringencia y solubilización del almidón en agua. El punto inicial de gelatinización y el rango de temperatura en la cual ocurre es gobernado por la concentración del almidón en la suspensión, método de observación, tipo granular y la heterogeneidad de la población de gránulos bajo observación. (Fernandez J. , 2010)

4.5.2.1. Puntos críticos que marcan la gelatinización

- Rompimiento del orden molecular.

- Es dependiente de la humedad y temperatura.
- Se incrementa el tamaño granular, sufre un hinchamiento con el incremento de temperatura.
- Difiere con respecto a la velocidad de calentamiento, el pH y porción de sólidos.
- Difiere con respecto a la fuente botánica del granulo y la porción de amilosa y amilopectina.

4.6. VENTAJAS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN

4.6.1. Versatilidad

Dentro de los factores que contribuyen a la versatilidad del proceso de extrusión se puede mencionar los diseños específicos del extrusor, las variables de operación, la variedad de materias primas que pueden procesar y las diferentes características que pueden obtenerse en los productos terminados (formas, colores, sabores, texturas). (Guy, 2009)

4.6.2. Velocidad de producción

La naturaleza de los diferentes tipos de extrusores que actualmente son usados a nivel mundial implica que la extrusión sea un proceso continuo, que a su vez fomenta altas producciones en comparación con algunos otros procesos. La capacidad de los equipos de extrusión varía desde equipos a escala de laboratorio (1 a 5 kg/h) hasta extrusores que pueden producir 5 a 10 ton/h de materiales poco densos (0.5 a 0.7 g/cm³) y dado que son equipos continuos, se tiene un buen control del proceso y se obtienen productos uniformes (Huber, 2010).

4. 6. 3. Calidad del producto terminado

El tiempo promedio que pasa una partícula de alimento en un extrusor puede ser de unos cuantos segundos, lo que disminuye las probabilidades de destrucción de vitaminas y reacciones poco deseable entre proteínas y carbohidratos reductores. Por su característica de calentamiento a altas temperaturas y corto tiempo, los extrusores pueden producir alimentos estériles y, debidos a la completa gelatinización de los almidones, muy digeribles (Kent, 2013).

4.7. EFECTOS DE LA COCCIÓN EXTRUSIÓN RELACIONADOS CON EL MATERIAL CRUDO.

4.7.1 Contenido de humedad de los ingredientes

El contenido de humedad de la masa en el extrusor afecta significativamente la viscosidad aparente, la expansión y la resistencia a la rotura del producto.

Se alcanza altos índices de absorción de agua y de solubilidad en agua a los niveles más bajos de humedad hecho que se le atribuye a la modificación del almidón debido al mayor efecto de corte a los niveles bajos de humedad. (Kokini *et. al.* 1992 c (Aro, 2002).

4.7.2. Alimentación

El incremento en el flujo de alimentación afecta la transferencia de calor al material. El contenido de humedad del material de alimentación tiene una influencia importante en todos los efectos del flujo de alimentación, debido a los cambios en las características de la transferencia de calor a la masa y al rol del agua en las

transformaciones básicas. Linko citado por (Salas, 2012) Indica que el grado de cocción, el índice de absorción de agua y el índice de solubilidad en agua normalmente disminuyen cuando la alimentación aumenta.

4.7.3. Tamaño de partícula

Depende del tipo de extrusor y del producto que se desea. Las partículas de gran tamaño retardan la gelatinización hasta antes de la descarga del dado de salida. Las partículas finas dan una pronta gelatinización y una baja viscosidad del fluido propiedades que no son convenientes. Esto se corrige reduciendo la humedad para demorar la gelatinización.

La presencia de cáscara da como resultado una masa no homogénea que se pega a los orificios hasta que la presión en la cámara de extrusión se asemeja a un flujo taponado. Afecta también la cocción pues resulta insuficiente la penetración de calor en las partículas grandes durante el corto tiempo de presencia en el extrusor se recomienda que deben estar entre 0.4 a 0.8 mm (Cadena, 2010).

4.7.4. Ingredientes menores

Los monoglicéridos y diglicéridos son normalmente adicionados a niveles menores al 0.1% para actuar como lubricantes y/o agentes acomplejantes de almidones que influyen en la expansión, pegajosidad, solubilidad de los carbohidratos y digestibilidad del almidón. Linko citado por (Salas, 2012).

5. SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

Los suplementos alimenticios según el ámbito comercial y en apego al marco legal de la Comisión del Codex Alimentarius (2005) que regula este grupo de productos, se definen como: “Fuentes concentradas de vitaminas, minerales, y/o nutrientes deficientes en la dieta diaria; que se comercializan en formas como: cápsulas, tabletas, polvos, soluciones, que está previsto que se tomen en pequeñas cantidades unitarias (medidas), y no como alimentos convencionales, su finalidad es complementar la ingestión de ciertos nutrientes en la alimentación diaria”.

En general, los suplementos no son para curar o tratar enfermedades o afecciones médicas, a menos que la Administración de Alimentos y Fármacos de los EE.UU. (FDA) los haya aprobado (Naranjo, 2012).

Se considera como un producto no perecible debido a su bajo contenido de humedad y puede tener una vida de anaquel de por lo menos un año (mantenido a temperatura ambiente) (Barreno y Barco, 2003).

Los criterios más importantes que se debe considerar para la elaboración de una mezcla nutritiva son:

- Que sea de alto valor nutricional proporcionando una cantidad adecuada de calorías y proteínas; además es necesario que las calorías se distribuyan adecuadamente entre carbohidratos, grasas y proteínas.
- Que los carbohidratos, grasas y proteínas tengan una alta digestibilidad para evitar trastornos digestivos y facilitar su asimilación.
- Que las materias primas sean producidas o susceptibles de ser producidas en el país.

- Que el producto se adapte muy bien a los hábitos alimentarios existentes.
- Que tenga larga vida y no sea afectada por condiciones severas de clima y que preferentemente no requiera refrigeración.
- Que sea de fácil manejo y no requiera preparación adicional.
- Que sus costos sean aceptablemente bajos, incluyendo los de materias primas, procesamiento y comercialización.
- Que su producción industrial sea atractiva para los potenciales inversionistas públicos o privados ((FAO, 1985)).

5.1. MEZCLAS ALIMENTICIAS EN LA ALIMENTACION HUMANA.

5.1.1. Mezclas Alimenticias.

Segura y Mahecha (1998), desarrollaron un producto alimenticio deshidratado para niños a base de maíz, complementando con soya y frutas para mejorar las características nutricionales y organolépticas. El proceso consistió en la pre-cocción de los ingredientes y secado posterior en un deshidratador de tambores, se obtuvo así un producto final en forma de hojuelas con un contenido de humedad de 2 a 3% el cual es de fácil rehidratación cuando se mezcla con un líquido como leche y agua.

Sánchez (1983) en Chile desarrollaron un alimento infantil a base de 27% de harina de trigo, 20% de harina de lupino y 20% de leche entera en polvo, agregado de vitaminas y minerales, sometiendo las harinas a un tratamiento de cocción-extrusión, obteniéndose un valor de PER 2,6 y digestibilidad 85% para la mezcla ideal, los valores obtenidos demostraron la factibilidad de emplear el proceso de cocción extrusión en una fórmula de lupino-trigo-leche en las proporciones adecuadas como

alternativa para el uso del lupino dulce en la alimentación humana especialmente en programas alimenticios destinadas a preescolares y escolares.

Para elevar la calidad de una proteína se requieren determinadas proporciones de cada aminoácido esencial, lo que ocurre con los alimentos de origen animal. La mayoría de las proteínas de origen vegetal carecen de algunos aminoácidos esenciales, pero esto se mejora efectuando mezclas de cereales y leguminosas FAO/OMS (1990).

CENAN (1993), menciona que las semillas de leguminosas son ricas en lisina, pero deficientes en aminoácidos azufrados; los cereales en cambio presentan adecuadas cantidades de aminoácidos azufrados siendo deficientes en lisina.

Para lograr el mejor balance posible en el contenido de aminoácidos esenciales, las harinas de leguminosas pueden complementarse favorablemente con las harinas de los cereales. Repo-Carrasco y Li Hoyos (1993), elaboraron una mezcla alimenticia a base de cultivos andinos, formularon tres mezclas de harinas, que fueron; Maca- Cañihua- Habas (Q-C-H), Maca-Kiwicha-Frejol (Q-K-F) y Kiwicha-Maíz (KA). Su contenido proteico de las mezclas oscila entre 11,35-15,46%, siendo la mezcla K-A de menos proteína y Q-C-H la de más alto contenido proteínico.

Su cómputo químico (CQ), el PER y NPU más alto obtuvieron de la mezcla Q-K-F, su PER fue superior a la de la caseína (2,59 para Q-K-F, 2,5 para la Caseína), su CQ era de 94% y su NPU 59,38.

La mezcla Q-C-H se obtuvo un CQ de 88% y de la mezcla K-A de 0,86. Los valores para el PER, NPU y Digestibilidad de la mezcla Q-C-H fueron 2,36, 47,24 y 79,2 respectivamente, además resultaron evaluaciones sensoriales favorables.

Según FAO/OMS (1994), las proteínas de los alimentos proporcionan al organismo los aminoácidos esenciales, indispensables para la síntesis tisular y para la formación de hormonas, enzimas, jugos digestivos, anticuerpos y otros constituyentes orgánicos. También suministran energía (4 Kcal/g) pero dado su costo e importancia para el crecimiento, mantención y reparación de los tejidos, es conveniente usar proteínas con fines energéticos.

5.1.2. Principios de formulación de una mezcla alimenticia

Los métodos para formular las mezclas según Bressani (1976), son los siguientes:

- Los mismos autores recomiendan que el planteamiento del cómputo químico de aminoácidos y la digestibilidad de la proteína, son factores relacionados con la calidad de la dieta que debe ser tomada en cuenta al asignar una determinada cantidad de proteína a la población. El cómputo de aminoácidos y una digestibilidad menor de 100% significará que se debe dar un mayor Mezclado de los componentes según su contenido de aminoácidos esenciales y en base al patrón de referencia que se muestra en el Cuadro 10. según (FAO/OMS 1980), Bressani (1976).
- Enriqueciendo o fortificando alimentos deficientes, mediante la adición de vitaminas, minerales y aminoácidos de tal forma que pueden cubrir dichas deficiencias.
- Buscando a través de pruebas biológicas el punto de complementación óptima en términos de calidad proteica.

- La elaboración de las mezclas alimenticias debe efectuarse de acuerdo a los requerimientos nutricionales por día para lactantes, pre-escolares y escolares, los requerimientos para escolares.

Tabla 11

Necesidades de aminoácidos para diferentes edades como patrón de referencia (mg de aa/g de proteína

AMINOÁCIDOS	LACTANTES	PRE- ESCOLARES	ESCOLARES	ADULTOS
	≤ 1 AÑO	2-5 AÑOS	10-12 AÑOS	
Isoleucina	46	28	28	13
Leucina	93	66	44	19
Lisina	66	58	44	16
Metionina +	42	25	22	17
Cistina				
Fenilalanina +	72	63	22	19
Tirosina				
Treonina	43	34	28	9
Triptófano	17	11	9	5
Valina	55	35	25	13
Histidina	26	26	19	16

Nota. FAO (1985)

5.2. RELACIÓN DE EFICIENCIA PROTEICA

Es una medición que determina la capacidad de la proteína dietaria para promover el crecimiento en condiciones controladas. Consiste en controlar el crecimiento de animales jóvenes alimentados con la proteína de estudio y relacionando la ganancia de peso con los gramos de proteína consumida.

Existen otras pruebas (NPR, relación de proteína neta) que usando una metodología similar al PER, y empleando una dieta libre de proteína corrige los valores por los requerimientos de mantenimiento (Bender, A.W. 1994).

Estos valores se relacionan con el PER de una proteína de referencia como el de la caseína (PER=2.5) y puede expresarse en porcentaje a este valor (Bender, A.W. 1994).

Las necesidades energéticas de un individuo son las dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto de energía cuando el tamaño y composición del organismo y el grado de actividad física son compatibles con un estado duradero de buena salud y permite el mantenimiento de la actividad física que sea necesaria y deseable. Un grupo mixto FAO /OMS ha formulado recomendaciones sobre las necesidades de energía en lactantes y niños de diferentes edades, sin considerar el país en que viven. Son valores medios y tienen el propósito de ser usados para planear necesidades de alimentos o dietas para diversos grupos de niños, en el Cuadro 09, se muestra los requerimientos promedio de energía alimentaria. (FAO/OMS, 1985).

Las necesidades energéticas de un individuo es definida como: La dosis de energía alimentaria ingerida que compensa el gasto de energía, cuando el tamaño y composición del organismo y el grado de actividad física de ese individuo son compatibles con un estado duradero de buena salud, y permite el mantenimiento de la

actividad física que sea económicamente necesaria y socialmente deseable. (FAO/OMS/ONU 1985 citado por Olivares, 1994).

Las necesidades de proteínas fueron definidas por el Comité de expertos FAO/OMS/ONU (1985) citado por Olivares, (1994); como “la dosis más baja de proteínas ingeridas en la dieta que compensa las pérdidas orgánicas de nitrógeno en personas que mantienen el balance de energía a niveles moderados de actividad física. Un niño debe recibir alimento adecuado y en cantidad suficiente. La calidad depende de los elementos nutritivos que contiene, siendo el más importante, la proteína. En los niños, mujeres embarazadas y lactantes las necesidades energéticas y de proteínas, incluyen las asociadas con la formación de tejidos o la secreción de leche a un ritmo compatible con la buena salud. Si la cantidad de energía ingerida como alimento está por encima o por debajo de las necesidades en forma definida, es de esperar una modificación en las reservas orgánicas a menos que el cambio energético cambie paralelamente.

Si el gasto no cambia, las reservas de energía sobre todo las reservas de tejido adiposo aumentarán o disminuirán según la ingesta supere las necesidades. A diferencia de los alimentos energéticos si se ingieren más proteínas necesarias para el metabolismo prácticamente todo el excedente se metaboliza y se excretan los productos terminales; ya que las proteínas no se almacenan en el organismo a la manera que la energía se almacena en el tejido adiposo. (FAO/OMS, 1989 y Olivares, 1994).

La calidad de las proteínas de los alimentos depende de su contenido de aminoácidos esenciales. La FAO ha planteado que la proteína de un alimento es biológicamente completa cuando contiene todos los aminoácidos en una cantidad igual o superior a la

establecida para cada aminoácido en una proteína de referencia o patrón. Las proteínas biológicamente incompletas son las que poseen uno o más aminoácidos limitantes.

La relación del aminoácido limitante que se encuentra en menor proporción con respecto al mismo aminoácido en la proteína de referencia para cada grupo de edad se denomina score químico (SQ) (Olivares, 1994).

5.3. LAS NECESIDADES DEL ORGANISMO

5.3.1. *Necesidades hídricas*

Aproximadamente 1,5-2 litros al día, más altas en la fase de crecimiento que en la edad adulta, se cubre la necesidad a través del agua contenida tanto en las bebidas como en los alimentos.

5.3.2. *Necesidades energéticas*

Las calorías que necesitamos nos las proporcionan los glúcidos, lípidos y, en menor medida, las proteínas (se trata de una reserva "de emergencia" cuyo aprovechamiento masivo a fines energéticos se verifica en caso de dieta demasiado drástica, inferior a 1000- 1.200 Kcal., y constituye un "derroche" biológico, ya que las proteínas son nutrientes "preciosos").

5.3.3. *Necesidades plásticas o constructivas*

(Aportación de sustancias nutritivas para la construcción y la continua renovación de los tejidos): proteínas, aminoácidos y algunos lípidos participan en este proceso de

construcción y de síntesis. La necesidad es muy alta en el periodo de la adolescencia y del desarrollo, y luego disminuye en la edad adulta.

5.3.4. Necesidades biorreguladoras o protectoras

Las satisfacen las sales minerales y las vitaminas, sustancias indispensables para realizar de forma correcta todos los procesos metabólicos y de síntesis que tienen lugar en nuestro organismo.

5.4. Las calorías

La unidad de medida de la energía es la Kcal., que es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un kilogramo de agua de 15,5 °C a 16,5 °C, o el julio que se utiliza menos en nuestro país. 1 gramo de carbohidratos o glúcidos proporciona aproximadamente 4 Kcal. 1 gramo de proteínas proporciona aproximadamente 4 Kcal. 1 gramo de grasas o lípidos proporciona aproximadamente 9 Kcal.

En una dieta equilibrada las calorías deberían proceder de los carbohidratos en aproximadamente un 55-60%, de las grasas en un 28-30% y de las proteínas en un 10-12%

II. METODOLOGÍA

Para desarrollar la presente investigación sobre efecto de los porcentajes de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*) en la aceptabilidad de un suplemento alimenticio instantáneo, se tomaron como base los materiales, equipos, y procedimiento descritos a continuación; así mismo se estableció el porcentaje a utilizar, tanto de harina de maca, harina de maíz y harina de arándano, hasta obtener una formulación aceptada por el consumidor, lo cual se determinará en base a pruebas hedónicas de escala de 9 puntos.

2.1 Área de ejecución

Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo – Laboratorios de Físicoquímica y Laboratorio de Alimentos de la FIQIA.

2.2 Tipo de investigación

Investigación experimental.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Constituido por los granos, raíces expendidos en el mercado mayorista de Moshoqueque, correspondiente a maíz y maca.

El arándano corresponde al producto expendido por la empresa: Salud Vida

2.3.2 Muestra

La misma que está constituida por 30 kg, de maíz amarillo duro y 15 de maca amarilla, con respecto al arándano se compraron 3kg de harina.

2.4 Variable de estudio

2.4.1 Variable dependiente

2.4.1.1 Valor nutricional

- Porcentaje de proteína total ($N \times 6,25$)
- Energía total, kcal/100g

2.4.1.2 Características sensoriales

- Apariencia
- Olor
- Sabor
- Color

2.4.2 Variables independientes

- Porcentaje de harina de maca (25%, 20%, 15%)
- Porcentaje de harina de maíz (60%, 70%, 80%)
- Porcentaje de arándano (15%, 10%, 5%)

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1 Equipos y materiales de laboratorio

2.5.1.1 Equipos

- Balanza semianalítica, marca Ohaus sensibilidad 0,1g. EE.UU.
- Balanza analítica electrónica Ohaus Modelo Ap 2103 serial # 113032314, sensibilidad 0,0001 g. EE.UU.
- Baño María Memmert serie li-X-S, rango de temperatura 0° a 95°C.
- Congeladora Faeda.
- Estufa marca Memmertelectric tipo IR-202.
- Extractor tipo Soxhlet.
- Potenciómetro rango 0 a 14 digital Marca HANNA.
- Refrigerador OLG.
- Refractómetro de mano, graduado de 0 a 100% de sacarosa.
- Estufa
- Equipo de titulación
- Equipo Extrusor:

Tipo: Extrusor de tornillo simple de acero inoxidable.

Tipo de tornillo: Con filete continuo de paso variable y profundidad constante.

Motor de transmisión: Trifásico de 24 HP y 1165 rpm.

Sistema de transmisión: Poleas

Sistema de calentamiento: Collar externo de resistencia eléctrica.

Diámetro interno barril: 72 mm.

Diámetro de tornillo: 70 mm.

Longitud total del tornillo: 1000 mm.

Espacio radial libre del tornillo (radial screw clearance): 1 mm

Ancho de canal de tornillo (cannel weidth):

- Zona de alimentación: 20 mm.
- Zona de transición: 8 mm.
- Zona cocción final: 8 mm.

Ancho de cresta del tornillo: 4.5 mm

Diámetro de orificio de dado: 3.5mm.

2.5.1.2 Materiales

- Agitador de vidrio.
- Buretas de 25 y 50 ml
- Crisoles
- Cronómetro.
- Cuchillos de acero inoxidable
- Embudos de vidrio y porcelana
- Fiolas de 50, 100,250 y500 ml
- Juego de tamices N° 20. 40 y 60
- Equipo de titulación

2.5.2 Reactivos y soluciones

- Ácido acético Q.P.
- Ácido sulfúrico Q.P.
- Acetato de sodio Q.P.
- Ácido clorhídrico Q.P.
- Bisulfito de Sodio Q.P.
- Buffer acetato de Sodio 0,1 M, pH 4.5
- Buffer acetato de Sodio 1 M, pH 5.0
- Cloruro de sodio Q.P.
- Glucosa anhidra grado reactivo
- Hexano Q.P.
- Solución alcohólica de Fenoltaleína al 1%
- Solución de Hidróxido de sodio 0,1 y 1 N
- Tiosulfato de sodio $5\text{H}_2\text{O}$ Q.P.
- Otros reactivos usados en los análisis fisicoquímicos

2.5.3 Método de análisis

2.5.3.1 Análisis físico químicos

Los métodos de análisis físicos químicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Tabla 12

Métodos de determinación físico químicos

Análisis	Método	Nombre del método
Determinación de Humedad	AOAC (2005)	Secado con estufa.
Determinación de Grasa	AOAC (2005)	Método Soxhlet.
Determinación de Proteínas	AOAC (2005)	Método Kjeldahl
Determinación de Ceniza	AOAC (2005)	Método por calcinación
Determinación de fibra cruda	AOAC (2005)	Método Henneberg
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia	

Nota. Elaboración propia (2018)

2.5.3.2 Análisis Microbiológicos

Los métodos de análisis microbiológicos que se emplearon para el desarrollo del trabajo de investigación se presentan a continuación:

Tabla 13

Métodos de análisis microbiológicos

Análisis	Método	Nombre del método
Materia prima		
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Recuento de mohos	ICMSF (1983)	Cultivo directo en placa: Determinación de crecimiento Micelial
Determinación de Escherichiacoli	984.13 AOAC (2005)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Alimento extruido		
Numeración de bacterias mesófilas aerobias viables	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP
Numeración de hongos	ICMSF (1983)	Microscopia 40x, 100x, 400x
Determinación de coliformes	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml
Determinación de Salmonella	ICMSF (1983)	Diluciones sucesivas-NMP/100ml

Nota. Lab de Microbiología – Facultad de Ciencias Biológicas – UNPRG. (2018)

2.5.3.3 Evaluación organoléptica

Se efectuará teniendo en cuenta los atributos de Apariencia, Sabor, Olor, Color, para lo cual se utilizará una escala hedónica de 9 puntos (me gusta muchísimo – me disgusta muchísimo), los que serán evaluados por panelistas semi entrenados (Anzaldua, 1994).

Escala Hedónica de nueve puntos

Descripción	Valor
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta bastante	7
Me gusta ligeramente	6
Ni me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta ligeramente	4
Me disgusta bastante	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

2.6 Metodología Experimental

2.6.1 Caracterización de la Materia Prima

2.6.1.1 Análisis físico químico

La caracterización de las materias primas consistió en: humedad, proteína, grasa, fibra cruda, ceniza y extracto libre de nitrógeno. Las muestras fueron trabajadas con tres repeticiones.

2.6.1.2 Análisis microbiológico

Se hizo de acuerdo a lo indicado en la tabla 13.

2.6.2 Obtención del suplemento alimenticio por extrusión y evaluación de los tratamientos

Se realizó teniendo en cuenta operaciones y parámetros que se detallan a continuación:

2.6.2.1 Recepción de materia prima

Las materias primas (maca, maíz y harina de arándano) adquiridas pasaron por una inspección antes de ingresar al proceso, buscando separar aquellas que presente algún tipo de deterioro.

2.6.2.2 Selección y Clasificación

Se realizó con la finalidad de eliminar materia extraña y algunos granos y raíces en mal estado o con características inadecuadas que podrían intervenir en las evaluaciones posteriores. Con respecto a la harina de arándano se evaluó la ausencia de insectos.

2.6.2.3 Molienda

La maca y maíz se tritularon en un molino de bolas hasta un tamaño de partícula adecuado. Luego fueron almacenados en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su posterior utilización. Esto se realiza con el fin de no ocasionar problemas de altas humedades en la extrusión.

2.6.2.4 Tamizado

Con la finalidad de uniformizar el tamaño de la partícula de la maca y maíz fueron tamizadas empleando un tamiz N° 30.

2.6.2.5 Pesado

Se realizó teniendo en cuenta la formulación de cada tratamiento, los mismos que se detallan en la figura 8.

2.6.2.6 Mezclado y Homogenización

Se realizó con la finalidad de homogenizar la mezcla de cada formulación, esta operación tuvo una duración de 10 min. Así también se continuo con la inspección eliminando algún componente que no reúna las especificaciones de calidad.

2.6.2.7 Extrusión

Se realizó en un extrusor de tornillo simple de acero inoxidable; bajo las siguientes condiciones promedio:

Velocidad de rotación del tornillo	:	230 r.p.m
Temperatura del extrusor	:	160 ° C
Alimentación promedio	:	70 kg / h
Diámetro de boquilla salida (dado)	:	3.5 mm

2.6.2.8 Secado

Se realizó en un secador de túnel de aire caliente de flujo forzado con una T° promedio de trabajo de 60 ° C y una velocidad de aire de 5.15 m / s

2.6.2.9 Enfriamiento

Se facilitó esta operación tendiendo el producto en bandejas de acero hasta que el producto llegue a la temperatura ambiental aproximadamente 22°C.

2.6.2.10 Molienda y Tamizado

Las mezclas extruidas pasaran a la operación de molienda en un molino manual y luego pasadas por un tamiz N° 80.

2.6.2.11 Envasado

Se envaso en bolsas de polietileno de alta densidad de mínimo 2 milésimas de espesor. Con capacidad de 200 g.

2.6.2.12 Evaluación

Se realizó fisicoquímica y organoléptica, con la finalidad de seleccionar el mejor tratamiento.

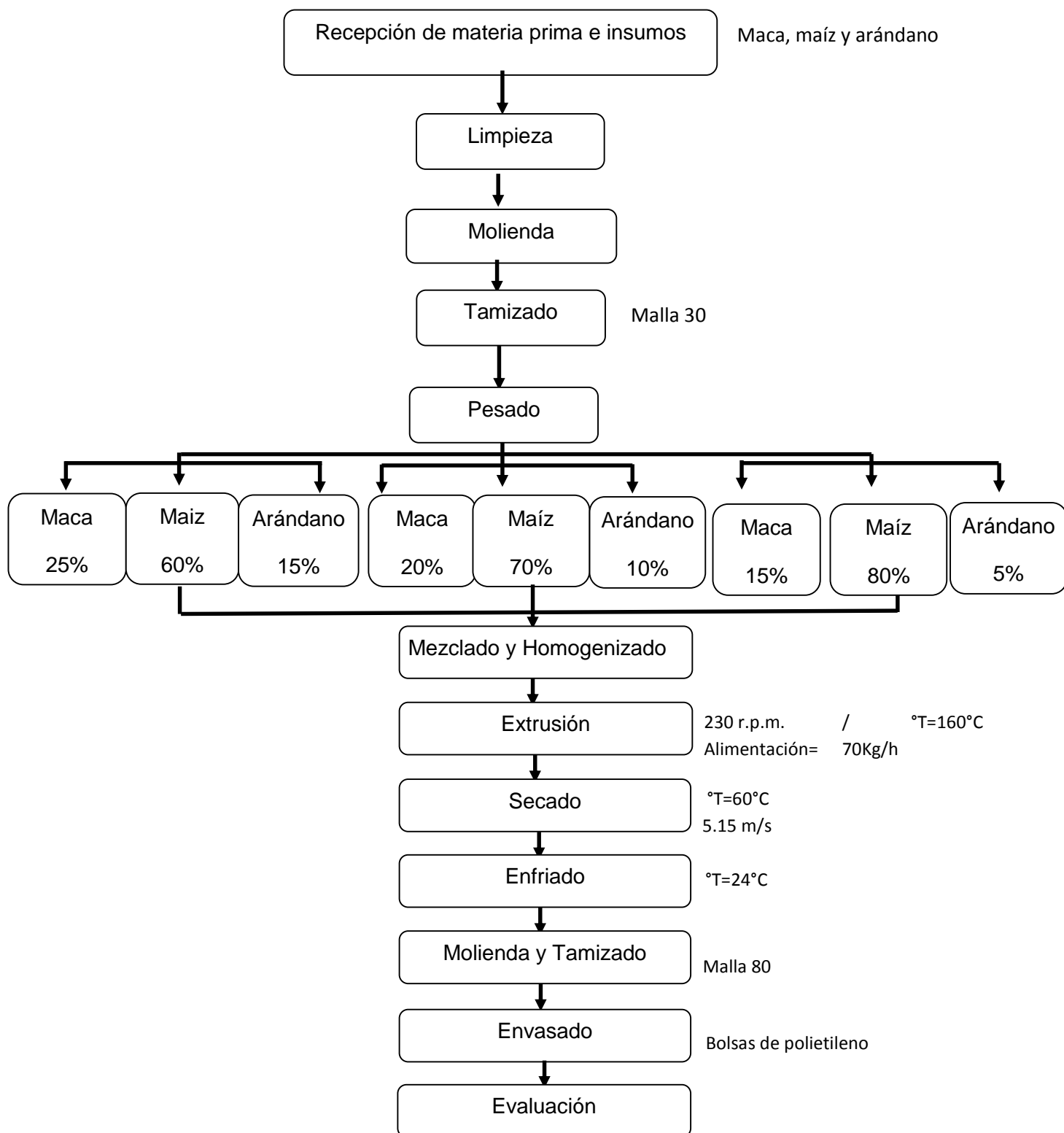


Figura 7 Diagrama de bloques para la obtención de las formulaciones, Elaboración propia (2018)

2.6.3 Caracterización del producto obtenido

2.6.3.1 Caracterización fisicoquímica

La caracterización de la mezcla alimenticia extruida se realizará de acuerdo a los análisis indicados en la tabla 12.

2.6.3.2 Análisis microbiológico

Se realizaron siguiendo los métodos de análisis recomendados por la ICMSF (1993), los mismos que se indican en la tabla 13.

2.6.3.3 Evaluación organoléptica

Se efectuó teniendo en cuenta los atributos de sabor, olor, apariencia y color, los que serán determinados mediante una prueba de medición del grado de satisfacción en cada atributo con escala hedónica de nueve categorías (Me Gusta Muchísimo (9) – Me Disgusta Muchísimo (1), empleando para esta prueba panelistas semi-entrenados (Anzaldúa, 1994) y el formato se muestra en el anexo 1.

2.6.3.4 Índice de Absorción de agua (IAA) e Índice de solubilidad en agua (ISA)

Se determinaron los IAA e ISA en las harinas extruidas de acuerdo a la metodología descrita por Anderson (1969). El análisis se describe en el Anexo 4.

2.6.3.5 Tamaño de partícula

Para determinar la granulometría de las harinas se utilizó los procedimientos y sugerencias de Bedolla y Rooney (2004). El análisis se describe en el Anexo 5.

2.6.4 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de la evaluación organoléptica fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95% y una prueba de Tukey para determinar la diferencia existente entre las formulaciones. Se empleó el software estadístico SPSS versión 21.

El modelo estadístico que se siguió fue un Modelo de Diseño experimental al azar completamente aleatorizado.

$$E_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

E_{ij} = Variable respuesta observada

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij-ésima variable experimental.

Tabla 14

Análisis de varianza para los tratamientos

F.V.	G.L.
Tratamientos	2
Error	88
Total	90

Nota. Elaboración Propia (2018)

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Caracterización de las materias primas

3.1.1 Análisis físico químico

Las materias primas (maíz y maca) fueron caracterizadas mediante análisis físico químico, cuyos resultados se muestran en la tabla 15, las mismas que son el resultado promedio de tres repeticiones, donde se observa que la humedad se encuentra por debajo de lo reportado por el MINSA (2017), debido a que se tuvo que deshidratar estas materias antes del proceso de extrusión, por lo tanto el resto de componentes se incrementa porcentualmente observándose para el maíz 6,94% de proteína, 4,29% de grasa y 75,91% de carbohidratos como los componentes más importantes. Estos valores son inferiores en lo que respecta a proteína y grasa, pero superiores en carbohidratos que los reportados por Olivares y Ricardi (2013), quienes determinaron 9,8% de proteína, 7,8% de grasa y 70% de carbohidratos. Esta diferencia puede ser sustentado por lo expuesto por Sevilla (2015), quien menciona que la composición química del grano de maíz es variable y está relacionada con: estadio, raza, variedad, tecnología del cultivo y clima, parte del grano que se analice, técnicas y métodos de análisis.

Respecto a los resultados de la maca la muestra presentó: 12,68% de proteína, 1,6% de grasa y 68,91% de carbohidratos, valores que son también inferiores a lo reportado por Salcines (2009), quien reporta: 17,99% de proteínas, 0,82% de grasa y 62,69% de carbohidratos.

Finalmente, con respecto a la harina de arándano fue adquirida de la empresa Salud Vida reuniendo los requisitos necesarios para su procesamiento.

Tabla 15

Resultado de Análisis físico químico de las materias primas: maca, maíz y harina de arándano

Análisis	Maca	Maíz	Arándano
Humedad, %	11,4	11,3	9,8
Proteína Total (N*6,25), %	12,68	6,94	3,2
Grasa, %	1,6	4,29	1,2
Fibra cruda, %	-	3,67	9,2
Ceniza, %	5,41	1,56	10,1
Extrac. libre de nitróg. %	68,91	75,91	75,7

Nota. Elaboración propia (2018)

3.1.2 Análisis microbiológico

En la tabla 16 se muestran los resultados del análisis microbiológico de las materias primas antes de la formulación del producto extruido. Se puede observar que los resultados se encuentran dentro de los límites permisibles según Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).

Cabe resaltar que este análisis se realizó el mismo día de la experimentación de los tratamientos.

Tabla 16

Análisis microbiológicos de las materias primas

Determinaciones	Harinas			Dato referencial (*)
	Maca	Maíz	Arándano	
<i>Escherichiacoli</i>	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	Ausencia ufc/g.	<10
Mohos	1.9 x 10 ² ufc/g.	2.2 x 10 ² ufc/g.	1.6 x 10 ² ufc/g.	< 10 ⁴
<i>Salmonella</i>	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.	Ausencia ufc/25g.

Nota. Elaboración propia (2018)

(*) Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

3.2 Evaluación de los tratamientos y obtención del producto obtenido a partir de la mezcla de insumos

3.2.1 Evaluación de los tratamientos

3.2.1.1 Evaluación del aporte proteico y energético

De todas las formulaciones propuestas se buscó aquella para producir un producto extruido de alto valor proteico y energético y estabilidad en el almacenamiento, para lo cual se hizo a cada uno de los tratamientos una evaluación químico proximal para conocer su contenido de proteína y a la vez se calculó matemáticamente el nivel de energía que aportaban en una ración de cien gramos de producto, tomando como base que las proteínas, carbohidratos y grasas aportan 4 Kcal/g, 4 Kcal/g y 9 Kcal/g respectivamente. En la tabla 17 se observan los valores del análisis químico proximal y los valores energéticos de cada formulación respectivamente.

Tabla 17

Composición químico proximal de las formulaciones en base a 100 g.

Componentes	FORMULACIONES		
	F1(25%M60%MZ15%A)	F2(20%M70%MZ10%A)	F3(15%M80%MZ5%A)
Energía (Kcal)	356,82	356,74	356,7
Agua (g)	8,11	8,13	8,11
Proteínas (g)	10,42	11,19	12,08
Grasa total (g)	2,34	2,22	2,1
Carbohidratos totales (g)	73,52	72,99	72,37
Cenizas (g)	5,61	5,47	5,34
Fibra (g)	2,31	1,67	1,02

Nota. Elaboración propia (2018)

En la tabla 17 se puede diferenciar claramente que la formulación F3(15%M80%MZ5%A) es la que presenta mayor contenido proteico, representando este un valor de 12,08%, seguido del tratamiento F2(20%M70%MZ10%A) con 11,19% de proteínas.

Con respecto al valor energético la formulación 1 presenta 356,82 kcal por cien gramos seguida de la formulación 2 con 356,74 kcal por cien gramos.

3.2.1.2 Evaluación sensorial

Los resultados de la evaluación organoléptica de las formulaciones extruidas, (se muestran en el anexo 5), fueron analizados estadísticamente obteniéndose los resultados que se detallan a continuación:

3.2.1.2.1 Variable Apariencia

Planteamiento de hipótesis del Apariencia

H₀: Las medias de las muestras del Apariencia son Iguales

H₁: Las medias de las muestras del Apariencia no son Iguales

Tabla 18

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Apariencia

ANOVA					
Suplemento Apariencia	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	46,489	2	23,244	14,612	,000
Dentro de grupos	138,400	87	1,591		
Total	184,889	89			

Nota. Elaboración propia (2018)

Regla de decisión

Si el valor p (Sig.) es mayor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se rechaza H_0 por lo tanto se concluye que la apariencia es diferente en las tres muestra, en otras palabras los evaluadores han calificado diferente al atributo apariencia.

Tabla 19

Prueba de comparaciones múltiples para atributo apariencia

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Suplemento Apariencia						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de Límite	
Formulación 1	Formulación 2	-1,133*	,326	,002	-1,91	-,36
	Formulación 3	-1,733*	,326	,000	-2,51	-,96
Formulación 2	Formulación 1	1,133*	,326	,002	,36	1,91
	Formulación 3	-,600	,326	,162	-1,38	,18
Formulación 3	Formulación 1	1,733*	,326	,000	,96	2,51
	Formulación 2	,600	,326	,162	-,18	1,38

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Elaboración propia (2018)

En este caso hay que interpretar la columna de significación, si esta es menor o igual que 0,05; por lo que se observa en la tabla 19 que las diferencias entre las formulaciones 1, 2 y 3 son significativas.

Tabla 20

Prueba de comparación de medias de tukey para subconjuntos homogéneos

Suplemento Apariencia			
HSD Tukey ^a			
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Formulación 1	30	4,93	
Formulación 2	30		6,07
Formulación 3	30		6,67
Sig.		1,000	,162

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaboración propia (2018)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre las tres formulaciones, siendo los tratamientos 2, y 3 los más significativos y destacando entre ellos el tratamiento 3.

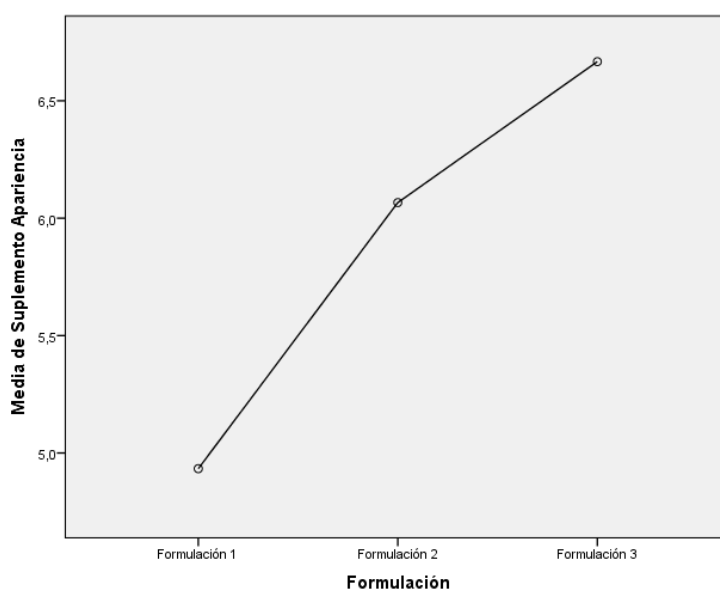


Figura 8 Comparación de medias para atributo apariencia del suplemento alimenticio, Elaboración propia (2018)

3.2.1.2.2 Sabor

Planteamiento de Hipótesis para el sabor

H_0 : Las medias de las muestra del sabor son Iguales

H_1 Las medias de las muestras del sabor no son iguales

Tabla 21

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Sabor

ANOVA

Suplemento Sabor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	58,689	2	29,344	20,960	,000
Dentro de grupos	121,800	87	1,400		
Total	180,489	89			

Nota. Elaboración propia (2018)

Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es mayor que el 5%, entonces se rechaza

H_0 por lo tanto se concluye que el sabor en las tres muestra son diferentes.

Tabla 22

Prueba de comparaciones múltiples para atributo sabor

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Suplemento Sabor						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Formulación 1	Formulación 2	-,800*	,306	,028	-1,53	-,07
	Formulación 3	-1,967*	,306	,000	-2,70	-1,24
Formulación 2	Formulación 1	,800*	,306	,028	,07	1,53
	Formulación 3	-1,167*	,306	,001	-1,90	-,44
Formulación 3	Formulación 1	1,967*	,306	,000	1,24	2,70
	Formulación 2	1,167*	,306	,001	,44	1,90

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Elaboración propia (2018)

En este caso hay que interpretar la columna de significación, si esta es menor o igual que 0,05; por lo que se observa en la tabla 22 que las diferencias entre las formulaciones 1, 2 y 3 son significativas.

Tabla 23

Prueba de comparación de medias de tukey para subconjuntos homogéneos

Suplemento Sabor				
HSD Tukey ^a				
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Formulación 1	30	5,37		
Formulación 2	30		6,17	
Formulación 3	30			7,33
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaboración propia (2018)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre las tres formulaciones, siendo el tratamiento 3 el más significativo.

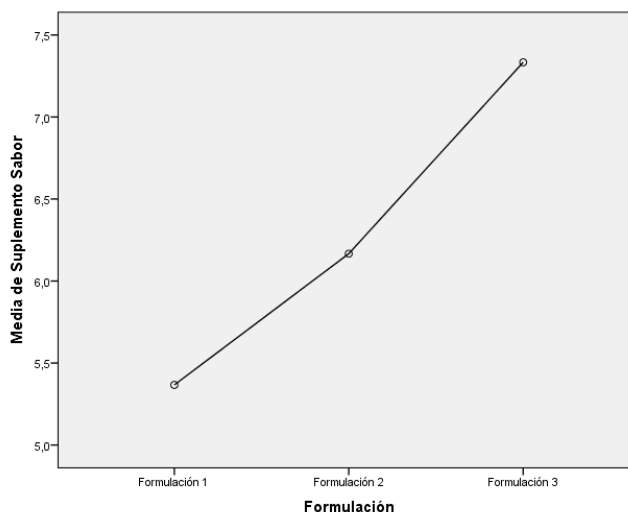


Figura 9 Comparación de medias para atributo sabor suplemento alimenticio, Elaboración propia (2018)

3.2.1.2.3 El color

Planteamiento de Hipótesis para el color

H_0 : Las medias de las muestra del color son Iguales

H_1 Las medias de las muestras del color no son iguales

Tabla 24

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable color

ANOVA					
Suplemento Color	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10,422	2	5,211	3,740	,028
Dentro de grupos	121,233	87	1,393		
Total	131,656	89			

Nota. Elaboración propia (2018)

Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que el color en las tres muestra son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto al sabor.

Tabla 25

Prueba de comparaciones múltiples para atributo color

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Suplemento Color						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error están dar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Formulación 1	Formulación 2	-,767*	,305	,036	-1,49	-,04
	Formulación 3	-,667	,305	,079	-1,39	,06
Formulación 2	Formulación 1	,767*	,305	,036	,04	1,49
	Formulación 3	,100	,305	,942	-,63	,83
Formulación 3	Formulación 1	,667	,305	,079	-,06	1,39
	Formulación 2	-,100	,305	,942	-,83	,63

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Elaboración propia (2018)

En este caso hay que interpretar la columna de significación, si esta es menor o igual que 0,05; por lo que se observa en la tabla 25 que las diferencias entre las formulaciones 1, 2 y 3 son significativas.

Tabla 26

Prueba de comparación de medias de tukey para subconjuntos homogéneos

Suplemento Color			
HSD Tukey ^a			
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Formulación 1	30	5,20	
Formulación 3	30	5,87	5,87
Formulación 2	30		5,97
Sig.		,079	,942

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaboración propia (2018)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre las tres formulaciones, siendo los tratamientos 2, y 3 los más significativos y destacando entre ellos el tratamiento 2.

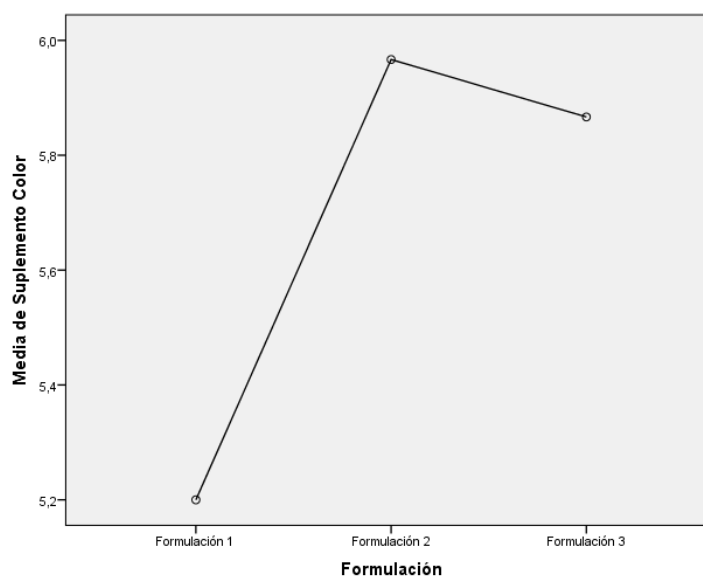


Figura 10 Comparación de medias para atributo color: suplemento alimenticio, Elaboración propia (2018)

3.2.1.2.4 Olor

Planteamiento de Hipótesis para la Olor

H_0 : Las medias de las muestras del olor son Iguales

H_1 Las medias de las muestras del olor no son iguales

Tabla 27

Pruebas de efectos inter-sujetos para variable Olor

ANOVA					
Suplemento Olor	Suma de	gl	Media	F	Sig.
	cuadrados		cuadrática		
Entre grupos	30,489	2	15,244	10,329	,000
Dentro de grupos	128,400	87	1,476		
Total	158,889	89			

Nota. Elaboración propia (2018)

Regla de decisión

Si el valor p (Sig) es menor que α , entonces se rechaza H_0 .

Conclusión: Como el nivel de significancia es menor que el 5%, entonces se puede rechazar H_0 por lo tanto se concluye que la olor en las tres muestras son diferentes en otras palabras los evaluadores han calificado a las muestras diferentes con respecto a la olor.

Tabla 28

Prueba de comparaciones múltiples para atributo olor

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Suplemento Olor						
HSD Tukey						
(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar r	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Formulación 1	Formulación 2	-,067	,314	,975	-,81	,68
	Formulación 3	-1,267*	,314	,000	-2,01	-,52
Formulación 2	Formulación 1	,067	,314	,975	-,68	,81
	Formulación 3	-1,200*	,314	,001	-1,95	-,45
Formulación 3	Formulación 1	1,267*	,314	,000	,52	2,01
	Formulación 2	1,200*	,314	,001	,45	1,95

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota. Elaboración propia (2018)

En este caso hay que interpretar la columna de significación, si esta es menor o igual que 0,05; por lo que se observa en la tabla 28 que las diferencias entre las formulaciones 1, 2 y 3 son significativas.

Tabla 29

Prueba de comparación de medias de tukey para subconjuntos homogéneos

Suplemento Olor			
HSD Tukey ^a			
Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Formulación 1	30	5,67	
Formulación 2	30	5,73	
Formulación 3	30		6,93
Sig.		,975	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 30,000.

Nota. Elaboración propia (2018)

Como resultado de la comparación de medias podemos observar que existen diferencias entre las tres formulaciones, siendo el tratamiento 3 el más significativo.

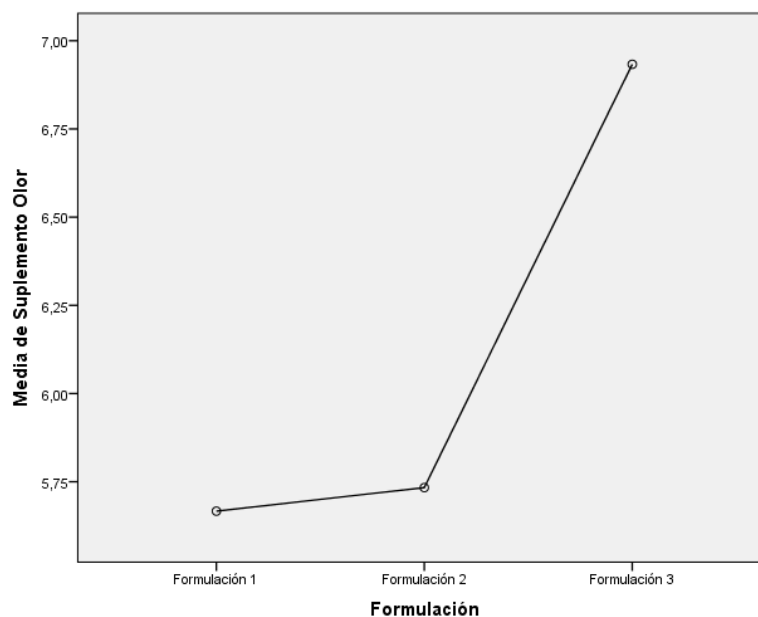


Figura 11 Comparación de medias para atributo olor : suplemento alimenticio, Elaboración propia (2018)

Analizando los resultados estadísticos de la evaluación sensorial se puede observar que para cada atributo evaluado se demostró diferencia significativa entre los tratamientos, demostrándose que la formulación 3 es seleccionada estadísticamente como la mejor. Así también analizando la tabla 17 la formulación 3 es quien presenta mayor contenido de proteína, pero menor porcentaje en grasa, ceniza, carbohidratos y ceniza.

Con respecto al valor energético la formulación 3 no es la mejor pero la diferencia frente a las otras formulaciones no es estadísticamente diferente.

Tabla 30

Comparación de Análisis sensorial y físico químico de los resultados

Evaluación		Tratamientos (Valores promedios)		
		F1(25%M60%MZ15%A)	F2(20%M70%MZ10%A)	F3(15%M80%MZ5%A)
Sensorial	Olor	5,67	5,73	6,93
	Color	5,2	5,97	5,87
	Sabor	5,37	6,17	7,33
	Apariencia	4,93	6,07	6,67
Físico	Proteínas (%)	10,42	11,19	12,08
químico	Energía (kcal/100g)	356,82	356,74	356,7

Nota. Elaboración propia (2018)

3.2.2 Obtención del producto.

En la figura 13 se muestran las operaciones y parámetros tecnológicos para la obtención de un suplemento alimenticio por extrusión a base de maca, maíz y arándano.

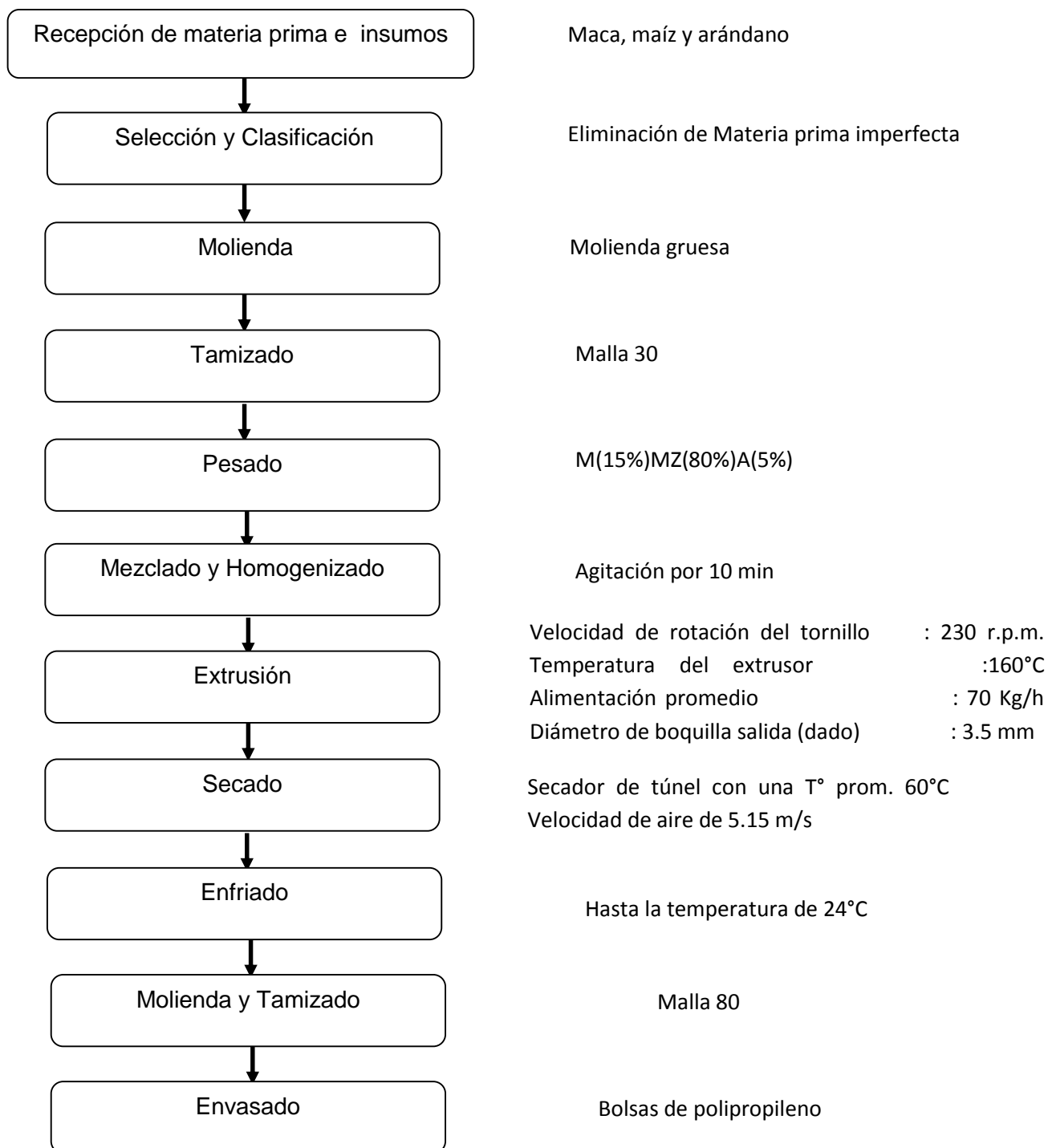


Figura 12 Flujo de Operaciones para la obtención un suplemento alimenticio a base de maca, maíz y arándano, Elaboración propia (2018)

3.3 Caracterización del producto obtenido

3.3.1 Análisis físico químico

En la tabla 31, se observa la caracterización fisicoquímica del mejor tratamiento F3(15%M80%MZ5%A), donde se debe resaltar su alto contenido de carbohidratos (72,37%) y su considerado aporte de proteínas (12,08%), con respecto a la humedad tiene un contenido de 8,11%, valor que se encuentra ligeramente por encima de lo que recomienda la NTP 209.226 (1984, Revisada 2011) que es de 6% de humedad.

Tabla 31

Composición físico química de la formulación F3(15%M80%MZ5%A) en base a 100 g.

DESCRIPCIÓN	F3(15%M80%MZ5%A)
Humedad, %	8,11
Proteína Total (N*6,25), %	12,08
Grasa, %	2,1
Fibra cruda, %	1,02
Ceniza, %	5,34
Extrac. libre de nitróg. %	72,37
Energía Total, Kcal	356,7
Índice de Solubilidad	62%
Índice de absorción	78%
Tamaño de partícula	250 µm

Nota. Elaboración propia (2018)

3.3.2 Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico del suplemento alimenticio obtenido por extrusión se muestran en la tabla 32 donde se puede observar que aunque existe

presencia de microorganismo estos valores cumplen con la Norma Técnica Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA V- 01 (2008).

Tabla 32

Análisis microbiológicos del alimento extruido

Determinaciones	Tiempo (días)	Patrón (*)
	60	
Numeración de bacterias mesófilos aerobias viables	< 10 ufc/g.	< 10 ⁴
Numeración de hongos	<1 ufc/g.	< 10 ²
Determinación de coliformes	Ausencia ufc/g.	<10
Determinación de Salmonella	Ausencia ufc/25g.	Ausencia / 25g.

Elaboración propia (2018)

(*) NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008)

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1. CONCLUSIONES

1. Se logró obtener con éxito un suplemento alimenticio instantáneo a partir de maíz (*Zea mays*) maca (*Lepidium meyenii*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*) el mismo que obtuvo una aceptabilidad de 6,7 puntos.
2. Las materias primas caracterizadas a través de análisis proximal presentaron los siguientes resultados: Maíz (11,3% de humedad, 6,94% de proteína, 4,29% de grasa, 3,67% de fibra cruda, 75,91% de carbohidratos y 1,56% de ceniza); maca (11,4% de humedad, 12,68% de proteína, 1,6% de grasa, 68,91% de carbohidratos y 5,41% de ceniza) y arándano (9,8% de humedad, 3,2% de proteína, 1,2% de grasa, 9,2% de fibra cruda, 75,7% de carbohidratos y 10,1% de ceniza) y microbiológicamente con una carga por debajo de los límites de la Norma Técnica Sanitaria N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008).
3. El proceso de obtención del suplemento alimenticio obtenido por extrusión a partir de harina de maca, maíz y arándano, tuvo operaciones y parámetros: Recepción de materia prima, selección y clasificación, molienda (gruesa), tamizado (malla 30), pesado, mezclado y homogenización (agitación por 10 minutos), extrusión (230 de velocidad de rotación de tornillo, 160°C de temperatura del extrusor, 70 kg/h de alimentación promedio y 3.5 mm de diámetro de boquilla de salida), secado (60°C de temperatura y 5.15 de velocidad de aire), enfriado (24°C) molienda y tamizado (malla 80) y envasado (polipropileno).
4. Los niveles seleccionados de materias primas como maca, maíz y arándano para la obtención de un suplemento alimenticio obtenido por extrusión fueron de: 5% de harina de arándano, 80% de maíz y 15 % de maca, luego de haber

sido evaluado su composición química próxima y estadísticamente sus características sensoriales y presento un valor energético de 356,7 Kcal por ración de 100 gramos.

5. El suplemento alimenticio obtenido por extrusión caracterizó fisicoquímicamente presentando: 8,11% de humedad, 12,08% de proteína, 72,37% de carbohidratos, 2,1% de grasa, 1,02% de fibra y 5,34% de ceniza. Así mismo presentó un índice de solubilidad en agua de 62%, un índice de absorción de agua de 78 y un tamaño de partícula de 250 μm .
6. El suplemento alimenticio obtenido por extrusión almacenada por 60 días presenta presencia de microorganismos (Numeración de bacterias aerobias viables totales, < 10 ufc/g., Numeración de hongos <1 ufc/g., Determinación de coliformes Ausencia ufc/25g. y determinación de Salmonella Ausencia ufc/25g) dentro de los límites permisibles según NTS N° 071 MINSA/DIGESA V-01 (2008) y calificada sensorialmente por su buena aceptación.

4.1.2. RECOMENDACIONES

1. Hacer un estudio de pre factibilidad técnico – económico para el desarrollo de un proyecto piloto para la producción del producto.
2. Hacer un estudio de mercado para determinar el grado de aceptación del producto.
3. Para el envasado de nuestro producto se utilizó bolsas de polietileno, pero se recomienda utilizar un envase que contenga una mayor barrera al oxígeno como lo son las bolsas multicapas de papel Kraft.

4. Para un próximo desarrollo de nuestra investigación, se recomienda utilizar, para la aplicación de la evaluación sensorial, el público al que realmente va dirigido el producto, como lo son niños en etapa escolar, para medir su grado de aceptación.
5. Se recomienda trabajar en un ambiente donde se realice un control estricto de BPM, POES, etc. Para obtener un producto con parámetros tecnológicos óptimos y de carácter inocuo.

V. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Agapito, T. (1999). *Tabla de composición química de los alimentos, Ácidos grasos, Aminoácidos*. Lima - Perú: Editorial Isabel.

Aplicacion del sistema haccp en los alimentos extruidos. . (2012). Quito - Ecuador.

Arendt, E., & Emanuele, Z. (2013). *Cereal grains for the food and beverage industries*. Woodhead Publishing Ltd. Elsevier. Cambridge: UK.

Arhuire, J., & BETANCUR, Y. (2016). *aceptabilidad y calidad nutricional de la mezcla de harina de maíz morado (Zea Mays L.) enriquecida con harina de spirulina (Arthrospira Platensis) para la elaboración del api*". Arequipa - Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional de San Agustín.

Arimborgo, C. (2010). *Maca (Lepidium meyenii Walp)*. Lima - Perú.

Aro, J. (20022). *Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinuaCañihua, Cebada, Maíz, Haba, Soya por proceso de cocción extrusión*. Lima Perú: UNMSM.

Bañados, M. (2006). *Producción de Arandáno en America del Sur*. Acta de Horticultura.

Bañados, P. (2007). *Perspectivas en el mercado de los arándanos. Produciendo arándanos. Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad de Talca*. . Tucumán. Argentina: Facultad de Ciencias Empresariales. Universidad de Talca.

Berrú, C. (2015). *Efecto de la modalidad y época de cosecha en el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro (Zea Mays L.) PM- 212*. Piura – Perú.: Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Piura. Obtenido de

<http://repositorio.uno.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1255/AGR-CAS-PAN-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Boyer, C., & Shannon, C. (1982). *The use of endosperm genes for sweet corn improvement. In: Plant Breeding Reviews. Janick, J., (ed.), .* AVI Publishing Co., Westport, CT.

Cadena, C. (2010). *Elaboracion de un snack extruido expandido a base de chocho y gritz de maiz.* Quito - Ecuador.

Chacón, G. (2009). *Estudio fitoquímico de Lepidium meyenii Walp Thesis.* Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Collazos, C. (1996). *Composición de ácidos grasos.* Lima - Perú: MINSA.

Coronel, L., & PERÉZ, J. (2016). *Evaluación de la retención de la vitamina c en el zumo de arándano (Vaccinium Corymbosum) atomizado empleando agentes encapsulantes.* Lambayeque – Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Cuestas, P. (2002). *Composición química de la maca.* España: ESIC-MARKET.

Delcour, J., & Hoseney, R. (2010). *Constituyentes menores. Principios de la ciencia y tecnología de los cereales (3ª ed.). .* St Paul: MN: AACC International,.

Dinamarca, P. (1986). *Aspectos técnico-económicos en la producción de berries.* Santiago de Chile - Chile: Departamento Agroindustrial.

Dinamarca, P. (1986). *Aspectos técnico-económicos en la producción de berries. Santiago de Chile.* Chile: Departamento Agroindustrial. Publicación técnica .

Dini, A. (1994). *Composición química de Lepidium meyenii.* Química Alimentaria.

Earle, F., Curtis, J., & Hubbard, J. (1946). *Composition of the component parts of the corn kernel.* Cereal Chemistry.

FAO. (1985). *Criterios a tener en cuenta al realizar una mezcla.*

- FAO. (1985). *Necesidades de Energía y de Proteínas*. Ginebra.
- FAO. (1985). *Necesidades de Energía y de Proteínas*. En: *Serie de Informes técnicos N° 724*. Ginebra: OMS.
- Fernandez, J. (2010). *Estudio de la interacción de los biopolímeros caseína y almidón por el proceso de extrusión*.
- Fernandez, J. (2010). *Estudio de la interacción de los biopolímeros caseína y almidón por el proceso de extrusión*.
- Fyo. (20 de octubre de 2014). *La cadena de maíz*. Obtenido de La cadena de maíz: <http://news.agrofy.com.ar/especiales/maiz13-14/comercializacion.php> (20 de octubre de 2017)
- Gamarra, J. (2016). *Estrategias de mercado para fomentar la exportación de arándano (Vaccinium Spp.) desde lima a estados unidos a partir del 2017*. Lima – Perú: Tesis de postgrado Universidad Nacional Agraria La Molina.
- García. (2009). *Revisión de aplicaciones de extrusión*.
- García, J., & GONZALES, G. (s.f.). *El Cultivo del Arándano en Asturias. (En línea)*. Asturias – España. España.
- Gutarra, S. (2017). *Estrategias de mercado para fomentar la exportación de arándano (Vaccinium Myrtillus.) de la región de Lambayeque al mercado de Estados Unidos*. Lima – Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Guy, R. (2009). *Extrusión de Alimentos: Tecnología y aplicaciones*. España: Acribia.
- Hallauer, A. (2001). *Specialty Corns, 2nd Ed*. CRC Press. Boca Raton, FL.
- Harper. (1992). *"Bioquímica de Harper"*. Sonora – México: el Manual Moderno, S.A de C.V.
- Harper, J. (1981). *Extrusión en alimentos. Vol I y II*. Zaragoza - España: Press.

- Harper, J. (1988). *Nutritional Evaluation of food Processing Effects of Extrusion Processing on Nutrients*. New York - USA: Karmas y Harris.
- Harper, J. (2003). *La extrusión y sus aplicaciones*. USA,: Sociedad Americana de cereales.
- Huaccho, C., & LOPE, M. (2007). *Elaboración de una mezcla alimenticia a base de tarwi (Lupinus Mutabilis Sweet), quinua (Chenopodium Quinoa Willd), maca (Lepidium Peruvianum Chacón), y lúcuma (Pouteria Lucuma) mediante extrusión*. Junin - Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional del centro del Perú.
- Huber, G. (2010). *Developments and Trends in Extruded Snacks*.
- INADE/PERLT, C. (2000). *Investigación sobre Maca en el altiplano. Tomo I*. Lima - Perú.
- INIAP. (2011). *Estudio de la comercialización y producción de productos andinos*.
- Irrazabal, S. (2013). *“Formulación de un suplemento alimenticio infantil, a base de maíz (Zea Mays L.),tarwi (Lupinus Mutábilis S.) y quinua (Chenopodium Quinoa W.),por el proceso de extrusión”*. Acobamba - Huancavelica: Tesis de pregrado Universidad Nacional de Huancavelica.
- Juarez, B. (2014). *“Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos acuosos y etanólicos de diversas variedades de maíz del estado de México, sobre sobre ABTS y peróxido de hidrogeno como especie oxidativa de oxígeno”*. Toluca - México: Tesis del pregrado Universidad Autónoma de México.
- Kato, T., Mapes, C., Mera, L., & Serratos, J. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ed. Apolo, S.A.
- Kent, N. (2013). *Tecnología de cereales*. España: Acribia.

- Maizar. (15 de mayo de 2011). *El maíz, primero en el mundo*. . Obtenido de El maíz, primero en el mundo. : <http://www.maizar.org.ar/vertex.php?id=392> (15 de mayo de 2017).
- Mansilla, P. (2018). *“evaluación del valor nutricional de maíces especiales (Zea mays L.): selección para calidad agroalimentaria” Tesis de post-grado*. Córdoba - Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Marshall, J., & Whelan, W. (1974). *Múltiples ramificaciones en glucógeno y amilopectina*. Archivos de bioquímica y biofísica. San paulo.
- Martel, R. (2011). *Calidad nutricional de un producto extruido fortificado con dos niveles de hierro proveniente de harina de sangre bovina*”. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Mayolo, A. D. (1981). *La nutrición en el antiguo Perú*. Banco Central de Reserva del Perú. Lima-Perú: Oficina numismática.
- Naqvi, S., Ramessar, K., Farré, G., Sabalza, M., & Miral, J. (2011). *High-value products from transgenic maize*. Mexico: Biotechnology Advances.
- Narvaez, M. (2010). *Estudio de la compoaracion de mezclas de diferntes materias primas*.
- Obregón, L. (1998). *“Maca: Planta medicinal y nutritiva del Perú”*. Lima - Perú.
- Olivares, Y. y Ricaldei, K. (2013). Efecto del proceso de malteado en las características fisicoquímicas y químicas en la obtención de harina de maíz (Zea mays). Tesis de grado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1957/Olivares%20Quincho%20-%20Ricaldi%20Yapiash.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Visitada el 3 de enero de 2019.

- Ortega, R. (2003). *La diversidad del maíz en México. En: Esteva, G., y C. Marielle (Coordinadores). Sin maíz no hay país. . México, D. F.: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Culturas Populares e Indígenas.*
- Payano, N. (2010). *“determinación de aceptabilidad y digestibilidad de la galleta de trigo con sustitución parcial de harina sucedánea de maca (Lepidium Peruvianum Chacón) en la provincia de Junín”.* Junin - Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Peña, J. (2011). *“Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (Zea mays, L) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego”.* Finca Las Mercedes - Managua: Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2145/1/tnf01p397e.pdf>
- Pérez, O. (2012). *Tecnología de alimentos extruidos.* Cuba.
- Pérez, S., & Baldwin, P. (2009). *Características estructurales de los gránulos de almidón En almidón: química y tecnología, 3er. ed. J. BeMiller y R. Whistler, eds. USA: Prensa Académica.*
- Ponce, A. (1995). *Estimación de parámetros genéticos para once caracteres en una población de maca (Lepidium meyenii walp) de Fase Generativa (producción de semillas).* Lima – Perú: 3er Congreso Peruano de Genética SPG.
- Ponce, J. (2010). *Elaboracion de un extruido a base de cereales. .* Quito - Ecuador.
- Ramos, C. (1984). *Perfil de la Industrialización de la Harina de maca.* Lima - Perú: Universidad Nacional Daniel Alcedo Carrión .
- Remache, A. (2016). *“desarrollo de un snack por extrusión de la mezcla de maíz (Zea Mayz) quinua (Chenopodium Quínoa) y chocho (Lupinus Mutabilis) sweet saborizado”.* Ibarra - Ecuador: Tesis de pregrado Universidad Técnica del Norte.

- Rimache, M. (2008). *Cultivo del maíz*. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Salas, A. (2012). . *Aplicacion del sistema haccp en los alimentos extruidos*. Quito. Ecuador.
- Salcines, F. (2009). *“Cadena agro-alimentaria de la quinua y maca peruana y su comercialización en el mercado español”*. Madrid – España: Tesis de postgrado Universidad Politécnica de Madrid.
- Salinas, Y., Cruz, F., & Díaz, O. (2012, 2013). *Granos de maíces pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutracéutico*. Chiapas, Mexico: Revista Fitotecnia Mexicana.
- Salzar, M. (2013). *“Formulación de un suplemento alimenticio infantil, a base de maíz (Zea mays L.), tarwi (Lupinus mutabilis S.) y quinua (Chenopodium quinoa W.), por el proceso de extrusión”*. Acobamba - Huancavelica: Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/85/TP%20-%20UNH%20AGROIND%20%200003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serna, S. (2010). *Cereal Grains: Properties, Processing, and Nutritional Attributes*. CRC Press:. FL: Boca Raton.
- Sevilla, R. (2015). Mejoramiento poblacional de maíz amiláceo en la sierra del Perú. Implicancias en la conservación de la biodiversidad y utilización sostenible. Compendio de la XXI Reunión Latinoamericana de Maíz (pp. 27-36). Santa Cruz, Bolivia.
- Sharma, S. (2009). *Ingeniería de alimentos*. LIMUSA.
- Strasburger, G. (1986). *Tratado de Botánica*. 7ª Edición. Argentina.
- Tapia, B. (1983). *Control integrado de la producción de maíz común basado en cero labranzas*. Managua, Nicaragua: G. T. Z.

- Túpaca, Y. (2012). *Influencia del tamaño de partícula, humedad y temperatura en el grado de gelatinización durante el proceso de extrusión de maca (Lepidium meyenii Walp)*. Lima. Lima - Perú.
- Ucedo, P. (2010). *"Elaboración de una bebida instantánea a base de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) con maca (Lepidium meyenii Walp) extruída"*. Puno – Perú: Tesis de pregrado Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- USDA. (14 de Abril de 2017). *Informes USDA 2017*. Obtenido de Informes USDA 2017: <http://www.granar.com.ar/listado.asp?tid=8>
- Vivek, B., Krivanek, A., & Palacios, N. (2008). *Mejoramiento de maíz con calidad de proteína (QPM): Protocolos para generar variedades QPM*. México: CIMMYT.
- Watson, S. (2003). *Descripción, desarrollo, estructura y composición del grano de maíz*. En: White, P. J. y Johnson, L. A. (eds). *Maíz: Química y Tecnología* (2ª ed.). San Pablo: MN: AACC International.
- Zannini, E., Jones, J., Renzetti, S., & Arendt. (2012). *Functional replacements for gluten*. *Annual Review of Food Science and Technology*. Mexico.

VI. ANEXOS

ANEXO 1

Pruebas de medición del grado de satisfacción

Nombre:.....

Fecha:.....

Producto:.....

Instrucciones: A continuación, se presenta 3 muestras de un suplemento alimenticio obtenido por extrusión a base de maca, maíz y arándano. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Indique su nivel de agrado con respecto a la característica en cada muestra colocando el número de acuerdo a la escala que se encuentra en la parte inferior.

MUESTRA	Olor	COLOR	SABOR	APARIENCIA
F1				
F2				
F3				

Donde:

Descripción

Valor

Me gusta muchísimo
Me gusta mucho
Me gusta bastante
Me gusta ligeramente
Ni me gusta ni me disgusta
Me disgusta ligeramente
Me disgusta bastante
Me disgusta mucho
Me disgusta muchísimo

(9)
(8)
(7)
(6)
(5)
(4)
(3)
(2)
(1)

Comentarios y sugerencias:

ANEXO 2

Resultados de la evaluación sensorial

ATRIBUTO: OLOR			
PANELISTA	M1	M2	M3
1	4	6	7
2	6	6	8
3	6	4	7
4	5	7	6
5	8	5	7
6	6	6	7
7	6	4	5
8	7	7	7
9	6	5	5
10	6	6	6
11	3	5	8
12	4	6	5
13	7	7	7
14	5	6	8
15	5	6	7
16	4	5	7
17	6	7	8
18	7	7	6
19	4	4	7
20	5	5	7
21	6	6	7
22	2	7	7
23	6	6	8
24	7	7	6
25	5	5	6
26	8	3	8
27	5	6	6
28	8	8	8
29	7	5	9
30	6	5	8
Total	170	172	208

ATRIBUTO: COLOR			
PANELISTA	M1	M2	M3
1	4	8	7
2	5	7	8
3	5	6	6
4	4	6	6
5	7	4	2
6	6	8	6
7	5	6	4
8	4	4	5
9	4	5	5
10	6	6	6
11	5	7	7
12	3	5	6
13	7	7	7
14	6	5	6
15	5	6	8
16	5	7	5
17	6	6	7
18	4	4	5
19	6	6	3
20	5	5	6
21	6	6	7
22	3	7	5
23	6	6	5
24	6	7	7
25	5	6	5
26	5	5	4
27	6	6	7
28	5	5	7
29	6	6	7
30	6	7	7
Total	139	179	176

ATRIBUTO: SABOR			
PANELISTA	M1	M2	M3
1	5	7	8
2	7	6	8
3	5	7	7
4	5	5	7
5	6	6	8
6	6	7	7
7	7	8	6
8	6	6	6
9	3	8	6
10	5	6	7
11	5	6	8
12	6	6	7
13	8	6	8
14	4	4	6
15	5	6	8
16	6	7	7
17	6	7	7
18	4	6	6
19	4	6	8
20	6	5	9
21	6	5	8
22	3	4	5
23	7	8	6
24	8	7	7
25	6	6	8
26	2	6	8
27	5	7	9
28	6	6	8
29	5	4	9
30	4	7	8
Total	146	185	220

ATRIBUTO: APARIENCIA			
PANELISTA	M1	M2	M3
1	5	6	8
2	7	7	9
3	5	6	5
4	2	4	8
5	5	4	8
6	6	6	7
7	6	7	5
8	2	7	6
9	5	4	7
10	6	5	6
11	4	5	5
12	4	5	6
13	6	7	7
14	3	6	7
15	5	6	5
16	6	7	7
17	4	7	8
18	5	6	6
19	3	6	7
20	3	5	6
21	6	6	8
22	9	8	7
23	7	7	6
24	6	7	7
25	5	5	6
26	4	6	8
27	4	5	5
28	5	7	6
29	4	7	7
30	6	8	7
Total	133	182	200

ANEXO 3

Norma técnica 205.045: harina sucedáneas procedentes de cereales

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 205.045
1976 (Revisada el 2011)

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

HARINAS · SUCEDÁNEAS · PROCEDENTES · DE CEREALES

SUBSTITUTE FLOUR PROCEEDING FROM CEREALS

2011-03-30

1ª Edición

R.0008-2011/CNB-INDECOPI. Publicada el 2011-04-14

I.C.S.: 67.060

Descriptores: Harina, sucedánea, cereal

Precio basado en 04 páginas

EST▲ NORMA ES RECOMENDABLE

PRÓLOGO

(De Revisión 2011)

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana se encuentra dentro de la relación de normas incluidas en el Plan de Revisión y Actualización de Normas Técnicas Peruanas, aprobadas durante la gestión del ITINTEC (periodo 1966-1992).

A.2 La NTP 205.045:1976 fue aprobada mediante resolución R.D.Nº 096-76 ITINTEC DG/DN del 76-02-24 y el Comité Técnico de Normalización de Cereales, leguminosas y productos derivados, Sub Comité de Trigo y productos derivados, la revisó acordando en su sesión del 2011-03-29, mantenerla vigente.

A.3 La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias -CNB-, aprobó mantener vigente la presente norma, oficializándose como **NTP 205.045:1976 (Revisada el 2011): HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES**, el 14 de abril de 2011.

NOTA: Cabe destacar que la revisión de la presente Norma implica que ésta no ha sido modificada.

A.4 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 205.045:1976 HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES. Las Normas Técnicas Peruanas que fueron dejadas sin efecto no figuran en la presente edición.

B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE CEREALES, LEGUMINOSAS Y PRODUCTOS DERIVADOS – SUB COMITÉ DE TRIGO Y PRODUCTOS DERIVADOS

Secretaría

Dirección General de Competitividad
Agraria –Ministerio de Agricultura

Presidente

Amelia Huaranga

Secretario CTN

Magno Meyhuay

Secretario SCTN

José Luis Rabines

ENTIDAD**REPRESENTANTE**

Panificadora Bimbo
del Perú S.A.

Henry Bautista
Denisse Casariego

ALICORP

Jorge Martínez

Panera Ediciones S.A.C.

Nancy Fuentes

ASPAN

William Heida

Granotec Perú S.A.

Mercedes Malache

Industrias Teal S.A.

Amelia Aguilar
Rosa Arcos

Dirección General de
Competitividad Agraria

Juan Pomares

INIA

Agripina Roldán

UNALM

Martha Ibañez

CENAN

Sonia Córdova
Percy Alfaro

Consultor

Sonia Bernaola

---oooOooo---

HARINAS SUCEDÁNEAS PROCEDENTES DE CEREALES

NORMAS A CONSULTAR

NTP 205.027	HARINA DE TRIGO PARA CONSUMO DOMÉSTICO Y USO INDUSTRIAL
NTP 205.037	HARINAS. Determinación del contenido de humedad
NTP 205.038	HARINAS. Determinación de cenizas
NTP 205.039	HARINAS. Determinación de la acidez titulable
NTP 205.040	HARINAS SUCEDÁNEAS DE LA HARINA DE TRIGO. Generalidades
NTP 205.041	HARINAS. Determinación del contenido de grasa
NTP 205.042	HARINAS SUCEDÁNEAS. Determinación de proteínas
NTP 209.038	ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado

1. OBJETO

1.1 La presente Norma Técnica Peruana establece las definiciones y especificaciones de las harinas sucedáneas procedentes de cereales, destinadas a ser mezcladas con harina de trigo para emplearse en la elaboración de productos alimenticios.

2. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

2.1 **harinas sucedáneas procedentes de cereales:** Son los productos provenientes de cereales, obtenidos mediante un proceso adecuado y molienda aptos para ser mezclados con la harina de trigo con fines alimenticios.

2.2 Estas harinas deben nominarse de la forma siguiente: Al término harina se le debe añadir el nombre de la materia prima de que proceda seguido del término sucedánea.

2.3 Las harinas sucedáneas procedentes de cereales son de grado único.

3. REQUISITOS

3.1 Los requisitos de las harinas sucedáneas procedentes de cereales, deberán tener valores que no excedan de los siguientes límites:

	GRAMÍNEAS	QUINUA Y CAÑIHUA
Humedad	15 %	15 %
Cenizas	2 %	4 %
Acidez	0,15 %	0,15 %

3.2 Las harinas sucedáneas procedentes de cereales se sujetarán además a los requisitos señalados en la Norma Técnica Peruana NTP 205.040.

4. MUESTREO

4.1 Las muestras se extraerán de conformidad con lo prescrito en la Norma Técnica Peruana NTP 205.027.

5. MÉTODOS DE ENSAYO

5.1 La determinación del contenido de humedad (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la NTP 205.037.

5.2 La verificación del contenido de cenizas (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 205.038.

5.2.1 El tiempo de calcinación de las harinas sucedáneas procedentes de cereales será de 12 horas como mínimo o hasta peso constante.

5.3 La determinación de la acidez (%) se efectúa de acuerdo a las especificaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 205.039.

6. ENVASE Y ROTULADO

6.1 Envase

6.1.1 El envase deberá cumplir con lo prescrito en la Norma Técnica Peruana NTP 205.027.

6.2 Rotulado

6.2.1 El rótulo deberá ajustarse a lo establecido en la Norma Técnica Peruana NTP 209.038, indicando, especialmente:

6.2.1.1 Nombre del producto.

6.2.1.2 Peso Neto.

- 6.2.1.3 Lugar de producción.
- 6.2.1.4 La denominación: Producto Peruano
- 6.2.1.5 La marca del producto en caso de tenerlo.

ANEXO 4

Determinación del índice de absorción de agua (iaa) e índice de solubilidad en agua (ISA)

Se determinaron los IAA e ISA en las harinas de acuerdo a la metodología por Anderson (1969). Este análisis permite cuantificar la cantidad de agua incorporada a la harina y el porcentaje de sólidos solubles disueltos en agua a una temperatura de 30°C. Cada muestra de harina de 2.5 g en base seca, fue colocada en tubos de propileno de 50 ml previamente tarados y se adicionaron 40 ml de agua destilada. Los tubos fueron colocados en un baño maría con agitación a 30°C durante 30 minutos. Pasado este tiempo los tubos se centrifugaron a 3000 rpm durante 10 minutos. El sobrante se vertió cuidadosamente en vasos tarados para evaporarse en estufa a 105°C durante 24 horas y se pesó el residuo de la evaporación. Por otro lado, se determinó el peso del residuo de centrifugación por diferencia de peso de los tubos de propileno. El IAA se expresó como una relación del peso del residuo de la evaporación y el peso seco de la muestra. Para calcular los índices se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$IAA = \frac{\text{Peso del residuo de centrifugación}}{\text{Peso seco de la muestra} - \text{Peso del residuo de evaporación}}$$

$$\%ISA = \frac{\text{Peso del residuo de evaporación}}{\text{Peso seco de la muestra}} * 100$$

ANEXO 5

Determinación del tamaño de partícula

Para determinar la granulometría de las harinas se utilizará los procedimientos y sugerencias de Bedolla y Rooney (2004). Se pesarán muestras de 100g. y se agitarán en el equipo de tamizado Ro – Tap durante 15 minutos, al término del tiempo se separa y se pesa las fracciones retenidas en las diferentes mallas. Las mallas a utilizar serán: 10, 12, 14, 30, 40, 60, 100. La correspondencia de valores en milímetros se muestra en la tabla 23.

Tamaños de abertura de acuerdo al número de malla (mesh)

Malla o número de tamiz	Tamaño de apertura
14	1.41 mm
18	1 mm
20	0.841 mm = 841 μ m
30	0.594 mm = 594 μ m
40	0.419 mm = 419 μ m
60	0.250 mm = 250 μ m
80	0.178 mm = 178 μ m
100	0.150 mm = 150 μ m
120	0.125 mm = 125 μ m

Fuente: Bedolla y Rooney (2004)

El valor del porcentaje retenido en cada malla se determinó por la siguiente fórmula:

$$\%R_{mn} = \frac{100 * P_n}{P_I}$$

Donde:

$\%R_{mn}$ = Porcentaje retenido en la malla n.



P_n = Peso del producto retenido en la malla n

n = Número de malla.

P_I = Peso de la muestra inicial.

ANEXO 6

RESOLUCION DE DESIGNACIÓN DE JURADO

 **UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DECANATO 

Calle Juan XXIII N° 391 Teléf. 074 283633 Ciudad Universitaria Lambayeque - Perú

DECRETO N° 005-2019-D-FIQIA
Lambayeque, 11 de Enero de 2019

VISTO:

El Expediente N° 039-2019-FIQIA, presentado por el Jefe (e) de la Oficina de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, solicitando la emisión del Decreto de designación de Jurado de Tesis;

CONSIDERANDO:

Que, con Oficio N° 287-2018-GyT/FIQIA, el Jefe (e) de la Oficina de Grados y Títulos en coordinación de la Dirección de Unidad de Investigación con el Comité Científico de Investigación de esta Facultad, alcanza la propuesta de la designación del jurado para el Proyecto de Tesis de Investigación titulado: "EFECTO DE LOS PORCENTAJES DE MAIZ (Zea Mays) MACA (*Lepidium meyenii*) y ARANDANO (*Vaccinium myrtillus*) en la ACEPTABILIDAD DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO INSTANTANEO," presentado por (la) (las) Bachiller (es) VÁSQUEZ MUÑOZ DALIA NAYOBI Y VEGA CHICOMA BRUNO AUGUSTO, de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias con el asesoramiento del M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, indicando que luego de realizada la designación, este quedó conformado por los señores docentes: M.Sc. Díaz Paredes Manuel Antonio-Presidente; M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa-Secretario y el Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez-Vocal;

Que, es necesario dar cumplimiento al Art. 25° del Reglamento de Grados y Títulos de la FIQIA;

Que, por lo expuesto, y en uso de las atribuciones que le confiere al Decano el Artículo 56° del Estatuto de nuestra Universidad;

SE DECRETA:

1° DESIGNAR como JURADO DEL PROYECTO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN titulado: "EFECTO DE LOS PORCENTAJES DE MAIZ (Zea Mays) MACA (*Lepidium meyenii*) y ARANDANO (*Vaccinium myrtillus*) en la ACEPTABILIDAD DE UN SUPLEMENTO ALIMENTICIO INSTANTANEO." presentado por el (la) (las) Bachiller (es) VÁSQUEZ MUÑOZ DALIA NAYOBI Y VEGA CHICOMA BRUNO AUGUSTO; de la Escuela Profesional de Ingeniería e Industrias Alimentarias, con el asesoramiento del M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, conformado por los señores docentes:

• M.Sc. Díaz Paredes Manuel Antonio	-	Presidente
• M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa	-	Secretario
• Ing. Julio Humberto Tirado Vásquez	-	Vocal

2° DISPONER que los señores miembros del jurado así como los responsables de dicho Proyecto de Tesis de Investigación, se ajusten a lo normado en el Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la FIQIA.

3° Dar a conocer el presente Decreto a: Unidad de Investigación-FIQIA, Miembros del Jurado, Oficina Grados y Títulos - FIQIA e Interesado (s).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVARSE

M.Sc. JUAN CARLOS DIAZ VASQUEZ
DECANO

