

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

“ALIMENTO INSTANTÁNEO PARA NIÑOS ELABORADO CON  
HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) Y SOYA (*Glycine max.*) EXTRUIDOS”

---

**Tesis para optar al título profesional de Ingeniero  
Agroindustrial presentado:**

**Bach. MERCADO PAREDES, Candy Sandra**

**Bach. AGUILAR WICHI, Lian Tony**

**ASESORA: Mgt. APARICIO PEÑA, Luz Marina**

**SICUANI - CUSCO - PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



En cumplimiento de Grado y Título de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial se procedió a la exposición y sustentación oral y pública de la tesis intitulada

---

---

“ALIMENTO INSTANTÁNEO PARA NIÑOS ELABORADO CON HARINAS DE  
MAÍZ (*Zea mays L.*) Y SOYA (*Glycine max.*) EXTRUIDOS”

---

---

**Acto que los docentes del Jurado realizaron las observaciones y preguntas seguidamente aclaradas y levantadas las observaciones, en fe a ellos los jurados dan su conformidad.**

-----  
MGT. WILBER EULOGIO PINARES GAMARRA

-----  
DRA. FRANCISCA CALLAÑAUPA MENDOZA  
PRIMER REPLICANTE

-----  
ING. UBER QUISPE VALENZUELA  
SEGUNDO REPLICANTE

-----  
DR. FRANCISCO CASA QUISPE  
PRIMER DICTAMINANTE

-----  
DRA. MIRIAM CALLA FLOREZ  
SEGUNDO DICTAMINANTE

*A JESÚS ANDRÉ AGUILAR  
MERCADO CON TODO NUESTRO  
AMOR.*

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar deseo expresar mi agradecimiento a nuestra asesora de tesis Magister Ingeniera Luz Marina Aparicio Peña, por la dedicación y apoyo brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas, por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas. Gracias por la confianza ofrecida.

Asimismo, agradezco a los señores docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por las enseñanzas durante mi formación profesional, a mis amigos y compañeros con quien he compartido proyectos e ilusiones durante estos años.

## PRESENTACIÓN

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS.

En cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos vigente de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería de Procesos, con la finalidad de optar al título profesional de Ingeniero Agroindustrial, ponemos a su consideración el trabajo de tesis intitulado: “ALIMENTO INSTANTÁNEO PARA NIÑOS ELABORADO CON HARINAS DE MAÍZ (*Zea mays L.*) Y SOYA (*Glycine max.*) EXTRUIDOS”.

El propósito del presente trabajo de investigación es contribuir a proporcionar información nutricional sobre la calidad de un alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya extruidos en una mezcla alimenticia de alta calidad proteica. Mezcla alimenticia que permitirá contribuir a la seguridad alimentaria del país a través de los programas sociales de apoyo alimentario que en la actualidad dejan mucho que desear por sus efectos negativos en la salud de los niños.

Finalmente queremos agradecer a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por su invaluable apoyo en nuestra formación profesional y personal y a mi asesora por las sugerencias y aportes al trabajo de tesis.

ATENTAMENTE.

Bach. Candy Sandra MERCADO PAREDES.

Bach. Lian Tony AGUILAR WICHI.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
OBJETIVOS .....	5
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
HIPOTESIS GENERAL.....	6
HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	6
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
CAPITULO I .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
1.1    ANTECEDENTES .....	8
1.2    MORFOLOGÍA MAIZ AMARILLO DURO ( <i>Zea mays L.</i> ) .....	9
1.2.1    Clasificación Taxonómica. ....	10
1.2.2    Morfología del grano de maíz dentado (amarillo duro).....	11
1.2.3    Producción de maíz amarillo duro.....	16
1.3    SOYA ( <i>Glycine max.</i> ) .....	23
1.3.1    Clasificación taxonómica de la soja ( <i>Glycine max.</i> ) .....	24
1.3.2    Morfología del grano de soja ( <i>Glycine max.</i> ).....	25
1.3.3    Composición química del grano de soja ( <i>Glycine max.</i> ).....	26
1.3.4    Aminoácidos de la proteína de soja.....	27
1.3.5    Aplicaciones en la industria .....	28

1.4	NUTRICIÓN.....	30
1.5	ALIMENTO.....	31
1.6	PROTEÍNAS.....	31
1.6.1	Calidad de proteínas.....	31
1.6.2	Aminoácidos. ....	32
1.6.3	Influencia de la harina y pedacería de soya en los productos. ....	33
1.6.4	Biodisponibilidad. ....	33
1.6.5	Calidad de la proteína de los alimentos .....	34
1.6.6	PDCAAS.-Escore de Aminoácidos Corregido por Digestibilidad.....	35
1.7	GRASA.....	37
1.8	VITAMINAS.....	38
1.9	CARBOHIDRATOS.....	38
1.10	FIBRA. ....	39
1.11	MEZCLAS ALIMENTICIAS.....	39
1.11.1	Mezclas de alimentos de elevada calidad.....	41
1.11.2	Principios de formulación de una mezcla alimenticia .....	42
1.12	PROCESO DE EXTRUSIÓN COCCIÓN DE ALIMENTOS.....	46
1.12.1	Principios básicos de la cocción-extrusión.....	46
1.12.2	Ventajas de la cocción-extrusión de alimentos.....	48
1.12.3	Efecto de la cocción-extrusión sobre el valor nutricional. ....	49
1.12.4	Algunas características funcionales de los productos extruídos. ....	53
1.13	ALIMENTOS NUTRITIVOS ALTERNATIVOS A LA MALA NUTRICIÓN EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO (ANDINOS)..	54
1.14	EVALUACION SENSORIAL .....	55
1.14.1	Percepción sensorial .....	56

1.14.2	Pruebas de satisfacción.....	58
<b>CAPITULO II.....</b>		<b>61</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>		<b>61</b>
2.1	LUGAR EXPERIMENTAL.....	61
2.2	MATERIALES Y EQUIPOS .....	61
2.2.1	Materias Primas.....	61
2.2.2	Materiales y Equipos .....	61
2.3	OBTENCIÓN DE HARINAS.....	65
2.3.1	Obtención de harina de soya.....	65
2.3.2	Obtención de harina de maíz. ....	67
2.4	OBTENCION DE ALIMENTO INSTANTÁNEO. ....	69
2.4.1	Metodología para la selección de las formulaciones.....	69
2.4.2	Programación lineal.....	70
2.4.3	Computo químico.....	71
2.4.4	Computo de aminoácidos .....	71
2.4.5	Calidad proteica escore de aminoácidos corregido por digestibilidad	
	PDCAAS % .....	71
2.5	PROCESO DE OBTENCION DE ALIMENTO INSTANTÁNEO .....	71
2.5.1	Pesado .....	72
2.5.2	Mezclado.....	72
2.5.3	Extrusión .....	72
2.5.4	Enfriado y Secado .....	73
2.5.5	Molienda.....	73



2.5.6	Envasado.....	73
2.5.7	Almacenado .....	73
2.5.8	Diagrama para la obtención de alimento instantáneo.....	74
2.6	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	75
2.6.1	Diseño experimental .....	75
2.7	ANÁLISIS QUÍMICOS, FÍSICOS Y BIOLÓGICOS .....	77
2.7.1	Análisis químicos .....	77
2.7.2	Análisis físicos .....	77
2.7.3	Análisis biológicos .....	77
2.8	EVALUACION SENSORIAL.....	77
CAPITULO III .....		78
3	RESULTADOS Y DISCUSION .....	78
3.1	ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA .....	78
3.2	OBTENCION DE LA FORMULACION ÓPTIMA .....	78
3.3	OBTENCION DE LA MEZCLA NUTRITIVA .....	83
3.4	CARACTERIZACION DE LA MEZCLA NUTRITIVA .....	83
3.5	ANÁLISIS QUÍMICOS.....	83
3.5.1	Proteína .....	84
3.5.2	Grasa.....	84
3.5.3	Carbohidratos.....	85
3.6	INDICE DE GELATINIZACION.....	85
3.7	ANÁLISIS BIOLÓGICO DIGESTIBILIDAD PROTEICA .....	91
3.8	ANÁLISIS SENSORIAL.....	95
3.8.1	Apariencia .....	96
3.8.2	Color.....	99

3.8.3	Olor .....	103
3.8.4	Sabor .....	107
	CONCLUSIONES .....	112
	RECOMEDACIONES .....	113
	BIBLIOGRAFÍA .....	114
	ANEXOS .....	117

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Composición química de las partes principales de los granos de maíz (%). .....	14
Tabla 2 Composición Química de Algunas Variedades de Maíces Peruanos en 100 gramos de porción comestibles. ....	15
Tabla 3 Comparación de la composición de aminoácidos esenciales de maíz amarillo duro con algunos cereales. ....	16
Tabla 4 Producción de cereales en el Perú. ....	17
Tabla 5 Usos alimentarios del maíz en molienda húmeda. ....	22
Tabla 6 Composición en 100 gramos de soya. ....	27
Tabla 7 Aminoácidos de la soya y derivados de la soya (mg/g de proteína). ....	27
Tabla 8 Usos de los productos de proteínas de soya. ....	30
Tabla 9 Puntaje químico y escore de aminoácidos corregido por digestibilidad en alimentos de consumo habitual. ....	37
Tabla 10 Necesidades de aminoácidos para diferentes edades como patrón de referencia (mg de aa/g de proteína). ....	43
Tabla 11 Contenido de macronutrientes. ....	46
Tabla 12 Tipos de pruebas de evaluación sensorial. ....	60
Tabla 13 Análisis de calidad de soya.....	66
Tabla 14 Análisis de calidad de maíz. ....	68
Tabla 15 Tratamientos en estudio.....	76
Tabla 16 Composición fisicoquímica en 100 gramos de alimento.....	78
Tabla 17 Evaluación de fórmulas, resumen del cómputo químico.....	79
Tabla 18 Evaluación de fórmulas, resumen cómputo de aminoácidos.....	80

Tabla 19	Computo químico y comparación con lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 y el Programa de Alimentación Escolar. ....	82
Tabla 20	Computo aminoácidos de la mezcla optima y comparación con las recomendaciones del FNB/USA, 2002 al 85%. ....	82
Tabla 21	Comparación química de la formula óptima: análisis de Laboratorio y cálculo teórico. ....	84
Tabla 22	Resultados de laboratorio del índice de gelatinización. ....	85
Tabla 23	Análisis de varianza para índice de gelatinización.....	86
Tabla 24	Pruebas de múltiple rangos para índice de gelatinización por temperatura por el método de Tukey HSD al 95%. ....	86
Tabla 25	Pruebas de Contraste para Índice de Gelatinización por Temperatura por el método de Tukey HSD al 95%. ....	87
Tabla 26	Pruebas de múltiple rangos para índice de gelatinización por formula por el método de Tukey HSD al 95%. ....	88
Tabla 27	Pruebas de contraste para índice de gelatinización por formula por el método de Tukey HSD al 95%. ....	89
Tabla 28	Resultados de laboratorio de digestibilidad proteica. ....	91
Tabla 29	Análisis de varianza para la digestibilidad proteica. ....	91
Tabla 30	Pruebas de múltiple rangos para digestibilidad proteica por formulación utilizando el método de Tukey al 95 %. ....	92
Tabla 31	Pruebas de contraste para digestibilidad proteica por formula por el método de Tukey HSD al 95%. ....	92
Tabla 32	Pruebas de múltiple rangos para digestibilidad proteica por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %. ....	93

Tabla 33 Pruebas de contraste para digestibilidad proteica por temperatura por el método de Tukey HSD al 95%.....	94
Tabla 34 Resultados promedio de la prueba hedónica para la apariencia.....	96
Tabla 35 Análisis de varianza para la apariencia .....	96
Tabla 36 Pruebas de Múltiple Rangos para Apariencia por Formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.....	97
Tabla 37 Pruebas de Contrastes para apariencia por formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.....	97
Tabla 38 Pruebas de múltiple rangos para la apariencia por temperatura.....	98
Tabla 39 Pruebas de Contrastes para apariencia por temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.....	98
Tabla 40 Resultados promedio de la prueba hedónica para el color.....	99
Tabla 41 Análisis de varianza para color.....	100
Tabla 42 Pruebas de múltiple rangos para color por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95%.....	100
Tabla 43 Pruebas de contrastes para color por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95%.....	101
Tabla 44 Pruebas de múltiple rangos para color por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.....	102
Tabla 45 Pruebas de Contrastes para Color por Temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.....	102
Tabla 46 Resultados promedio de la prueba hedónica para el olor.....	104
Tabla 47 Análisis de varianza para olor.....	104
Tabla 48 Pruebas de Múltiple Rangos para Olor por Formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95 %.....	105

Tabla 49 Pruebas de contrastes para olor por formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95% .....	<b>105</b>
Tabla 50 Pruebas de Múltiple Rangos para Olor por Temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95 %.....	<b>106</b>
Tabla 51 Pruebas de Contrastos para Olor por Temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95% .....	<b>106</b>
Tabla 52 Resultados promedio de la prueba hedónica para el sabor.....	<b>107</b>
Tabla 53 Análisis de varianza para sabor .....	<b>108</b>
Tabla 54 Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por Formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95 %.....	<b>108</b>
Tabla 55 Pruebas de Contrastos para Sabor por Formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.....	<b>109</b>
Tabla 56 Pruebas de Múltiple Rangos para Sabor por Temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95 %.....	<b>109</b>
Tabla 57 Pruebas de contrastes para sabor por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95% .....	<b>110</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la morfología del grano de maíz dentado. ....	<b>11</b>
Figura 2. Imagen del microscopio electrónico de barrido en la que se aprecian las diferentes partes del endospermo. ....	<b>12</b>
Figura 3. Estructura morfológica detallada de los dos componentes del endospermo. ....	<b>13</b>
Figura 4: Imagen microscópica del germen de maíz. ....	<b>13</b>
Figura 5. Proceso de la molienda húmeda. ....	<b>18</b>
Figura 6. Estructura de semilla de soya. ....	<b>25</b>
Figura 7. Corte transversal de semilla de soya. ....	<b>26</b>
Figura 8. Sensograma. ....	<b>57</b>
Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención de harina de soya. ....	<b>67</b>
Figura 10. Diagrama de flujo para la obtención de harina de maíz. ....	<b>69</b>
Figura 11. Diagrama de flujo para la obtención de alimento instantáneo. ....	<b>74</b>
Figura 12: Formulación del experimento para la obtención de alimento instantáneo. ....	<b>76</b>
Figura 13. Efecto de la temperatura sobre el índice de gelatinización en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>88</b>
Figura 14. Relación entre valores del índice de gelatinización y la formula en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>89</b>
Figura 15. Efecto de la formula sobre el índice de digestibilidad en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>93</b>
Figura 16: Efecto de la temperatura sobre el índice de digestibilidad en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>94</b>
Figura 17. Efecto de la formulación sobre la apariencia en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>98</b>

Figura 18: Efecto de la temperatura sobre la apariencia en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>99</b>
Figura 19: Efecto de la formulación sobre el color en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>101</b>
Figura 20. Efecto de la temperatura sobre el color en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>103</b>
Figura 21. Efecto de la formulación sobre el olor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>106</b>
Figura 22. Efecto de la temperatura sobre el olor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>107</b>
Figura 23. Efecto de la formulación sobre el sabor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>109</b>
Figura 24. Efecto de la temperatura sobre el sabor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya. ....	<b>110</b>



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE SOYA.....	<b>118</b>
Anexo 2: NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO.....	<b>120</b>
Anexo 3: CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	<b>124</b>
Anexo 4: CALCULO DE LA FORMULA OPTIMA APLICANDO SOLVER.....	<b>137</b>
Anexo 5: COMPUTO DE AMINOÁCIDOS.....	<b>139</b>
Anexo 6: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	<b>146</b>
Anexo 7: RESULTADOS DE LA EVALUACION SENSORIAL.....	<b>147</b>
Anexo 8: TABLA DE MEDIAS POR MÍNIMOS CUADRADOS PARA LOS ATRIBUTOS EVALUADOS CON INTERVALOS DEL 95% DE CONFIANZA.....	<b>151</b>
Anexo 9: TABLA DE TAMICES ESTÁNDAR USA.....	<b>165</b>
Anexo 10: CERTIFICADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO.....	<b>157</b>
Anexo 11: CERTIFICADO DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	<b>162</b>
Anexo 12: TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS.....	<b>163</b>
Anexo 13 RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA EL SER HUMANO.	<b>167</b>
Anexo 14: FICHA TÉCNICA PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICIÓN – SUB PROGRAMA ESCOLAR.....	<b>191</b>
Anexo 15: NORMA SANITARIA PARA LA FABRICACIÓN DE ALIMENTOS A BASE DE GRANOS Y OTROS, DESTINADOS A PROGRAMAS SOCIALES DE ALIMENTACIÓN.....	<b>199</b>
Anexo 16: FOTOGRAFÍAS QUE EVIDENCIAN EL TRABAJO REALIZADO.....	<b>206</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio del tipo tecnológico con el objetivo de determinar la calidad nutricional y sensorial de un alimento instantáneo para niños, utilizando como materia prima harina de maíz (*Zea mays L.*) y harina de soya (*Glycine max.*). La calidad nutricional se determinó a partir del cómputo y análisis químico, computo de aminoácidos, índice de gelatinización, digestibilidad in vitro y la calidad sensorial se determinó utilizando una escala hedónica con un panel de 30 jueces consumidores habituales de alimentos instantáneos.

Para determinar la proporción óptima de la mezcla de harinas se utilizó programación lineal., determinando que la proporción optima es: 57% harina de maíz (*Zea mays L.*) y 43% de harina de soya (*Glycine max.*), el alimento instantáneo óptimo tiene las siguientes características: proteína 14.78%, grasa 23.66% , carbohidratos 61. 56% expresado en porcentaje de la energía total, la energía total es del 421.57 Kcal por 100 gramos, este contenido nutricional cumple con las recomendaciones Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 (FNB/USA), y el Programa Integral de Nutrición-Sub Programa Escolar.

Se determinó efecto de la formula y la temperatura sobre el índice de gelatinización con el propósito de evaluar el grado de cocción del alimento instantáneo. Encontrando que la formula no influye sobre el índice de gelatinización por otro lado temperatura influye significativamente sobre el índice de gelatinización. Determinando que el mejor índice de gelatinización tiene lugar a una temperatura de 170°C con un índice de gelatinización de 98.24%. Este valor es mayor a las especificaciones técnicas del Programa Integral de Nutrición-Sub Programa Escolar (>94%).

Para determinar el efecto de la formula y la temperatura sobre la digestibilidad in vitro se utilizó el método de la prueba de digestibilidad de pepsina A.O.A.C. 971.09, con la finalidad de determinar el grado de digestibilidad de cada uno de los tratamientos y se observó que

los factores (formula y temperatura) influyen significativamente en la digestibilidad. Determinando que la mayor digestibilidad está utilizando la fórmula 2 (53% harina de maíz (*Zea mays L.*) y 47% de harina de soya (*Glycine max.*) a la temperatura 2 (170°C) con un valor de digestibilidad proteica de 90.24%.

El alimento instantáneo fue sometido a análisis sensorial con la finalidad de determinar el grado de aceptación, utilizando una prueba de escala hedónica verbal. Los resultados indican que tienen efecto sobre la aceptabilidad los factores en estudio (formula y temperatura de extrusión), es así que la mayor aceptación tiene el código 537(formula 2 a la temperatura 2) con una calificación de **me gusta mucho** en la escala hedónica.

## INTRODUCCIÓN

El notable crecimiento económico del Perú durante los últimos 15 años ha permitido mostrar mejoras en algunos indicadores del desarrollo económico, como por ejemplo, en el ingreso per-cápita, la pobreza, aún los resultados son insuficientes, especialmente en aquellos indicadores como la salud y desnutrición.

La desnutrición ha sido catalogada por la UNICEF (2006) como una emergencia silenciosa: genera efectos muy dañinos que se manifiestan a lo largo de la vida de la persona y que no se detectan de inmediato. La primera señal es el bajo peso, seguido por la baja estatura; sin embargo, ellas son solo las manifestaciones más superficiales del problema. Según UNICEF, hasta el 50 % de la mortalidad infantil se origina, directa o indirectamente, por un pobre estado nutricional.

El Gobierno Regional del Cusco se ha trazado la meta de reducir la desnutrición crónica infantil en 15 % al 2021 con la aplicación de la “Estrategia regional de seguridad alimentaria”. A la fecha en la región Cusco el 51 % de la población vive en la pobreza, 29 % de los niños menores de 5 años esta desnutrido y cuatro de cada diez menores tiene anemia. La subgerencia de Desarrollo Humano y Promoción Social del Gobierno Regional del Cusco indica que la estrategia tiene como pilares mejorar la nutrición de los niños, atención en salud y educación y acceso a servicios básicos.

Las materias primas que actualmente se utilizan en la elaboración de mezclas de reconstitución instantánea son cereales (arroz maíz y trigo), razón por la cual su valor nutritivo es bajo, limitándose al aporte energético proveniente de carbohidratos y grasas, existiendo déficit de proteínas.

En el Perú están disponibles numerosas especies alimenticias que nos permite enfrentar este problema mediante una adecuada transformación agroindustrial, estos alimentos pueden ser

utilizados para diseñar y formular alimentos instantáneos con alto valor nutricional capaz de mitigar la desnutrición.

Entre los cultivos de mayor producción mundial se tienen al maíz y la soya que combinándolos adecuadamente puede proporcionar mezclas que satisfagan los requerimientos nutricionales (principalmente proteico) de niños en edad escolar al cual está dirigido el presente trabajo de investigación.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### a) Descripción y análisis del tema

En el ámbito mundial, existe una deficiencia en cuanto al consumo de alimentos ricos en proteínas, esto mayormente se refleja en los países en vías de desarrollo.

En el Perú más de la mitad de la población infantil sufre de mal nutrición por diversas razones. Las familias pobres no tienen capacidad adquisitiva para una balanceada alimentación de sus niños. La carne, la leche y otros alimentos de origen animal, son caros, y por eso es importante buscar fuentes proteicas más económicas y hacerlas llegar a la población más necesitada, de allí la importancia de elaborar nuevos productos alimenticios (mezclas instantáneas), sobre la base a cereales y leguminosas, cuya calidad nutricional (proteico calórica) se acerque a las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002; utilizando el proceso tecnológico de cocción-extrusión, que permite obtener productos de muy buena calidad y aceptabilidad, así como mínima pérdida de componentes nutricionales.

Según UNICEF, hasta el 50 % de la mortalidad infantil se origina, directa o indirectamente, por un pobre estado nutricional.

En nuestra región el 29 % de los niños menores de 5 años esta desnutrido y cuatro de cada diez menores tiene anemia por lo que el Gobierno Regional del Cusco se ha trazado la meta de reducir la desnutrición crónica infantil en 15 % al 2021 con la aplicación de la “Estrategia regional de seguridad alimentaria, teniendo como pilares mejorar la nutrición de los niños, atención en salud y educación y acceso a servicios básicos.

El estado ha venido asignando importantes recursos destinados a programas de asistencia alimentaria. Sin embargo, estos programas tienen algunos problemas, entre ellos: mecanismos de monitoreo limitados, escasa articulación con otros sectores sociales, duplicidad de acciones, reducida efectividad en el logro de sus objetivos nutricionales, “filtraciones” y alto porcentaje de personas no pobres que recibe estos beneficios; esto sugiere que es necesario realizar ajustes a dichos programas, a efectos de lograr los objetivos deseados.

Todos estos indicadores, deberán ser resueltos prioritariamente en los próximos años para ir cubriendo la brecha del déficit proteico mundial y sobre todo peruano. En la mayor parte de los casos, los procesos de industrialización apenas tienen efectos negativos sobre el valor nutritivo de las proteínas e incluso en algunas ocasiones lo incrementan. Las pérdidas en el valor nutritivo carecen de significación cuando el aminoácido afectado no es el factor nutritivo limitante de la dieta o cuando la proteína dañada representa sólo una pequeña parte de la ingesta proteica.

#### b) Planteamiento del problema

La problemática es amplia, sin embargo la presente investigación se centra en evaluar y definir una mezcla óptima de estos alimentos. Se plantea la interrogante siguiente:

¿Cuáles serán los porcentajes óptimos en la elaboración de la mezcla instantánea a base de maíz (*Zea mays L.*) y soya (*Glycine max.*) empleando el método de cocción por extrusión, que permitan obtener un producto con características nutricionales organolépticas de calidad?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Obtener un alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (**Glycine max.**) extruidos”

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar la proporción óptima de harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (**Glycine max.**) para la elaboración de alimento instantáneo.
2. Determinar la composición química y de aminoácidos del alimento instantáneo y comparar con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar.
3. Determinar el efecto de la fórmula y la temperatura sobre el índice de gelatinización del alimento instantáneo.
4. Determinar el efecto de la fórmula y la temperatura sobre la digestibilidad proteica del alimento instantáneo
5. Evaluar las características sensoriales del producto con consumidores potenciales (no entrenados)



## **HIPOTESIS GENERAL**

La calidad nutricional de un alimento instantáneo extruido proveniente de harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (**Glycine max.**) para niños será adecuada y sensorialmente aceptable.

## **HIPOTESIS ESPECIFICOS**

1. La proporción óptima de harinas de maíz (**Zea mays L.**) y soya (**Glycine max.**) cumple con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 y el Programa Integral de Nutrición, Sub Programa Escolar.
2. La composición química y de aminoácidos del alimento instantáneo es mayor a lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 Programa Integral de Nutrición, Sub Programa Escolar.
3. La fórmula y la temperatura influyen sobre el índice de gelatinización del alimento instantáneo.
4. La fórmula y la temperatura influyen sobre la digestibilidad proteica del alimento instantáneo
5. El alimento instantáneo a partir de harinas de maíz (**Zea mays L.**) y soya (**Glycine max.**) tiene buena aceptación.

## JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Las cantidades de energía y nutrientes esenciales que cada persona requiere para lograr que su organismo se mantenga sano y pueda desarrollar sus variadas y complejas funciones, es uno de los problemas más graves del mundo, presentándose en los países en vías de desarrollo, especialmente en aquellos más pobres, donde se encuentra ubicado el Perú, siendo la población infantil la más perjudicada, derivado de una insuficiente ingestión de nutrientes, como son proteínas, carbohidratos y grasas; y en ese contexto del estado nutricional de los grupos más vulnerables, como son los niños, ancianos y madres gestantes en los estratos económicos menos favorecidos.

Una de las posibilidades para superar la mal nutrición, consiste en hacer llegar a grupos nutricionalmente vulnerables, alimentos de alto valor nutricional, bajo costo y que en lo posible satisfaga sus hábitos de consumo. Esta situación alimentaria difícil, nos obliga a encarar el problema, por lo que es necesario desarrollar tecnologías apropiadas para obtener mezclas vegetales, estables en la conservación y de alto contenido calórico proteico.

La importancia del presente trabajo de investigación radica en que los resultados que se obtengan permitirá:

- ❖ Incentivar en el poblador peruano el consumo de alimentos de origen vegetal con una mezcla de cereales y leguminosas que cumpla con las cantidades de energía y nutrientes esenciales requeridos.
- ❖ Impulsar el desarrollo agroindustrial, desarrollando alimentos instantáneos extruidos de alto valor nutricional y bajo costo.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 ANTECEDENTES

(Catricheo, Sanchez, Aguayo, Digna, & Yañez, 1989), Mencionan que desarrollaron un alimento infantil a base de 27.5% de harina de trigo, 20% de harina de lupino y 20% de leche en polvo, obteniéndose un valor PER 2.6 y una digestibilidad del 85% para la mezcla ideal, los valores obtenidos mostraron la factibilidad de emplear el proceso de cocción – extrusión una formula lupino- trigo – leche en las proporciones adecuadas, como alternativa para el uso del lupino dulce en la alimentación humana especialmente en programas de alimentación destinados a pre-escolares y escolares.

Otro alimento elaborado con mezclas de cereales es la papilla del Programa de Complementación Alimentaria para Grupos en Mayor Riesgo (PACFO); la “Yapita” el cual es un alimento pre-elaborado (en polvo) de reconstitución instantánea y homogénea cuya preparación es con agua hervida tibia, sin necesidad de cocción posterior alguna, ni adición de ningún otros ingrediente, especial para niños de 6 meses a 3 años. Los ingredientes utilizados para la producción de papilla, son de preferencia de producción nacional: cereales, leguminosas, leche en polvo, azúcar (11% del total de carbohidratos), minerales y vitaminas. No contiene adición de sal, cacao y derivados. (INS, 1994).

Espinola Nelly (2013) Refiere que en el trabajo realizado sobre “Obtención de una Papilla a base de camote para niños menores de 3 años” La propuesta más reciente del centro de investigación de la papa y el Instituto de Investigación Nutricional, quienes desarrollaron un proyecto para la producción industrial de una papilla instantánea llamada “NUTRIPLUS” de muy bajo costo elaborada en base a camote, cereales y enriquecida con vitaminas y minerales. Utilizo como ingredientes camote, harina de maíz, arroz, malta de cebada, leche

descremada, leche de soya, aceite vegetal, albumina de huevo, un añadido de vitaminas y canela. No se le agrega azúcar porque contiene naturalmente. En total tiene 15.31% de proteínas, 14.2 % de grasas, 63.65% de carbohidratos; calorías dentro de lo recomendado, así como vitaminas y minerales.

Luna C., Alicia.1999. Indica que el computo químico de aminoácidos como uno de los métodos más eficaces para determinar el valor nutritivo de una mezcla alimenticia, para alimentos de origen vegetal como los cereales y leguminosas, constituyen un porcentaje importante de las proteínas de la dieta de la población peruana ambos alimentos poseen aminoácidos limitantes que disminuyen la eficiencia de la utilización de la proteína y es necesario complementarlo para mejorar su calidad.

Repo-carrasco R., (1999). Reporta que el empleo los granos andinos, como quinua, cañihua, kiwicha y tarwi, para abaratar los costos de producción se utilizó granos comunes; haba, frijol castilla, arroz, maíz y cebada con los que elabora bebidas para niños. Los productos desarrollados fueron bebidas (tipo leche de tarwi fortificada) y papillas; para elegir las combinaciones más adecuadas utilizo los datos de contenido de aminoácidos. FAO/WHO, 1985.

## **1.2 MORFOLOGÍA MAIZ AMARILLO DURO (*Zea mays L.*)**

El maíz (*Zea mays L.*), es una especie cultivada de América típicamente alógama y diploide, tiene un alto rango de adaptación ecológica longitudinal y altitudinal así como a diversos ecosistemas favorables y no favorables. Cerca de 140 millones de hectáreas de maíz son cultivadas cada año. De esta área del total el 60% es cultivado en países del tercer mundo y aproximadamente un 20% en América Latina. En los países andinos con mayor diversidad genética, como Perú, Bolivia y Ecuador, más del 50% proviene de variedades nativas, y el resto, de variedades mejoradas, híbridos

superiores e híbridos sintéticos, no habiéndose reportado a la fecha la explotación de variedades transgénicas. (Chávez, y otros, 2005).

Según MINAGRI, 2016. El maíz amarillo duro producido en el Perú posee un alto valor proteico y buena concentración de caroteno a diferencia del maíz amarillo duro importado, por lo que es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola.

El maíz amarillo duro es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y tiene una relevancia fundamental, debido a que forma parte de la cadena productiva de alimento balanceado en el Perú.

INIA, 2012. Indica que Con la finalidad de contribuir al incremento de la productividad y producción de maíz amarillo duro, el INIA ha puesto a disposición de los productores de la Costa híbridos con alta productividad entre los que podemos mencionar el “INIA 605”, “INIA 609 – Naylamp”, “INIA 611 – NutriPerú” e “INIA 619 – Megahíbrido”, este último liberado el año 2012. También dispone de la variedad sintética “INIA 618 – Chuska”, desarrollado en la estación experimental agraria Vista Florida.

### **1.2.1 Clasificación Taxonómica.**

Según Valladares, 2012. La clasificación Taxonómica de maíz es a siguiente:

Nombre Común : Maíz Amarillo Duro.

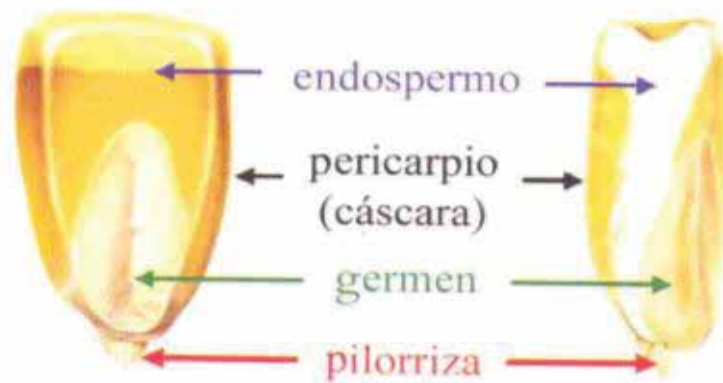
Reino : Plantae

Sub reino : Tracheobionta

División	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Liliopsida
Sub clase	:	Commelinidae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sub familia	:	Panicoideae.
Tribu	:	Maydeae.
Género	:	Zea.
Especie	:	<i>Zea mays L.</i>

### 1.2.2 Morfología del grano de maíz dentado (amarillo duro).

Kato Yamakake, (2009). Indica que grano dentado de maíz es botánicamente un cariósipide y está formado por cuatro estructuras principales: el pericarpio o cáscara, el germen o embrión, el endospermo y la pilorrriza como se muestra en la figura N° 1:



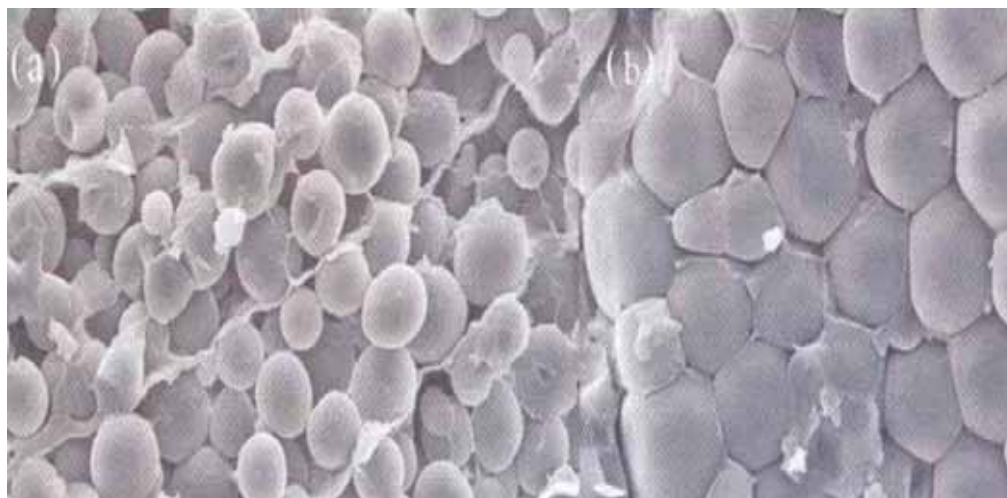
**Figura 1.** Esquema de la morfología del grano de maíz dentado.

**Fuente:** (Kato Yamakake, 2009).

El pericarpio, cáscara o salvado se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87%; la fibra está constituida fundamentalmente por

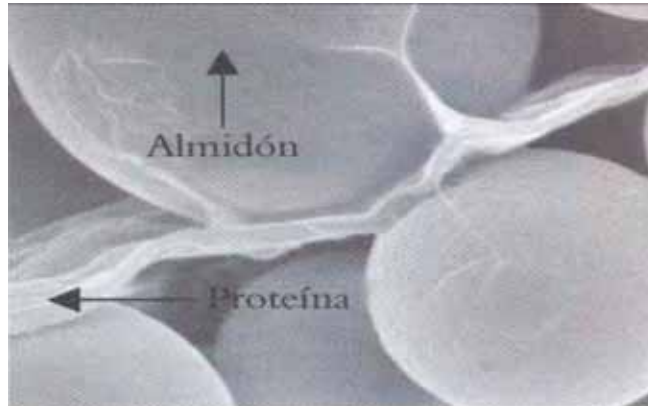
hemicelulosa y celulosa, el resto de la composición química de las cáscaras son cenizas, proteínas y azúcares. Benítez et al. (2006).

El endospermo provee los nutrientes para el germinado de la semilla, hasta el momento en que la nueva planta tenga suficiente área de hoja para hacerse autótrofa. Esta estructura posee un alto contenido de almidón 87% y aproximadamente un 8% de prolaminas proteicas con una densidad de masa total menor a la densidad de masa observada en la parte “seca” del endospermo (figura N° 02). Esto se debe al mayor o menor contenido de agua en las dos diferentes secciones del endospermo. Además en la parte “seca” del endospermo la parte proteica se ve como una interface continua entre las partículas de almidón; por lo contrario en la parte “húmeda”, la estructura proteica se aprecia como una serie de láminas que se encuentran entre las partículas esféricas de almidón (Kato Yamakake, 2009).



**Figura 2.** Imagen del microscopio electrónico de barrido en la que se aprecian las diferentes partes del endospermo.

**Fuente:** Benítez et al, (2006). a) Parte central y húmeda del endospermo; b) Sección seca y externa del endospermo.



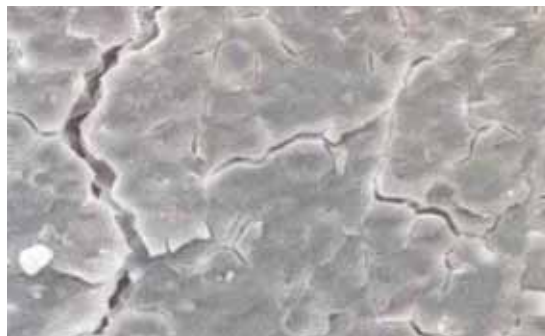
**Figura 3.** Estructura morfológica detallada de los dos componentes del endospermo.

**Fuente:** Benítez et al. (2006).

El almidón (partículas esféricas) y la sección proteica, que forma láminas entre las partículas del almidón; así mismo se observa que la parte proteica envuelve al almidón.

El germen o embrión es la estructura a partir de la cual se desarrollará una nueva planta. Se caracteriza por contener alto contenido en grasas, proteínas y minerales.

En este caso la estructura morfológica del germen de maíz presenta una morfología muy densa, esta morfología puede estar relacionada con el alto contenido de minerales, los cuales tienen estructuras mucho más compactas que las de las proteínas y las grasas.



**Figura 4:** Imagen microscópica del germen de maíz.

**Fuente:** (Kato Yamakake, 2009). Se observa una alta densidad y fracturas debidas a la pérdida de agua durante el proceso de preparación de la muestra.



La pirroliza es una estructura cónica de tejido inerte que une el grano y el carozo (comúnmente conocido como olote). Al igual que el pericarpio está constituida principalmente de celulosa y hemicelulosa, entre otros carbohidratos complejos.

#### Composición química y valor nutritivo del maíz

La cubierta seminal o pericarpio se caracteriza por un elevado contenido de fibra cruda, aproximadamente el 87 por ciento, la que a su vez está formada fundamentalmente por hemicelulosa (67 por ciento), celulosa (23 por ciento) y lignina (0,1 por ciento) (Bressani, Elias, Santos, Navarrete, & Scrimshaw, 1960).

El endospermo, en cambio, contiene un nivel elevado de almidón (87 por ciento), aproximadamente 8 por ciento de proteínas y un contenido de grasas crudas relativamente bajo. Por último, el germen se caracteriza por un elevado contenido de grasas crudas, el 33 por ciento por término medio, y contiene también un nivel relativamente elevado de proteínas (próximo al 20 por ciento) y minerales. (Bressani, Elias, Santos, Navarrete, & Scrimshaw, 1960).

Tabla 1

*Composición química de las partes principales de los granos de maíz (%).*

<b>Componente químico</b>	<b>Pericarpio</b>	<b>Endospermo</b>	<b>Germen</b>
<b>Proteínas</b>	3,7	8,0	18,4
<b>Extracto etéreo</b>	1,0	0,8	33,2
<b>Fibra cruda</b>	86,7	2,7	8,8
<b>Cenizas</b>	0,8	0,3	10,5
<b>Almidón</b>	7,3	87,6	8,3

Fuente: Watson, 1987.

**Tabla 2**

*Composición Química de Algunas Variedades de Maíces Peruanos en 100 gramos de porción comestibles.*

<b>VARIEDAD</b>	<b>HUMED AD</b>	<b>PROTEI NAS</b>	<b>GRAS AS</b>	<b>CHOS</b>	<b>FIBR A</b>	<b>CENIZ AS</b>
Colorado	12.50	7.20	4.20	74.53	1.58	1.57
Blanco	13.47	6.9	4.30	74.00	1.64	1.33
Perla	15.69	7.00	4.60	71.30	1.60	1.41
<b>Amarillo duro</b>	13.50	6.70	4.80	73.60	1.89	1.40
Morado	13.42	6.69	3.98	74.41	1.87	1.50
Blanco Cusco	12.76	5.10	3.51	77.25	1.12	1.38
Montana	14.66	7.38	3.60	73.00	2.22	1.36

**Fuente:** INS-CENAN, (2010).

El contenido de aminoácidos esenciales refleja el contenido de aminoácidos de las proteínas del endospermo, pese a que la configuración de éstos en el caso del germen es más elevada y mejor equilibrada. No obstante, las proteínas del germen proporcionan una cantidad relativamente alta de determinados aminoácidos, aunque no suficiente para elevar la calidad de las proteínas de todo el grano. El germen aporta pequeñas cantidades de lisina y triptofano, los dos aminoácidos esenciales limitantes en las proteínas del maíz. Las proteínas del endospermo tienen un bajo contenido de lisina y triptofano, al igual que las proteínas de todo el grano. La deficiencia de lisina, triptofano e isoleucina ha sido perfectamente demostrada mediante numerosos estudios con animales (Howe, Jason y Gilfillan, 1965) y un número reducido de estudios con seres humanos (Bressani, Elias, Santos, Navarrete, & Scrimshaw, 1960).

**Tabla 3**

*Comparación de la composición de aminoácidos esenciales de maíz amarillo duro con algunos cereales.*

Aminoácido (mg/g de proteína)	Maíz	Trigo	Avena	Cebada
Fenilalanina + Tirosina	110	49	53	56
Histidina	31	23	24	23
Isoleucina	42	39	41	37
Leucina	146	69	76	68
Lisina	36	23	41	37
Metionina + Cistina	30	16	18	19
Treonina	41	27	34	34
Triptófano	7	13	14	17
Valina	57	43	55	49

**Fuente:** USDA/ARS (2014).

### 1.2.3 Producción de maíz amarillo duro

La producción de maíz amarillo duro registró 107 mil 822 toneladas y representó un aumento de 10,8%, respecto a similar mes del año anterior, como resultado de las mayores superficies sembradas y disponibilidad del recurso hídrico; así lo dio a conocer el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2015).

Los departamentos que contribuyeron con este resultado fueron Lambayeque (39,2%), Ica (25,9%), Lima (19,1%) y Loreto (10,3%), que en conjunto concentraron el 53,5% del total nacional. De igual modo, creció en Moquegua (170,6%), Tumbes (56,0%), Madre de Dios (42,1%), Amazonas (34,7%), Pasco (27,9%), Piura (18,0%), Junín (17,4%), Áncash (16,1%), Huánuco (12,2%) y Ucayali (10,2%). INEI, (2015).

**Tabla 4***Producción de cereales en el Perú.*

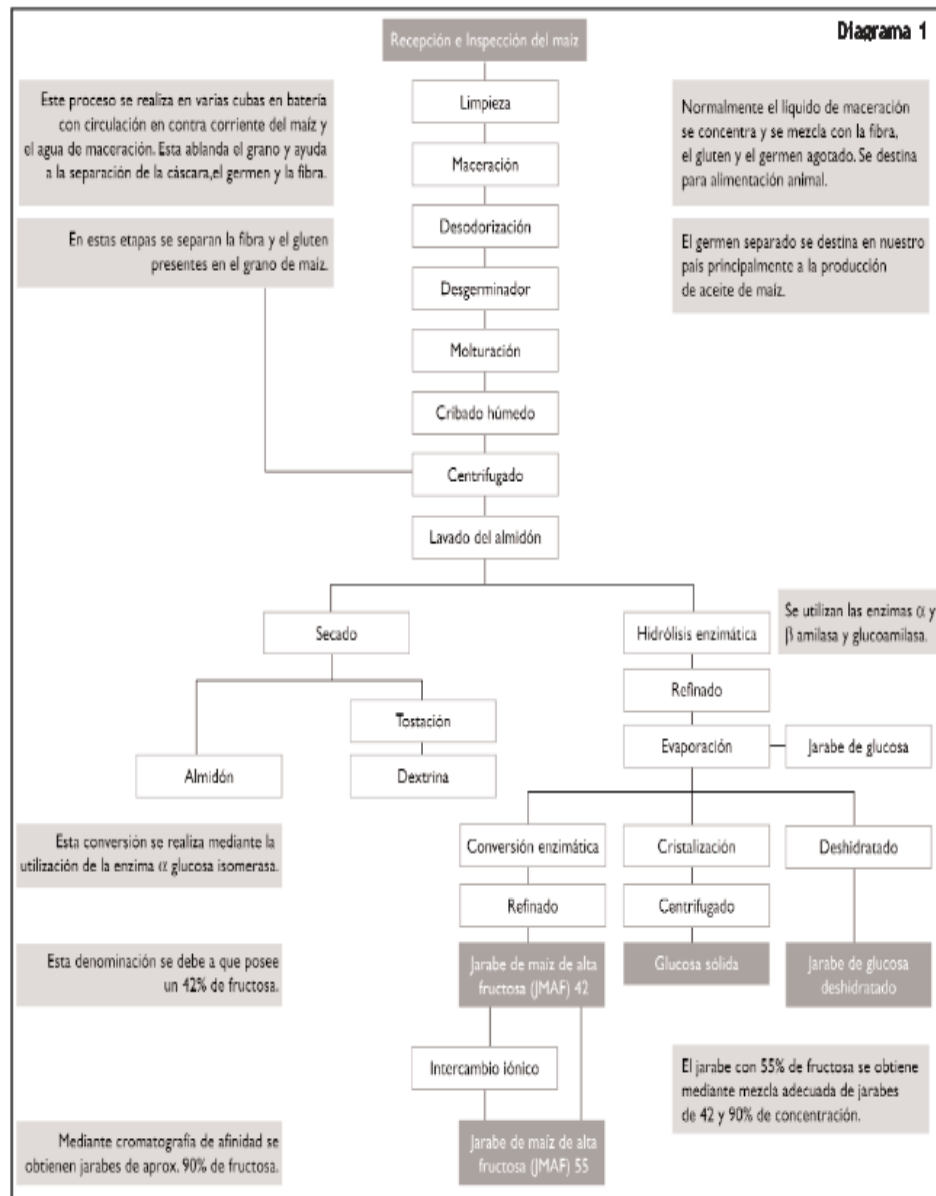
<b>Producto</b>	<b>Miles de toneladas</b>				
	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Trigo</b>	0,40	0,50	0,50	0,50	0,20
<b>Maíz amarillo duro</b>	313,10	308,90	306,20	309,70	304,20
<b>Maíz amiláceo</b>	3,70	3,20	3,50	3,50	3,30
<b>Arroz con cascara</b>	576,30	622,70	611,00	570,00	645,70
<b>Cebada grano</b>	0,30	0,30	0,20	0,30	0,20
<b>Quinoa</b>	0,60	0,20	5,40	13,00	6,00

Fuente: MINAGRI, (2016). Boletín estadístico de producción.

**1.1.5.1. El proceso de la molienda húmeda.**

Permite separar en un medio acuoso los distintos componentes del grano, esto es carbohidratos, proteínas y lípidos. Para ello, antes de ingresar al molino, se somete al grano de maíz a un proceso de maceración con agua sulfurada y se facilita así la separación de los cuatro componentes básicos: almidón; aceite de maíz (germen); gluten para consumo y gluten ingrediente.

En la molienda húmeda se utilizan todos los tipos de maíz, pero dada su mayor disponibilidad, en los últimos años se emplean casi exclusivamente maíces dentados y semidentados. La porción de almidón del endospermo del grano es la materia prima para los endulzantes de maíz y se separa de las demás fracciones durante el proceso, se muestra en figura N° 05. INSTITUTO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA VIDA, (2006).



**Figura 5. Proceso de la molienda húmeda**

**Fuente:** Instituto Internacional de Ciencias de la Vida, 2006.

El almidón de maíz, se encuentra naturalmente en forma de gránulos discretos de forma y tamaños característicos. Estos gránulos se hinchan cuando se los suspende en agua y se los calienta, hasta que finalmente se rompen para producir una pasta en la que las dos variedades moleculares del almidón se dispersan en el medio. Estas variedades moleculares son el almidón de cadena lineal

(amilosa) y de cadena ramificada (amilopectina). El maíz común posee usualmente de 25 a 30% de amilosa en su almidón. IICV, (2006).

Conversión del almidón cuando las uniones entre moléculas de dextrosa (unidades de glucosa anhidra) se rompen químicamente por la adición de agua, el producto final de esta conversión o reacción de hidrólisis es el azúcar simple D-glucosa. La hidrólisis del almidón se cataliza por medio de ácidos y enzimas. Controlando los parámetros de esta reacción (temperatura, tiempo y catalizadores enzimáticos), se pueden obtener cantidades fijas y predecibles de dextrosa y de los restantes polímeros de menor tamaño del almidón. Así se obtendrá por hidrólisis: dextrosa, maltosa (dos unidades de dextrosa), maltotriosa (tres unidades), etc. La combinación adecuada de procesos químicos permite producir casi cualquier mezcla de productos de conversión del almidón y por lo tanto jarabes y productos deshidratados con características físico químicas apropiadas para usos específicos. IICV, (2006).

### **Productos y especificaciones de maíz**

Por cada 100 kg de maíz en base seca, se obtienen 67 kg de almidón, 9 kg de germen, 8 kg de gluten meal y 16 kg de gluten feed. De la industrialización del almidón se obtiene 25% de glucosa, 1% de dextrosa, 18% de fructosa al 42 y 46% de fructosa. García, (2006).

### **Edulcorantes de maíz.**

Es posible obtener numerosos edulcorantes de maíz de variada composición, pero las clases comerciales definidas son las siguientes:

**Fructosa 42:** es un jarabe edulcorante producido por un proceso de doble conversión enzimática (almidón - dextrosa - fructosa). Su composición de carbohidratos es fructosa 42%; dextrosa 50%; altos sacáridos 8%. Además presenta: Contenido de sólidos 71%; pH=4,3; Viscosidad a 20°C= 160 cps; Densidad= 1,34. Se usa en la fabricación de panificados y galletitas, en sidras, etc.

**Fructosa 55:** es un jarabe obtenido por doble conversión enzimática y posterior fraccionamiento. Su composición es 55% fructosa; 41% dextrosa y 4% altos sacáridos. Contenido de sólidos 77%; pH= 3,5; Densidad=1,38; Viscosidad a 20 °C = 700 cps. Su destino principal son las bebidas sin alcohol. Brinda al embotellador ventajas logísticas, requiere menores inversiones, permite simplificaciones de proceso. Los últimos dos años los mercados chileno y uruguayo pasaron a absorber un 25% del total vendido.

**Jarabes mezcla:** son jarabes de maíz obtenidos por conversión enzimática, con mediano contenido de fructosa. Su poder edulcorante es mediano, reemplazando a otros azúcares en numerosos productos. Se los utiliza principalmente en frutas en conservas (duraznos en almíbar), dulces de membrillo y batata, mermeladas, fruta escurrida, heladería y apicultura.

**Jarabe de glucosa:** es un jarabe obtenido por hidrólisis incompleta ácida o enzimática del almidón de maíz. Se presenta en forma de solución acuosa concentrada y purificada. Su composición es: 18% de dextrosa; 16% de maltosa y 66% altos sacáridos. Contenido de sólidos = 80%; pH 4,2/5,2; Viscosidad 140 cps; Densidad 1,42. Se lo utiliza principalmente en la

fabricación de caramelos, chicles, dulce de leche, jarabes medicinales, etc. En general es usado como un inhibidor de la cristalización.

**Dextrosa:** se obtiene por depolimerización completa del almidón y posterior refinamiento y cristalización. Es un polvo blanco o cristalizado soluble en agua. Se la utiliza en toda la industria alimenticia como fuente de carbohidratos de alta pureza y como vehículo para sabores y colores. Se emplea en chacinados, productos cárnicos, mermeladas, conservas, fermentación, helados y también en la industria farmacéutica.

**Maltosa:** es un jarabe obtenido por hidrólisis enzimática. Se usa en caramelería y en la fabricación de cerveza.

**Colorante caramelo:** es un producto colorante obtenido por cocción bajo condiciones especiales. Destinado a las bebidas cola y a determinados alimentos y bebidas a los cuales confiere color.

### **Otros productos**

**Maltodextrina:** es un polímero de dextrosa obtenido a partir del almidón por procesos enzimáticos. Es un polvo blanco. Composición: dextrosa 1%, maltosa 3%, triosas y polisacáridos 96%. Se utiliza para una serie de ramas de la industria alimenticia aportando carbohidratos y realzando sabores.

**Almidones:** a partir de la lechada de almidón y su posterior secado se obtienen almidones estándar. Se emplea como aglutinante, gelificante (por su poder adhesivo) y encolante, en las industrias papelera, textil, alimentaria, de cartón corrugado, petrolífera, etc. García, (2006).



**Tabla 5**  
*Usos alimentarios del maíz en molienda húmeda.*

<b>Almidones</b>	<b>Jarabes</b>	<b>Gluten</b>	<b>Germen</b>	<b>Dextrosa</b>
Antibióticos, espinacas, alimentos para bebe, panadería, postre, alimentos precocidos, aderezos, sopas deshidratadas, cosméticos, levaduras, gomas de mascar, polvos para hornear, bebidas, productos confitería.	Panadería, productos malteados, salsas, quesos, leche condensada, frutas enlatadas, pastas de maní, sopas instantáneas, endulzantes, licores, gaseosas, chocolates, helados, mermeladas, pre mezclas,	Gluten feed, gluten mead, azúcares, aminoácidos.	Aceite, aderezo, salsas, mayonesa, margarina s, lecitinas. Productos farmacéuticos.	Jugos cítricos, productos Dietéticos, aromatizantes , Gelatinas, especies y preparados de mostaza, vinagre y vinos, prod. Destilados, frutas vegetales congelados, enlatados, bebidas carbonatadas.

Fuente: (Gracia, 2006).

### 1.1.5.2. La molienda seca

La molienda seca es el proceso en el que se separan las distintas partes que componen los granos de maíz. Se obtienen los siguientes productos: Maíz troceado, sémolas, grano de maíz partido como sustituto de la malta para la industria cervecera Snacks: productos de copetín obtenidos por extrusión (por ej. palitos de maíz), harina de maíz para polenta. Los productos obtenidos de la molienda seca en base a degerminación semi-húmeda son:

Trozos de endospermo gruesos, medios y finos. Su denominación y uso frecuente son Hominy, Gritz (copos y cereales para desayuno).

Sémolas. Según su calibración y su materia grasa pueden clasificarse en Sémolas para cervecería; Sémolas para expandidos (insumo para productos snacks); Sémolas para la elaboración de comidas, polenta; y Sémolas enriquecidas, fortificadas con vitaminas y minerales.

**Harinas.** Según su calibración (granulometría menor a 400 micrones) se obtiene: harina fina de maíz; harina para galletería; harinas para infantes, y harinas para pastas.

**Germen.** Destinado a la extracción de aceites crudos para su posterior refinación, o incorporado a sub-productos como factor de adición de altas calorías.

Salvado. Insumo para la elaboración de galletitas, snacks y otros productos panificados.

**Harina para alimentación animal.** Para la elaboración de alimentos balanceados. (Salinas Moreno, Saavedra Arellano, Soria Ruiz, & Espinoza Trujillo, 2008).

### 1.3 SOYA (*Glycine max.*)

La soja, originaria del norte y centro de China, ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente. Hacia el año 3000 A.C. los chinos ya la consideraban una de las cinco semillas sagradas junto con el arroz, el trigo, la cebada y el mijo.

En la India se promocionó su consumo a partir de 1735 y en el continente europeo se plantaron las primeras semillas provenientes de China en 1740 en Francia. Veinticinco

años más tarde, en 1765, se introdujo desde China y vía Londres en el continente americano, en Georgia, Estados Unidos. Ridner, et al, (2006).

La soya es la leguminosa que tiene mayor cantidad y mejor calidad de proteínas y por esto, se utiliza para fortificar productos a base de cereales como el maíz y el trigo. Las grasas son una fuente concentrada de energía para el organismo.

El aceite tiene aplicaciones en la industria de alimentos, destaca por su elevado contenido de ácido linoléico el cual, es esencial para el crecimiento y mantenimiento normal de la piel, además, contiene lecitina la cual posee ciertas propiedades curativas en los sistemas nervioso y cardiovascular. Los principales carbohidratos en el grano son sacarosa, rafinosa y estaquiosa, un área de preocupación en su uso es la flatulencia la cual se cree es causada por estos azúcares, aunque los niveles de estos compuestos en los productos derivados son tan bajos que no existe riesgo de flatulencia. Luna, (2007).

### 1.3.1 Clasificación taxonómica de la soja (*Glycine max.*)

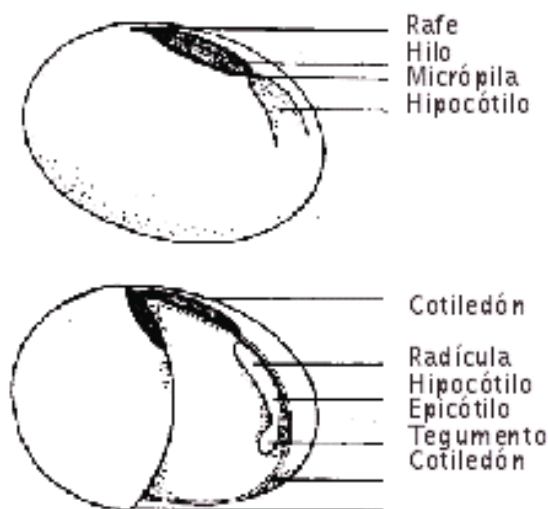
Valladares, (2010). Taxonómicamente está ubicado en la siguiente jerarquía:

Reino	:	Plantae
Subreino	:	Tracheobionta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnolipsida
Subclase	:	Rosidae
Orden	:	Fabales
Familia	:	Fabaceae
Subfamilia	:	Faboideae
Tribu	:	Phaseoleae

Sub tribu	:	Glycininae
Género	:	Glycine
Especie	:	<i>Glycine max.</i>

### 1.3.2 Morfología del grano de soja (*Glycine max.*)

El grano de Soja consiste en un embrión protegido por una cobertura seminal o tegumento. El embrión está compuesto por dos cotiledones y un eje embrionario (epicótilo, hipocótilo y radícula). Casini, (2011).

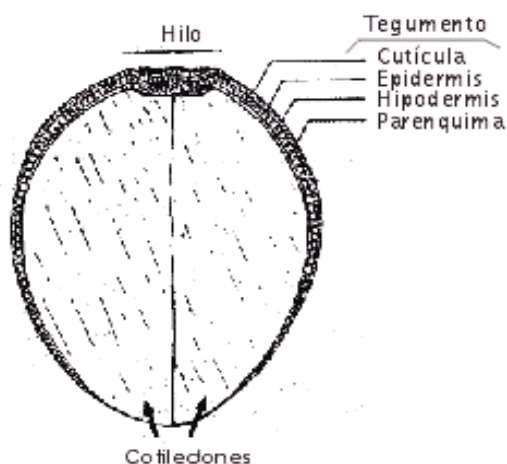


**Figura 6.** Estructura de semilla de soja.

Fuente: Casini, (2011).

Debido a la morfología del grano, la Soja posee el eje hipocótilo-radícula muy expuesto debajo del tegumento, por lo que el daño mecánico puede determinar la imposibilidad futura de germinar y la merma de peso por su desprendimiento. Este problema es de menor relevancia en aquellos granos que son morfológicamente frutos (Maíz, Girasol, Sorgo), ya que la menor exposición del embrión como resultado de la presencia de mayor cantidad de tejido materno, determina un mejor comportamiento. A causa de la estructura del grano Soja, su tegumento se

desprende fácilmente, siendo ésta otra causa de pérdida de peso, ya que los tegumentos desprendidos en general se pierden y los cotiledones se vuelven más frágiles. Casini, (2011).



**Figura 7.** Corte transversal de semilla de soja  
**Fuente:** Casini, (2011).

Normalmente, los granos más grandes son los más susceptibles al deterioro. Esto se debe a que la cantidad de tegumento está predeterminada genéticamente, independientemente del tamaño que tendrá el grano. Además de una condición genética, este tamaño depende de las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo. Casini, (2011).

### 1.3.3 Composición química del grano de soja (*Glycine max.*)

Se considera como oleaginosa debido a que tiene un alto contenido de grasa (20%), además contienen proteína (40%), hidratos de carbono (25%), agua (10%), y cenizas (5%). Desde un punto de vista comercial sus principales componentes son la proteína y la grasa. Luna, (2007).

**Tabla 6**  
*Composición en 100 gramos de soya.*

<b>Componentes</b>	<b>Grano (%)</b>
<b>Proteínas</b>	28.2
<b>Grasa</b>	18.9
<b>Carbohidratos</b>	35.7
<b>Cenizas</b>	5.5
<b>Fibra</b>	4.6
<b>Humedad</b>	11.7
<b>Energía (kcal)</b>	401

Fuente: INS-CENAN (2009).

### 1.3.4 Aminoácidos de la proteína de soja

La concentración proteica de la soja es la mayor de todas las legumbres. Pero no sólo es importante por la cantidad, sino que también lo es por su calidad. Por lo general, las proteínas provenientes de los alimentos de origen vegetal tienen un bajo contenido de aminoácidos sulfurados (metionina y cisteína). La soja, en cambio, contiene estos aminoácidos en cantidad suficiente para satisfacer los requerimientos de adultos. Ridner, et al, (2006).

**Tabla 7**  
*Aminoácidos de la soya y derivados de la soya (mg/g de proteína).*

<b>Aminoácidos Esenciales</b>	<b>Soja</b>	<b>Soja Protein Isolate</b>	<b>Soja Protein Concentrate</b>
<b>Histidina</b>	25	29	25
<b>Isoleucina</b>	48	53	46
<b>Leucina</b>	78	66	62
<b>Lisina</b>	61	84	77
<b>Metionina + Cisteína</b>	31	30	29
<b>Fenilalanina + Tirosina</b>	88	97	92
<b>Treonina</b>	43	39	39
<b>Triptófano</b>	15	14	13
<b>Valina</b>	52	51	48
<b>Total Proteínas</b>	28.2	80.7	63.6

Fuente: Ridner, et al, (2006).

### 1.3.5 Aplicaciones en la industria

Las semillas de la soya en las variedades más comunes de soya son casi esféricas, su peso promedio es de 120 a 180 mg de los cuales, la capa que las recubre contribuye con el 10% aproximadamente, los genotipos recolectados en el germoplasma varían en peso de la semilla desde 15 hasta más de 500 mg. Desrosier, N.W. y Desrosier, J.N., (1992).

A las plantas están unidas pequeñas vainas vellosas que contienen de 2 a 3 semillas, la forma y el tamaño de estas varían desde pequeñas y redondas, similares a chícharos o arvejas, hasta frijoles más largos y elongados. Su color va desde amarillo, café verde, hasta negro. El frijol se compone principalmente de epidermis, hipocotilo y dos coltiledones. La mayoría del frijol soya que se emplea para alimento es del Nro 2 y del tipo amarillo, que tiene un hilo o cicatriz amarilla en la semilla. Desrosier, N.W. y Desrosier, J.N., (1992).

Comisión Permanente de Investigación (2007). Los principales países productores de soya en el continente americano son: Estados Unidos, Canadá, Brasil, Argentina, Paraguay y Bolivia. Aunque en el hemisferio americano se produce más del 80% de soya (Estados Unidos y Canadá se produce 50% y en América Latina 34%), su utilización en la alimentación humana no se compara con los países orientales como China y Japón que son los países con mayor tradición en el consumo de soya, cuyas cifras anuales llegan a 12 y 5 millones de toneladas respectivamente.

El interés inicial de la soya en la industria se orientó hacia la utilización de aceite como sustituto de las grasas animales. La proteína de la soya se incluyó inicialmente en la alimentación animal a través del subproducto (torta) resultante

de la extracción del aceite o mediante procesos rudimentarios de cocción para eliminar los factores anti nutricionales.

Los aislados y concentrados de soya destinados a la alimentación humana se desarrollaron a partir del año 1950. En 1960, la nueva tecnología de extracción y extrusión permitió la producción de harinas y concentrados de soya texturizados para alimentos y productos análogos en alimentación humana.

### **Usos de proteína de soya.**

El principal consumo de las harinas es en alimentos horneados, seguidos por productos de carne, cereales para desayuno y alimentos infantiles.

Los ingredientes aislados son sustancias básicas de las fibras hiladas análogas a la carne y también se adicionan a los productos de carne molida para emulsionar y estabilizar la grasa. Otras aplicaciones son los alimentos infantiles y aglutinantes de las fibras de carne picada en las mezclas para guisos preparados.

Desrosier, N.W. y Desrosier, J.N., (1992).



**Tabla 8**  
*Usos de los productos de proteínas de soya.*

<b>HARINAS Y TRITURADOS</b>	<b>CONCENTRADOS</b>	<b>AISLADOS</b>
		Análogos de carne.
Productos horneados	Productos de carne	Salchichas cocidas.
Panes, rollos, bollos.	Salchichas cocidas.	Carne para almuerzo.
Donas.	Carne para almuerzo.	Alimentos infantiles.
Pan dulce.	Carnes molidas.	Mezclas para cacerolas.
Pastelería y galletería.		
	Cereales para	
Productos de carne	desayuno.	
Salchichas cocidas.	Alimentos infantiles.	
Carne para almuerzo.		
Hamburguesas		
Carne molida		
Cereales para desayuno		
Alimentos infantiles		
Productos de confitería		
Alimentos dietéticos.		

**Fuente:** Desrosier, N.W. y Desrosier, J.N., (1992).

#### 1.4 NUTRICIÓN.

Es la acción y efecto de nutrir o nutrirse. Nutrir es aumentar la sustancia del cuerpo animal o vegetal por medio del alimento, reparando las partes que se van perdiendo en virtud de acciones catabólicas.

Conjunto de procesos biológicos mediante los cuales determinadas formas de materia y energía del medio externo son captadas, transformadas y utilizadas por el organismo viviente a través de una incesante actividad , en virtud de la cual el organismo puede crecer, mantenerse, reproducirse y reponer las pérdidas materiales y energéticas ligadas al desarrollo de sus diversas actividades funcionales. Moreno, (2000).

## 1.5 ALIMENTO.

Son aquellas sustancias o productos de cualquier naturaleza que, por sus características, aplicaciones, componentes, preparación y estado de conservación son susceptibles de ser habitual e idóneamente utilizados para la normal nutrición humana. Astiasarán Anchia & Martínez Hernández, (2000).

## 1.6 PROTEÍNAS.

Indica que las proteínas constituyen componentes insustituibles de nuestra alimentación y suministran al organismo los aminoácidos y el nitrógeno necesario para la síntesis de las proteínas propias del organismo, como las combinaciones nitrogenadas. Los aminoácidos son imprescindibles para la neoformación histidica durante el crecimiento, el embarazo, formación de proteínas, estructuras de las células y su provisión de enzimas celulares y digestivas, hormonas, antígenos y anticuerpos, así como la síntesis de la hemoglobina.

Desde el punto de vista de la nutrición se considera dos clases de proteínas:

**Proteína completa:** es el nombre que se da a la proteína exógena que contiene todos los aminoácidos esenciales en cantidades suficientes, para asegurar el crecimiento y el mantenimiento (huevo, leche, carne)

**Proteína incompleta:** Es la proteína exógena que contiene una cantidad menor de aminoácidos que la que se requiere. Ridner & et al, (2006).

### 1.6.1 Calidad de proteínas.

Es una medición de la eficacia con que una proteína se usa para el crecimiento o para conservar funciones y depende ante todo de los aminoácidos esenciales que la integran.

La calidad de la proteína en la dieta está condicionada por diversos factores tales como: composición, aminoácidos, digestibilidad, aporte de nutrientes (vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales), aporte en energía total, la relación proteína energía (P/E), acción de la cocción, presencia de toxinas, desbalance de aminoácidos esenciales.

Las proteínas constituyen compuestos insustituibles de nuestra alimentación y suministrar al organismo los aminoácidos y el nitrógeno necesario para la síntesis propia del organismo, como las combinaciones nitrogenadas. Los aminoácidos son imprescindibles para la neo formación de proteínas estructurales de las células y su provisión de enzimas celulares y digestivas, hormonas, antígenos y anticuerpos así como la síntesis de la hemoglobina.

Son los constituyentes principales de los tejidos activos del organismo; el cuerpo depende de las proteínas de los alimentos, fuentes de estas sustancias indispensables; por lo anterior, la calidad y cantidad de estos compuestos en la dieta diaria tiene importancia primordial. FAO, (1992).

### **1.6.2 Aminoácidos.**

Indica. Un ácido orgánico que contiene un grupo amino básico ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ácido ( $\text{COOH}$ ); por consiguiente son anfóteros y existen en solución acuosa en forma de dipolos. Los 20 aminoácidos que se ha determinado como formadores de proteínas son alfa- aminoácidos (es decir, el grupo  $-\text{NH}_2$  está ligado al átomo de carbono contiguo al grupo  $-\text{COOH}$ ), éstos pertenecen a la serie L-. Muchos otros aminoácidos se hallan en estado libre en tejidos vegetales o animales.

Un aminoácido esencial es aquel que el cuerpo no puede sintetizar y es imprescindible para la supervivencia; son esenciales la isoleucina, fenilalanina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina.

Los aminoácidos no esenciales (alanina, glicina y aproximadamente una docena más) pueden ser sintetizados por el cuerpo en cantidades adecuadas. La arginina y la histidina son esenciales durante los periodos de intenso crecimiento. Gessner G. Hawley, (1985).

### **1.6.3 Influencia de la harina y pedacería de soya en los productos.**

La harina se diferencia de la pedacería de soya en base al tamaño de la partícula. Los trozos gruesos, medianos y finos, tienen una medida en tamiz de 10 a 20, de 20 a 40, de 40 a 80. Las harinas que atraviesan tamices de 100 son muy finas.

Las harinas y la pedacería también difieren en la cantidad de tratamientos térmicos de las harinas y de la pedacería desnaturaliza a las proteínas.

Las harinas comestibles se fabrican a partir de frijol de soya amarillo N° 1 y 2, bajo condiciones sanitarias, se trata el frejol con vapor para inactivar las enzimas, quebrando, descascarando y moliendo. Desrosier, N.W. y Desrosier, J.N., (1992).

### **1.6.4 Biodisponibilidad.**

Por disponibilidad se entiende el grado de actividad o cantidad de un nutriente u otra sustancia que alcanza el tejido para ejercer su acción. Habitualmente se emplea el termino biodisponibilidad en nutrición para referimos al porcentaje de un determinado nutriente presente en un alimento, que un organismo es capaz de absorber.

El grado de biodisponibilidad varía con numerosos factores:

Factores dietéticos, cantidad total del nutriente en la ingesta (una elevada concentración del nutriente en la ingesta produce un descenso de su absorción), forma química del compuesto (no todas las formas químicas de los nutrientes tienen la capacidad de ser absorbidas por el organismo, habitualmente las formas orgánicas son mejor asimiladas, que las formas inorgánicas y existen para determinadas formas mecanismos de especificados de absorción), interacciones dietéticas (dependiendo del nutriente existen lugares activos de absorción, desnaturalización o inactivación de nutrientes, quelación, modificaciones del medio que potencian o inhiben la absorción).

Factores fisiológicos, estado de desarrollo fisiológico (el grado de absorción de nutrientes varía a lo largo de la vida, siendo en mayor porcentaje durante el periodo de crecimiento), estatus nutricional (en estados de penuria nutricional la capacidad absorptiva varía), estado de salud, gestación o lactación, adaptación a cambios de la dieta. Astiasaran y Martinez, (2000).

### **1.6.5 Calidad de la proteína de los alimentos**

Para evaluar la calidad de la proteína de los alimentos se utilizan diferentes métodos, que podemos dividir en:

**a) Valor biológico (VB).**

**b) Utilización proteica neta (NPU).**

**c) Relación de eficacia proteica (PER):** Es un método biológico que se utiliza para evaluar la calidad de las proteínas de los alimentos para lactantes.

**d) Score de aminoácidos corregido por la digestibilidad proteica (PDCAAS):** Es un método químico que se utiliza para evaluar la calidad de las proteínas de los

alimentos para niños mayores de 2 años y adultos. Inicialmente, la calidad proteica se evaluaba por el PER. Este método subestima la calidad de las proteínas, particularmente las de origen vegetal, ya que su evaluación se basa en el crecimiento de roedores de laboratorio. Debido a que estos animales tienen un requerimiento mayor de aminoácidos azufrados (50% mayor que el hombre), al evaluar la proteína de soja por este método, la calidad resultaba inferior. A comienzos de la década de los años 90, la Food and Drug Administration – Administración de Alimentos y Drogas– (FDA), así como la Asociación de Agricultura y Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establecieron como método oficial de evaluación el Score de Aminoácidos Corregido por Digestibilidad Proteica (PDCAAS). El método hace referencia al Score de aminoácidos (basado en los requerimientos de aminoácidos para niños de 2 a 5 años), y corregido por la digestibilidad, de manera tal de obtener un valor y conocer la calidad de la proteína en estudio. FAO, Evaluación de la calidad de las proteínas , (1992).

#### **1.6.6 PDCAAS.-Escore de Aminoácidos Corregido por Digestibilidad**

En la actualidad el método sugerido para evaluar la calidad proteica es la calificación del cómputo químico o escore de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica (protein digestibility corrected amino acid score) o PDCAAS. Este método fue propuesto en 1991 por la FAO y ha reemplazado al PER como la norma para calcular el porcentaje del valor diario de proteína en el rotulado de los alimentos para adultos y niños mayores de un año de edad. Para cumplir con los requerimientos proteicos más rigurosos, el PDCAAS compara el perfil de aminoácidos de una proteína en estudio con las necesidades del niño

mayor a un año que representan los requerimientos más exigentes de los diferentes grupos etarios a excepción de los lactantes que se comparan con la leche humana. El PDCAAS más alto que puede recibir una proteína es 1.0. Las calificaciones por encima de 1.0 se nivelan pues todos los aminoácidos en exceso no son utilizados para síntesis de tejidos, sino que son desaminados y oxidados para ser utilizados en el metabolismo energético o almacenados como tejido adiposo. El PDCAAS se calcula multiplicando el valor correspondiente al score por el valor correspondiente a la digestibilidad FAO, Evaluación de la calidad de las proteínas , (1992).

PDCAAS = Score x Digestibilidad

**Tabla 9**

*Puntaje químico y escore de aminoácidos corregido por digestibilidad en alimentos de consumo habitual.*

<i>Alimento</i>	<i>Escore</i>	<i>PDCAAS*</i>	<i>AA</i>	<i>Alimento</i>	<i>Escore</i>	<i>PDCAAS*</i>	<i>AA</i>
	<i>%</i>	<i>%</i>			<i>%</i>	<i>%</i>	
Leche fluida y en polvo	100	95,00	No tiene	Durazno	64,0	54,40	Leucina, Isoleucina
Queso	100	95,00	No tiene	Fresa	41,6	35,36	Azufrados
Huevo	100	97,00	No tiene	Naranja	49,5	42,03	Leucina
Yema Huevo	100	97,00	No tiene	Sandia	54,9	46,67	Lisina
Clara huevo	100	97,00	No tiene	Banana	88,4	75,17	Lisina
Carne de Vaca	100	94,00	No tiene	Manzana	85,2	72,42	Azufrados
Carne de ave	100	94,00	No tiene	Uva	32,0	27,20	Isoleucina
Carne pescado	100	94,00	No tiene	<b>Frutas promedio</b>	<b>75,7</b>	<b>64,34</b>	<b>Lisina</b>
Merluza	100	94,00	No tiene	Dátil (fruta fresca)	37,3	31,66	Lisina
Atún	100	94,00	No tiene	Coco	83,3	70,83	Lisina
Crustáceos	100	94,00	No tiene	Palta/aguacate	83,6	71,06	Azufrados
Moluscos	100	94,00	No tiene	<b>Frutas secas promedio</b>	<b>65,9</b>	<b>48,09</b>	<b>Lisina</b>
Pescado (harina)	100	94,00	No tiene	Almendra	58,8	42,94	Lisina
Carne cordero	100	94,00	No tiene	Avellana	49,2	35,92	Azufrados
Carne cerdo	100	94,00	No tiene	Castañas Parí	40,9	29,92	Lisina
<b>Carnes Promedio</b>	<b>100</b>	<b>94,00</b>	<b>No tiene</b>	Pistacho	100	73,00	No tiene
Berenjenas	66,4	55,11	Azufrados	Arroz integral	79,0	60,85	Lisina
Coliflor	63,2	52,46	Sin datos	Arroz grano	77,1	66,27	Lisina
Escarola	44,0	36,52	Azufrados	Harina centeno	75,9	65,26	Lisina
Espárragos	79,5	65,94	Leucina	Harina trigo	49,8	47,81	Lisina
Espinaca	90,4	75,03	Azufrados	Harina de arvejas	55,6	43,34	Histidina
Hinojo	94,1	78,12	Lisina	Harina maíz	52,4	43,97	Lisina
Hongos	39,6	32,87	Azufrados	Harina de avena	66,9	56,16	Lisina
Lechuga	19,2	15,94	Sin datos	Girasol grano	70,6	60,71	Lisina
Pepino	36,8	30,54	Sin datos	Sorgo	53,3	45,86	Lisina
Repollito Bruselas	60,8	50,46	Azufrados	Trigo grano	54,5	46,88	Lisina
Repollo	74,8	62,08	Azufrados	Trigo germen	100	81,00	No tiene
Tomate	47,2	39,18	Azufrados	Trigo Salvado	77,4	66,61	Lisina
Calabaza	34,4	28,55	Azufrados	Maíz	72,2	56,28	Lisina
Cebolla	47,2	39,18	Azufrados	Arvejas	95,2	74,26	Azufrados
Remolacha	100	83,00	No tiene	Porotos	55,6	43,37	Azufrados
Zanahoria	89,6	74,37	Lisina	Garbanzos	100	78,00	No tiene
Chaucho	88,8	73,70	Azufrados	Haba	66,0	51,48	Azufrados
<b>Hortalizas promedio</b>	<b>88,5</b>	<b>73,4</b>	<b>Histidina</b>	Lenteja	81,2	63,34	Azufrados
Papa	85,0	70,55	Histidina	Soja grano	100	78,00	No tiene
Batata	69,2	57,44	Azufrados	Soja, bebida a base de	100	86,00	No tiene
Maíz grano	57,1	48,50	Lisina	<b>Cereales y derivados</b>	<b>68,8</b>	<b>58,50</b>	<b>Lisina</b>
<b>Tubérculos promedio</b>	<b>89,4</b>	<b>74,2</b>		<b>(promedio)</b>			

Fuente: FAO, (1992).

## 1.7 GRASA.

Cualquiera de los ésteres glicéridos de ácidos grasos más altos tales como el ácido esteárico o palmítico y sus mezclas son sólidos a temperatura ambiente. Son ejemplos la manteca y el sebo, no hay diferencia química entre una grasa o un aceite, la única diferencia está en que las grasas son sólidas a temperatura ambiente y los aceites son líquidos. Los aceites están compuestos en gran parte de glicéridos de los ácidos grasos, principalmente de ácido oleico, palmitico, esteárico, y linoleico. Como regla, cuanto más hidrogeno contiene en su molécula más espeso es. Es la fuente más concentrada



de energía alimenticia. Un gramo de grasa proporciona 9 calorías aproximadamente; y 1 gramo de carbohidratos proporciona 4 calorías. (Marín, 2008).

### **1.8 VITAMINAS.**

Las vitaminas desempeñan una función importante para asegurar una buena salud y casi todas las vitaminas, deben ser obtenidas ya sea de los alimentos o suplementos alimenticios. Marín, (2008).

### **1.9 CARBOHIDRATOS.**

Los carbohidratos son sustancias llamadas también hidratos de carbono, los cuales son sustancias formadas por tres elementos: Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. Es el grupo más abundante de los nutrientes constituidos por azúcares y otros compuestos más complejos; constituyen la mejor fuente de energía bajo la forma de azúcar y derivados, granos de cereales, leguminosas secas, tubérculos y raíces. Su consumo alcanza cifras del 80 al 90% en la alimentación de los países en desarrollo.

Los carbohidratos son la principal fuente de alimento para los habitantes del mundo porque son los más baratos, que se obtienen con mayor facilidad y que se digieren mejor de todos los nutrientes. Se clasifican como simples o complejos.

Todos los carbohidratos están compuestos de moléculas de azúcares, ordenadas en diferentes enlaces glicosídicos. El orden de estos enlaces y las moléculas así enlazadas determinan la clasificación del carbohidrato.

Tanto los monosacáridos como los disacáridos son carbohidratos simples, carbohidratos complejos, como los que se encuentran en la pasta, contienen almidones de polisacáridos ramificados llamados amilopectina, así como de fracción lineal

llamado amilasa. La proporción de estos dos almidones en el carbohidrato determina una característica de cocción. Marín, (2008).

### **1.10 FIBRA.**

Es un carbohidrato complejo que se encuentra en las paredes de las células de plantas. La fibra es importante para la nutrición humana por su capacidad de “mover” los alimentos por el cuerpo humano y ayudar a eliminar productos de desecho de la digestión (Marín, 2008).

### **1.11 MEZCLAS ALIMENTICIAS**

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). Los granos andinos se prestan ventajosamente para realizar mezclas con leguminosas o cereales. Se recomienda una proporción de 1 parte de leguminosas y 2 partes de granos, cereales o tubérculos (FAO, 1992).

Según (FAO, 2002) 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.

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.

En muchos países en desarrollo se han desplegado por largo tiempo grandes esfuerzos para idear mezclas alimenticias de calidad elevada que suministren los nutrientes, sobre todo proteínas, que se obtienen de los productos alimenticios de origen animal. La mayoría de esos alimentos tienen un contenido relativamente elevado de proteínas, con una buena composición de aminoácidos que en alguna medida puede corregir la deficiencia de éstos a condición de que se consuman en cantidad suficiente. FAO, Evaluación de la calidad de las proteínas , (1992)

Existen 22 aminoácidos que conforman las proteínas y que son fisiológicamente importantes. El organismo sintetiza 14 a partir del adecuado suministro de nitrógeno, y los que no pueden ser sintetizados (aminoácidos esenciales) a la velocidad y cantidad requerida, son suministrados a través de ciertos alimentos en la dieta. Ellos son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, valina, triptófano. FAO/OMS (2002).

La calidad de una proteína depende de la concentración de aminoácidos esenciales y la digestibilidad de la proteína. Si al evaluar ambos factores están en menos del 100 % significará que habrá que corregir el aporte de proteína, aumentando su cantidad para compensar la menor utilización biológica. INS C. , (2009).

Las mezclas alimentarias consisten en combinar dos o más alimentos, que ayudan a satisfacer los requerimientos de macro nutrientes (proteínas, carbohidratos, grasas) y micronutrientes (vitaminas y minerales) que el organismo necesita. Al combinar dos

alimentos que son un cereal con una leguminosa se forma una proteína de muy buena calidad similar a la del huevo, pescado o la leche. FAO, Evaluación de la calidad de las proteínas, (1992)

#### **1.11.1 Mezclas de alimentos de elevada calidad**

Las proteínas biológicamente incompatibles son aquellas que tienen uno o más aminoácidos esenciales que limitan la síntesis de proteínas tisulares, disminuyendo su utilización. FAO, Evaluación de la calidad de las proteínas, (1992).

El desarrollo cognitivo, mantenimiento fisiológico y resistencia a las infecciones y entre ellas están las vitaminas del complejo B, vitamina A, C, D, E entre otras y los minerales como el hierro, calcio, yodo. En 1987 la Dirección de Alimentación y Nutrición del Ministerio de Salud y Previsión Social ha realizado un "Estudio sobre mezclas de cereales y leguminosas de producción local como una alternativa para mejorar la desnutrición proteico y calórica". Se identificaron los cereales y leguminosas producidas en las regiones del altiplano, valle y llano de los cuales se formularon 15 muestras vegetales, se estableció la calidad de cada una de las mezclas utilizando como referencia el computo de aminoácidos de la FAO/OMS (1971) de cuyos resultados se seleccionaron las mezclas que representaron los valores más altos. (INS C. , 2009)

Los cereales presentan una importante fuente de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), y sus niveles son adecuados para compensar los bajos valores existentes en las leguminosas. Es por esto, que ciertas combinaciones de cereales y leguminosas pueden ser muy convenientes desde el punto de vista nutricional. Al formularlos en mezcla se puede obtener un incremento en el balance aminoacídico; por lo tanto, el ingerir cereales y leguminosas juntos, proporciona la calidad de la

proteína consumida un valor superior al obtenido si se ingirieran por separado.  
(Bressani, Elias, Santos, Navarrete, & Scrimshaw, 1960)

### **1.11.2 Principios de formulación de una mezcla alimenticia**

Los métodos para formular las mezclas según Bressani, Elias, Santos, Navarrete, & Scrimshaw, (1960) son los siguientes:

El 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 1985), FNB/USA, (2002), REEDS, (2004), MILLWARD, (1999).

**Tabla 10**

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

<b>Patrón de composición (mg AA/ g proteína)</b>							
	FAO OMS UNU 1985 Adultos	FAO OMS UNU 2001 Adultos	FNB/ USA 2002	Reeds Comité Expertos 2004 1 a 4 años	Reeds Comité Expertos 2004 10 a 14 años	Reeds Comité Expertos 2004 14 a 18 años	Millwar d 1999 adultos
<b>Histidina</b>	16		18				
<b>Isoleucina</b>	13	29	25	36	32	30	30
<b>Lisina</b>	16	45	55	63	58	53	31
<b>Leucina</b>	19	59	47	52	47	42	33
<b>Met + Cys</b>	17	20	25	32	28	26	27
<b>Phen + Tyr</b>	19	59	47	52	47	42	33
<b>Treonina</b>	9	23	27	43	36	34	26
<b>Triptófano</b>	5	8	7	11	9	8	6
<b>Valina</b>	13	38	32	40	36	32	23

**Fuente:** FAO/OMS, (1985), FNB/USA, (2002), REEDS, (2004), MILLWARD, (1999).

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 se muestran en el Cuadro 11, establece algunos requerimientos nutricionales para la elaboración de mezclas alimenticias instantáneas para una población de mayor riesgo.

**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. Se asume que la ganancia de peso del animal es exclusivamente debido al aporte de la proteína de alimento, lo cual no es necesariamente válido pues a veces se puede provocar una mayor retención de agua o grasa en el animal. 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).<sup>34</sup> 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. 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/UNU 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). El SQ se expresa como sigue:  $SQ = \text{mg de aa en 1 g de N de la proteína del alimento estudiado} \times 100 \text{ mg de aa en 1 g de N de la proteína de referencia}$

**Tabla 11**

*Contenido de macronutrientes.*

<b>Componente</b>	<b>% de la ingestión de energía</b>
<b>Grasas</b>	20-35
<b>Carbohidratos</b>	45-65
<b>Proteínas</b>	10-35
<b>Energía total (100 gr)</b>	Min. 400 kcal.

Fuente: Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002

## 1.12 PROCESO DE EXTRUSIÓN COCCIÓN DE ALIMENTOS

### 1.12.1 Principios básicos de la cocción-extrusión.

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, de acuerdo a las características de funcionamiento normales de 5 tipos de extrusores y sus características funcionales se muestran en Cuadro 09. 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 y 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.

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 y reorientación 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 y 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. (Harper y Jansen 1988). Según Miller (1990) citado por 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. Fellows (1994), define que la extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura y color de bouquet. Harper (1981).

### 1.12.2 Ventajas de la cocción-extrusión de alimentos.

Presentan una lista de ventajas de los modernos extrusores que hacen que se difundan en la industria de alimentos:

- 1) **Versatilidad.-** Puede producirse una amplia variedad de alimentos sobre el mismo sistema extrusor básico, usando numerosos ingredientes y condiciones de proceso.
- 2) **Alta Productividad.-** Un extrusor provee un sistema de procesamiento continuo de capacidad de producción mayor que otras formas de sistema.
- 3) **Bajo Costo.-** Los requerimientos de trabajo y espacio por unidad de producción son más pequeños que otros sistemas de cocinado.
- 4) **Productos de Alta Calidad.-** El proceso HTST minimiza la degradación de los nutrientes del alimento, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización del almidón disminuye la desnaturalización de la proteína. El tratamiento HTST destruye factores indeseables en los alimentos. Algunos factores desnaturalizabas térmicamente son compuestos antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemaglutininas, gossipol y enzimas indeseables tales como las lipasas o lipoxigenasas y microorganismos.

5) **Ahorro de Energía.**- Los sistemas de procesamiento operan a humedades relativamente bajas para producir la cocción. Los bajos niveles de humedad reducen la cantidad de calor requerido para la cocción y secado del producto.

Producción de Nuevos Alimentos.- La extrusión puede modificar proteínas vegetales y otros materiales alimenticios para producir nuevos productos alimenticios.

6) **No Genera Afluentes.**- La cadena de efluentes del proceso es una ventaja importante, debido al severo control de las plantas procesadoras de alimentos para prevenir riesgos de contaminación ambiental. Harper, (1981).

### 1.12.3 Efecto de la cocción-extrusión sobre el valor nutricional.

Según Bjorck y Asp. (1983), al igual que otros procesos para el tratamiento térmico de alimentos, la cocción-extrusión tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre el valor nutricional.

**Efecto sobre las proteínas.** Linko (1981), menciona que a las temperaturas normales de cocción-extrusión (125-250°C) y presiones de 2-20 MPa, el material proteico se convierte en una masa plastificada sin pérdida de humedad, la estructura se reorienta y la masa finalmente es forzada a través de un dado para formar un producto semiseco, con cavidades abiertas y estructura conformada por cuerdecillas entrelazadas. Bjorck y Asp (1983), mencionan que el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard. • Inactivación de inhibidores de

proteasa. Bjorck y Asp (1983), manifiestan que la inactivación de los inhibidores de tripsina se incrementa con la temperatura de extrusión y el contenido de humedad, y a temperatura constante, aumenta con el tiempo de residencia y la humedad (a 153°C, 20% de humedad y un tiempo de residencia de 2 minutos, se puede inactivar un 89% del inhibidor de tripsina). Asimismo, mencionan que mientras se destruye la actividad ureasa y los inhibidores de tripsina, la lisina disponible varía poco. Molina citado por (Harper, 1981), encontró que la inactivación de inhibidores de tripsina puede efectuarse en un extrusor de bajo costo, a baja velocidad de alimentación y muchas restricciones en la boquilla.

Reacción de Maillard. Harper (1981), sugiere una reacción de primer orden para la pérdida de lisina en el proceso de extrusión, debido al corto tiempo de residencia que éste involucra. Según Bjorck y Asp (1983), la reacción de Maillard se favorece con el aumento de temperatura y reducción del contenido de agua ( $a_w = 0,3$  a  $0,7$ ), siendo las pentosas y la lisina los compuestos más reactivos. La reacción de Maillard causa la disminución de la digestibilidad de las proteínas, a la vez que reduce la disponibilidad de aminoácidos. Bjorck y Asp (1983), mencionan que en mezclas de cereales, la pérdida de lisina varía entre 32 a 80% a 170°C, 10 a 14% de humedad y velocidad de tornillo de 60 rpm. La geometría del tornillo no mejora la retención de lisina; sin embargo el incremento de humedad de 10 a 14% reduce significativamente la pérdida de lisina de 40 a 10% en mezcla de cereales/sacarosa. Un incremento de la temperatura de proceso, razón de compresión del tornillo y la velocidad del tornillo incrementan la degradación de lisina, mientras que un incremento de la humedad (por la ley de acción de masas) y el diámetro de la boquilla tienen efecto opuesto. Bjorck y Asp (1983), mencionan que el aumento de

la energía ingresada al extrusor reduce significativamente la disponibilidad de varios aminoácidos, siendo las pérdidas de 30% para la lisina, 21% para la arginina, 15% para la histidina, 13% para el ácido aspártico y 13% para la serina. En otro estudio realizado por Beaufrand et al., citado por Bjorck y Asp (1983), se determinó una considerable pérdida de arginina y menor grado de histidina, durante la cocción-extrusión de una mezcla de cereales.

**Efecto sobre los carbohidratos.** Linko (1981), reporta que la cocción-extrusión destruye la estructura organizada y cristalina del almidón, ya sea parcial o totalmente, dependiendo de la proporción relativa amilosa: amilopectina y de las variables de extrusión e imparte a los productos de almidón propiedades funcionales específicas. Gómez y Aguilera (1983), determinaron que la cocción-extrusión de almidón de maíz a bajos niveles de humedad, produce altas temperaturas y esfuerzos de corte y con ello la degradación del almidón y la formación de dextrinas. Según Harper (1981), basado en la estequiometría, de un enlace de molécula de agua por cada grupo hidroxilo disponible en el almidón, se requeriría un nivel mínimo de 25% de humedad. Bajos niveles de humedad son suficientes para interactuar con el almidón en la extrusión para formar una pasta. Mercier citado por Harper (1981), investigó la influencia de varias humedades bajas de proceso sobre la accesibilidad del almidón en cebada, maíz y sorgo para digestión enzimática *in vitro*. En otro estudio Derby et al. Citado por Harper (1981), encontró que muestras de harina de trigo calentadas a 100°C por 10 minutos hinchan cuando el nivel de humedad es de 33%. La presencia de azúcares y sales de sulfato restringen el incremento de volumen de los gránulos de almidón incrementado la temperatura de gelatinización. Gonzales (1991) y Harper (1981),

mencionan que durante el paso a través del extrusor, el material sufre la adición de calor y que junto a la hidratación permite que ocurra la modificación de la estructura de los gránulos de almidón, conocida como gelatinización. Este fenómeno conduce a otros cambios en las propiedades del almidón, tales como el aumento del índice de solubilidad en agua, aumento de la absorción de agua, digestibilidad del almidón o susceptibilidad al ataque enzimático

Lawton et al. Citado por Harper (1981), empleando un extrusor mono tornillo de laboratorio encontraron que las dos variables que influyen en mayor proporción sobre la gelatinización del almidón fueron la temperatura de la cámara (90-150°C) y la humedad (27-39%), siendo mayor la gelatinización a altas humedades y bajas temperaturas de cámara, velocidades altas del tornillo reducen la gelatinización debido a que disminuye el tiempo de residencia. Linko (1981), hace referencia que debido a la elevada presión y fuerza de cizalla establecido en la cocción-extrusión, se espera la ruptura de las uniones de la sacarosa, rafinosa y las uniones  $\alpha$  1-4 de las malto oligosacáridos y del almidón. El incremento de temperatura y la disminución de los niveles de humedad, incrementa el número de uniones rotas. En lo que respecta a las modificaciones de sus propiedades funcionales Kokini (1992) y Linko (1981), mencionan que el proceso de extrusión tiende a reducir el índice de solubilidad del nitrógeno, en función directa con la temperatura, debido a que causa agregación por formación de enlaces hidrofóbicos en las subunidades adyacentes. Gómez y Aguilera (1983), proponen un modelo para la degradación del almidón de maíz, asumiendo la existencia de tres estados puros: crudo, gelatinizado y dextrinizado; con estados intermedios que incluyen gránulos dañados mecánicamente, polímeros libres y oligosacáridos y azúcares. Los

diferentes estados en que el almidón es encontrado en los extruídos, dependen de la temperatura, el perfil de velocidad y las gradientes de cortes en el tornillo

**Efecto sobre los lípidos.** Bjorck y Asp (1983), mencionan que el valor nutricional de los lípidos durante el procesamiento puede ser afectado a través de diferentes mecanismos tales como la oxidación, la isomerización cis-trans o hidrogenación. La cocción- extrusión reduce el contenido de monoglicéridos y ácidos grasos libre por formación de complejos con la amilosa, haciéndolos menos utilizable. Eichner citado por Bjorck y Asp. (1983), menciona que la estabilidad de los lípidos en harina de soya completa disminuye con el incremento de la temperatura de extrusión, contenido de humedad y tiempo de residencia. Harper (1988), menciona que la extrusión de una mezcla de maíz y soya a 155° o 171°C a 15% de humedad, produce la conversión de 1-1,5% de dobles enlaces de la configuración cis a trans.

#### **1.12.4 Algunas características funcionales de los productos extruídos.**

Según Linko (1981) en general los métodos empleados para caracterizar los productos extruídos incluyen pruebas físicas, grado de gelatinización del almidón o grado de cocción, desnaturalización de proteínas, inactivación de enzimas y modificación de lípidos.

##### **Pruebas Físicas.**

- a) **Índice de expansión.-** Expresada como una relación entre el área de la sección transversal del producto moldeado y el área del orificio de salida del dado, o simplemente por la relación de diámetros del producto y el dado.
- b) **Índice de absorción de agua (WAI).-** Constituye el peso del gel obtenido por gramo de muestra seca, fue originalmente desarrollado como una medida de la energía de esponjamiento o hinchamiento del almidón, alcanzando un máximo con



el grado de daño de los gránulos de almidón, disminuyendo con la dextrinización.

Mantiene una buena correlación con la viscosidad de la pasta fría.

- c) **Índice de solubilidad en agua (WSI).**- Constituye la cantidad de sólidos solubles en una muestra seca y es empleada como una medida de la dextrinización.
- d) **Gelatinización del almidón.**- (Bjorck y Asp 1983) mencionan que la gelatinización del almidón durante la cocción-extrusión, se incrementa con la temperatura. El aumento de la humedad de alimentación tiene efecto positivo a altas temperaturas, mientras que el aumento de la velocidad del tornillo y el diámetro de la boquilla reduce la gelatinización. (Bjorck y Asp, 1983) mencionan que la gelatinización ocurre a altos contenidos de humedad y bajas temperaturas o viceversa.

### **1.13 ALIMENTOS NUTRITIVOS ALTERNATIVOS A LA MALA NUTRICIÓN EN PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO (ANDINOS).**

#### **Necesidades nutricionales y posibilidades.**

Según (Harper, 1981), el problema de mal nutrición en los países en vías de desarrollo es bastante conocido, esto se debe, entre otras razones, a la falta de opciones de dietas bien balanceadas y de bajo costo. Este problema está determinado por dos aspectos deficitarios: energía y proteína.

Dentro de este aspecto, los cereales por su fácil cultivo y manejo representan una alternativa de energía por su alto contenido de carbohidratos y además por su contenido de proteínas (6-14%) puede permitir cubrir las necesidades proteicas; sin embargo debe considerarse que estas suelen ser deficientes en aminoácidos esenciales.

Una alternativa que se plantea a esta situación de deficiencia, es la fortificación de los alimentos con aminoácidos esenciales limitantes. Otros expertos sugieren la adición de mezclas de proteínas complementarias de origen vegetal, que permita obtener un balance adecuado de aminoácidos; esta última alternativa a cobrado adeptos, siendo la extrusión el procesamiento versátil y económico para obtención de estos productos. **(Harper, 1981)**.

**(Harper, 1981)**, menciona que la manufactura de alimentos infantiles en países en vías de desarrollo mediante la tecnología de procesamiento adecuada, tiene las siguientes ventajas:

- ✓ Provee un mercado para la agricultura creciente, evitando la caída de los precios, típicamente asociado con alimentos importados de ayuda alimentaria.
- ✓ Provee empleo local y sirve de base para el desarrollo de industrias a pequeña escala.
- ✓ Reduce el costo de transporte asociado con el movimiento de alimentos manufacturados sobre largas distancias.
- ✓ Permite la formulación y procesamiento de alimentos de acuerdo a los hábitos alimentarios locales.
- ✓ Minimiza el costo de empaque dado que el producto no tiene que recorrer grandes distancias antes de su consumo.

#### **1.14 EVALUACION SENSORIAL**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a

aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

Entre las características sensoriales se pueden mencionar Espinosa Manfug-s, (2007).

- 1) **Apariencia:** color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- 2) **Olor:** los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.
- 3) **Gusto:** dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente también metálico, astringente y otros) que se percibe en la lengua y cavidad bucal.
- 4) **Textura:** las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad, consistencia, arenosidad, cohesividad, adhesividad, entre otras.
- 5) **Sonido:** aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

#### 1.14.1 Percepción sensorial

La percepción se define como “la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial”. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos. J. Sancho (2002).

La percepción se define como: “La capacidad de la mente para atribuir información sensorial a un objeto externo a medida que la produce”.

Entonces la valoración de un producto alimenticio se percibe a través de uno o de dos o más sentidos. La percepción de cualquier estímulo ya sea físico o químico, se debe principalmente a la relación de la información recibida por los sentidos, denominados también como órganos receptores periféricos, los cuales codifican la información y dan respuesta o sensación, de acuerdo a la intensidad, duración y calidad del estímulo, percibiéndose su aceptación o rechazo. J. Sancho (2002).

Los estímulo se clasifican en:

Mecánicos

Térmicos

Luminosos

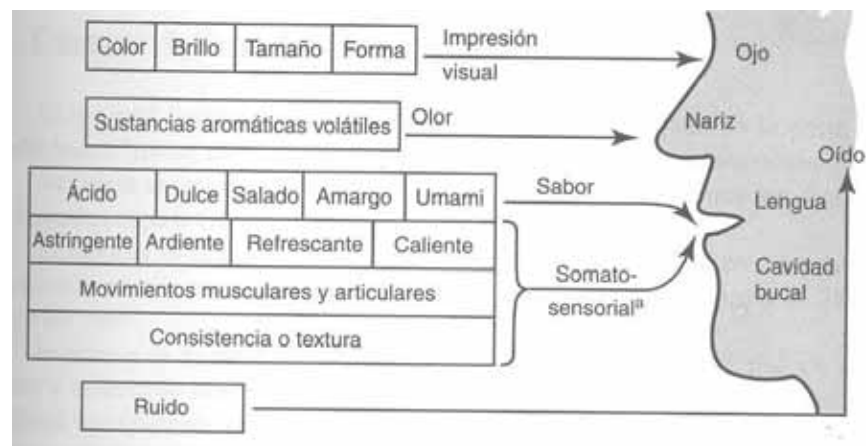
Acústicos

Químicos

Eléctricos

La secuencia de percepción que tiene un consumidor hacia un alimento, es en primer lugar hacia el color, posteriormente el olor, siguiendo la textura percibida por el tacto, luego el sabor y por último el sonido al ser masticado e ingerido.

El catador y/o el consumidor final, emite un juicio espontáneo de lo que siente hacia una materia prima, producto en proceso o producto terminado, luego expresa la cualidad percibida y por último la intensidad. Entonces si la sensación percibida es buena de agrado o si por el contrario la sensación es mala, el producto no será aceptado, provocando una sensación de desagrado. Las diferentes percepciones de un producto alimenticio se presentan en la figura 8. J. Sancho (2002).



**Figura 8.** Sensograma.

**Fuente:** J. Sancho. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos. 2002.

### 1.14.2 Pruebas de satisfacción

#### a) Principio de la prueba de escala hedónica verbal

Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser impares con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta. J. Sancho (2002).

#### b) Principio de la prueba de escala hedónica facial o gráfica

La escala gráfica, se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no es muy confiable ya que les resulta ser un tanto infantiles.

Ventajas

La escala es clara para los consumidores

Requiere de una mínima instrucción

Resultado de respuestas con más información

Las escalas hedónicas pueden ser por atributos

El análisis estadístico se realiza con el ANOVA clásico o método de los rangos de Tukey Cuando se trata de dos muestras se pueden comparar las puntuaciones totales mediante un t-Student.

Casos en los que se aplica:

Desarrollo de nuevos productos

Medir el tiempo de vida útil de los productos

Mejorar o igualar productos de la competencia

Preferencia del consumidor

Partir del momento en que se pide al catador que emita una opinión o juicio se le eleva a la categoría de juez sensorial.

**1) Juez experto o profesional**

Trabaja solo y se dedica a un solo producto a tiempo preferente o total

**2) Juez entrenado o panelista**

Miembro de un equipo o panel de catadores con habilidades desarrolladas, incluso para pruebas descriptivas que actúa con alta frecuencia (7-15 jueces por panel)

**3) Juez semientrenado o aficionado**

Persona con entrenamiento y habilidades similares a las del panelista. Que sin tomar parte de un equipo estable, actúa en pruebas discriminatorias con cierta frecuencia. (10-20, máximo 25 jueces por panel).

**4) Juez consumidor o no entrenado**

Persona sin habilidades especiales para la cata, que se toma al azar o con un cierto criterio para realizar pruebas de aceptación. (Panel de 30-40 jueces como mínimo).

J. Sancho (2002).

Tabla 12

## Tipos de pruebas de evaluación sensorial.

Prueba	Clases	Características	Cuando utilizar	Tipo y número de jueces
Afectiva	1. Preferencia 2. Aceptación 3. Escala Hedónica: Verbal o gráfica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es subjetiva</li> <li>• Presenta mayor variabilidad</li> <li>• Los resultados son más difíciles de interpretar</li> <li>• Las apreciaciones cambian con: el tiempo, práctica, instrucciones, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se desea conocer si la muestra o producto gusta o disgusta</li> <li>• Es aceptado o rechazado</li> <li>• Se prefiere a otro</li> <li>• Desea adquirirla o No</li> <li>• Grado de satisfacción producida</li> </ul>	<p>Se requieren un mínimo De 30 jueces Consumidores Habituales</p> <p>O Potenciales Sin entrenamiento en Técnicas Sensoriales y Sin ninguna relación con el proceso o investigación</p>
Discriminativa	1. Apareada simple 2. Dúo – Tríó 3. Triangular 4. Comparación Múltiple 5. Ordenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es Objetiva – Analítica</li> <li>• No se requiere conocer la sensación subjetiva</li> <li>• La posibilidad de desarrollar nuevos métodos han sido agotados</li> </ul>	<p>Para establecer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniformidad de la calidad</li> <li>• El efecto de cambios en Materias primas, procesos, empaques</li> <li>• Diferencias entre dos o más muestras</li> <li>• Magnitud e importancia de las diferencias</li> <li>• Aptitud de jueces, selección entrenamiento y seguimiento</li> </ul>	<p>Se requiere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De 12 – 20 jueces Semi - entrenados para pruebas sencillas</li> <li>• 7 – 12 jueces entrenados para pruebas más complicadas</li> </ul>
Descriptivas	1. Escala no estructurada 2. Escala estructurada 3. Escala Estándar 4. Estimación de magnitud 5. Perfiles Sensoriales 6. Relaciones Psico-Físicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es Objetiva - Analítica</li> <li>• Son más difíciles de realizar</li> <li>• Proporciona mucha mayor información</li> <li>• Tiene un mayor potencial de desarrollar nuevos métodos</li> <li>• La interpretación de los resultados es más laborioso</li> </ul>	<p>Permite:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir y medir propiedades de los alimentos</li> <li>• Conocer la magnitud o intensidad de los atributos del producto</li> <li>• Describir el producto</li> <li>• Establecer la dirección de las diferencias</li> </ul>	<p>Se requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jueces que han recibido entrenamiento más intenso</li> <li>• Jueces con experiencia en productos específicos</li> <li>• Jueces con habilidad para comunicar y describir atributos.</li> </ul>

Fuente: (Ibañez Moya & Barcina Angulo, 2001).

## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS

#### 2.1 LUGAR EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación fue desarrollado en las siguientes instalaciones y laboratorios:

- Agroindustrias Vitagen E.I.R.L. Proceso de extrusión y envasado.
- Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Facultad de Ciencias. Análisis físico, químico, digestibilidad y microbiológico.
- Institución Educativa 56003 pruebas de aceptabilidad

#### 2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

##### 2.2.1 Materias Primas.

- **Soya (*Glycine max.*)**, cosechada en junio del 2015, procedente de la provincia de la convención y proporcionada por la empresa Vitagen
- **Maíz grano (*Zea mays L*)**, de la variedad amarillo oro INIA 611 certificada, cosechada en junio del 2015, procedente del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), estación experimental Andenes Cusco.

##### 2.2.2 Materiales y Equipos

###### a) Para la obtención de harinas

###### 1) Molino de martillo

- Marca: Jarcon.
- Modelo : MMT-45SRX
- Capacidad: 200Kg/hr.
- Tamiz: N° 10



- Motor : 20 Hp
- N° de martillos 48 de acero inoxidable.
- Rpm. 1750
- Material: acero inoxidable.
- Fabricación: Lima Perú

## 2) Seleccionadora de granos

- Marca: Jime.
- Modelo : CVG 40-50 AC.
- Capacidad: 500 Kg/hr.
- mallas: 04 de acero inoxidable N°s 5/16,3/8,7/16 y ½ pulg.
- Motor : 0.5 Hp
- Fabricación: Lima Perú

## 3) Moronera o peladora de granos

- Marca: Jime.
- Modelo : MJ200
- Capacidad: 200 Kg/hr.
- Moronera de 8 piedras circulares.
- Motor : 7.5 Hp
- Fabricación: Lima Perú

### b) Para la obtención de alimento instantáneo extruido

#### 1) Mezcladora Horizontal

- Marca: Jarcon
- Modelo : MHT - 1000X
- Capacidad: 200 Kg/bach.

- Material: Acero Inoxidable calidad AISI 304-2B.
- Motor : 20 Hp
- Fabricación: Lima Perú

## 2) **Extrusora**

- Marca: Jarcon
- Modelo : ETT-1000X
- Capacidad: 400 Kg/hr.
- Material: Acero Inoxidable calidad AISI 304-2B.
- Motor principal: 75 hp.
- Motor de alimentador: 3 hp.
- Motor de la cortadora: 4 hp
- Motor del inyector de agua: 1hp
- Índice de gelatinización: 95-99%
- Fabricación: Lima Perú.

## 3) **Molino de martillo**

- Marca: Jarcon.
- Modelo : MMT-45SRX
- Capacidad: 200Kg/hr.
- Tamiz: N° 50
- Motor : 20 Hp
- N° de martillos 48 de acero inoxidable.
- Rpm. 1750
- Material: acero inoxidable.
- Fabricación: Lima Perú

- Clasificadora Marca GIME, modelo MJP150

4) **Transportador neumático**

- Marca: innova
- Modelo: MX-10T.
- Capacidad: 320kg/hr.
- Motor: 12 hp

5) **Termohigrometro**

- Marca: Control Company
- Modelo: 4040
- Fabricación: Estados Unidos
- Temperatura: rango de 0.0 a 50.0 °C
- Humedad: rango de 20 a 90%

6) **Balanza electronica**

- Marca: Excell
- Capacidad: 15 y 30 kg
- Fabricación: Japón
- Variación: 1 gramo.

7) **Mesa de trabajo**

- Marca: Innova
- Fabricación: Perú
- Superficie de trabajo: 2.4 x 1.2 m.
- Material: Acero Inoxidable.

8) **Cucharones**

- Marca: Innova

- Fabricación: Perú
- Superficie de trabajo: 2.4 x 1.2 m.
- Material: Acero Inoxidable.

9) **Selladora**

- Marca: Thimonier
- Fabricación: Japon
- Tamaño 30 y 50 cm.
- Material: Acero Inoxidable.

c) **Para la evaluación sensorial**

- Alimento extruido reconstituido
- Boletas
- Panelistas
- Calculadora
- Agua de mesa
- Servilletas de papel
- Lápices
- Vasos plásticos

## 2.3 OBTENCIÓN DE HARINAS

### 2.3.1 Obtención de harina de soya.

#### a) Recepción

La soya (*Glycine max*), utilizada en el trabajo de investigación fue adquirida a la empresa Vitagen, procedente de la provincia de la Convención, cosechada en el mes de junio del año 2015. La calidad recepcionada cumple con la norma de calidad para la comercialización de soya.

**Tabla 13***Análisis de calidad de la soya. (Grano entero)*

<b>COMPONENTE</b>	<b>RESULTADO (%)</b>
<b>Humedad</b>	13.00
<b>Materias extrañas</b>	0.50
<b>Granos quebrados y/o partidos</b>	4.00
<b>Granos dañados</b>	0.00
<b>Granos verdes</b>	0.00

Fuente: Análisis realizado por los autores.

#### **b) Selección**

Los granos de soya se seleccionaron en una maquina denominada **seleccionadora** de zarandas vibratorias separando los granos quebrados y materias extrañas.

#### **c) Descascarado**

Esta operación se realizó utilizando una maquina moronera de granos eliminando las cascarras de los granos de soya

#### **d) Molienda**

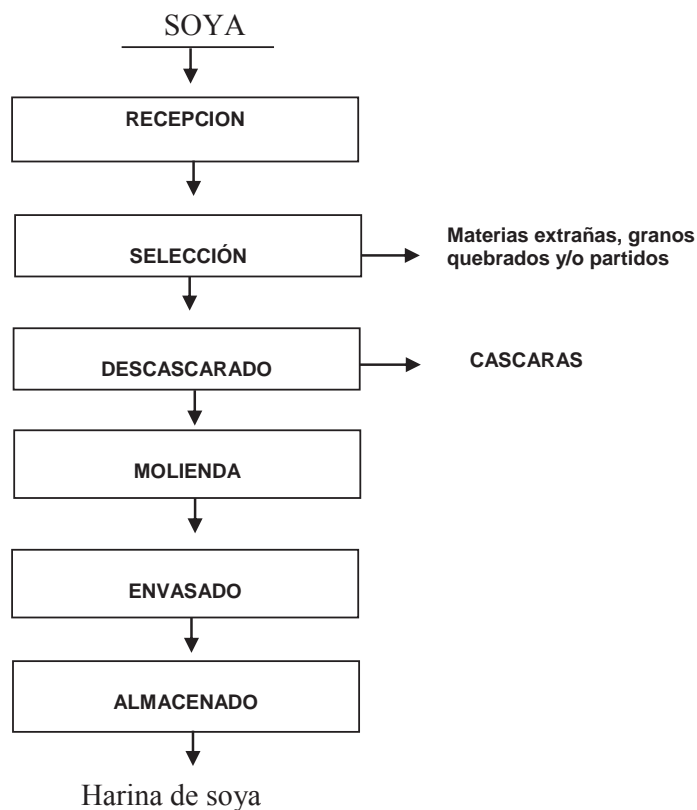
Los granos de soya seleccionados se trituraron en un molino de martillos, esta operación consiste en reducir el tamaño hasta alcanzar una partícula que pasa por una malla N° 10 con una abertura de tamiz de 2 mm. El extrusor trabaja en forma eficiente con este tamaño de partícula

#### **e) Envasado**

El envasado de la harina de soya se realizó en bolsas de polipropileno 16 por 24 pulgadas y 2.0 milímetros de espesor, con un contenido neto de 5 kilogramos c/u los mismos que se sellaron herméticamente al calor y rotulados.

#### f) Almacenado

El producto es colocado sobre parihuelas y almacenados en ambientes especialmente destinadas para este fin a una humedad relativa menor a 70% y temperatura no mayor a 20 °C, cumpliendo con Buenas Prácticas de Almacenamiento.



**Figura 9.** Diagrama de flujo para la obtención de harina de soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

#### 2.3.2 Obtención de harina de maíz.

##### a) Recepción

Maíz grano (*Zea mays L.*), de la variedad amarillo oro INIA 611, cosechada en junio del 2015, procedente del Instituto Nacional de Innovación Agraria, cumple con la calidad grado 1 de la Norma de Calidad para la comercialización de maíz amarillo duro.

**Tabla 14**  
*Análisis de calidad de maíz.*

<b>COMPONENTE</b>	<b>RESULTADO (%)</b>
<b>Humedad</b>	13.00
<b>Materias extrañas</b>	2.00
<b>Granos con defectos</b>	2.00
<b>Otros granos</b>	0.00
<b>Mezcla de variedades contrastantes</b>	1.00

**Fuente:** Análisis realizado por los autores.

**b) Selección**

Los granos de maíz se seleccionaron en una maquina seleccionadora de zarandas vibratorias separando los granos con defectos (quebrados) y en forma manual sobre una mesa de acero inoxidable los granos con defectos y las variedades contrastantes.

**c) Molienda**

La molienda del maíz se realizó utilizando molino de martillos y malla número 10, esta malla dejó pasar partículas menores e iguales a 2 mm.

**d) Envasado**

El envasado de la harina de maíz se realizó en bolsas de polipropileno 16 por 24 pulgadas y 2.0 milímetros de espesor, con un contenido de 5 kilogramos c/u los mismos que se sellaron herméticamente y rotularon.

**e) Almacenado**

El producto es colocado sobre parihuelas y almacenados en ambientes a una humedad relativa menor a 70% y temperatura no mayor a 20 °C, cumpliendo con Buenas Prácticas de Almacenamiento.



**Figura 10.** Diagrama de flujo para la obtención de harina de maíz.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

## 2.4 OBTENCION DE ALIMENTO INSTANTÁNEO.

### 2.4.1 Metodología para la selección de las formulaciones

Se formularon mezclas empleando proporciones variables de harinas de soya y maíz, expresadas en base seca haciendo uso de un algoritmo. Este consiste en la minimización de la diferencia entre la concentración de aminoácidos de la referencia. Recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002.), con la proveniente de la posible mezcla. Se procesaron 10 combinaciones. El algoritmo es el siguiente:

- a) Se fijó en 100% la proporción de harina soya y en 0% la proporción de harina de maíz.
- b) Se calculó el cómputo de aminoácidos de la mezcla utilizando Microsoft Excel para cada componente. Los aminoácidos considerados para este cómputo fueron



los siguientes: Fenilalanina, Tirosina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, y Valina. La mezcla luego fue evaluada mediante la predicción de calidad proteínica, calculándose el valor del cómputo de aminoácidos; así como la relación proteína-energía

- c) Se comparó el cómputo de aminoácidos de la mezcla con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002.), obteniéndose la diferencia y registrándola.
- d) Se disminuyó en 10% la proporción de harina de soya y se incrementó en igual cantidad la proporción de harina de maíz.
- e) Se repitió el paso “d” hasta que la proporción de harina de soya fue de 0%.
- f) Con los registros de las diferencias entre los cálculos de la composición química y el cómputo de aminoácidos se ubicó la formulación que registró la diferencia mínima.

#### **2.4.2 Programación lineal**

Permite optimizar proporciones de harinas de soya y maíz en la mezcla en base a restricciones que para el presente trabajo son:

- ✓ La concentración de los aminoácidos de la mezcla en ningún caso será menor al 85% del Patrón de Referencia del Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002).
- ✓ La energía proveniente de proteína será mayor o igual a 10 % y menor a igual a 35 % de la energía total.
- ✓ La energía proveniente de grasa será mayor o igual a 20% y menor o igual a 35%. De la energía total.
- ✓ La energía proveniente de carbohidratos será mayor o igual al 45% y menor o igual

al 65% de la energía total

- ✓ La energía total será mayor o igual a 400 Kcal en 100 gramo de alimento.

La función objetivo es encontrar una fórmula que cumpla con todas las restricciones en base a las harinas de soya y maíz, utilizando el programa solver.

### 2.4.3 Computo químico

Para evaluar el cómputo químico se utilizó como referencia lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002). Realizando cálculos de proteína, grasa, cenizas, carbohidratos y energía, usando la expresión:

$$\text{Computo químico} = \frac{\text{g de componente} \times \text{porcentaje en la mezcla}}{100}$$

### 2.4.4 Computo de aminoácidos

Para evaluar el cómputo de aminoácidos se utilizó como referencia lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002). usando la expresión:

$$\text{Computo de aa} = \frac{\text{mg de componente} \times \text{porcentaje en la mezcla}}{\text{mg de aminoácido en 1 g de proteína de la referencia}}$$

### 2.4.5 Calidad proteica score de aminoácidos corregido por digestibilidad PDCAAS

%

Se evaluó en la cantidad de proteica (PDCAAS%). Utilizando el método propuesto por la (FAO, 1992) emplea la siguiente ecuación para obtener los valores de PDCAAS%:

$$\text{PCAAS \%} = \text{Escore} \times \text{Digestibilidad}$$

## 2.5 PROCESO DE OBTENCION DE ALIMENTO INSTANTÁNEO

Luego de obtenerse la formulación optima de harina de soya y harina de maíz y la

selección de 2 formulas adicionales con una variación del 5%, se procedió a la elaboración de la mezcla nutritiva.

### **2.5.1 Pesado**

Se pesó cada uno de los componentes de acuerdo a las proporciones determinadas en la etapa de formulación utilizando una balanza electrónica de una capacidad de 15 kg.

### **2.5.2 Mezclado**

Los componentes ya pesados fueron vertidos en una mezcladora horizontal de acero inoxidable de 50 kg de capacidad. La homogeneidad en la mezcla se consiguió en un tiempo de 15 minutos.

### **2.5.3 Extrusión**

La extrusión provoca la gelatinización de los almidones. A fin de conseguir la modificación total de los almidones, según recomendaciones de Scarpati (1978), para el presente trabajo se usó 3 temperaturas de extrusión (tratamientos) estos fueron 160, 170, 180 °C.

La extrusión se realizó bajo las siguientes condiciones de trabajo:

Humedad	:	12.67%
Temperatura del extrusor	:	160, 170, 180 °C
Velocidad de rotación del tornillo	:	450 rpm
Velocidad de Alimentación	:	40 kg/hr.
Diámetro de la boquilla	:	0.5 cm.

#### **2.5.4 Enfriado y Secado**

Se realizó en un tambor rotativo, teniendo como finalidad la reducción de humedad hasta 4%, con la finalidad de realizar una molienda óptima.

#### **2.5.5 Molienda**

Se realizó con un molino de martillos marca Jarcon de acero inoxidable utilizando malla N° 50 (abertura de tamiz 300  $\mu\text{m}$ )

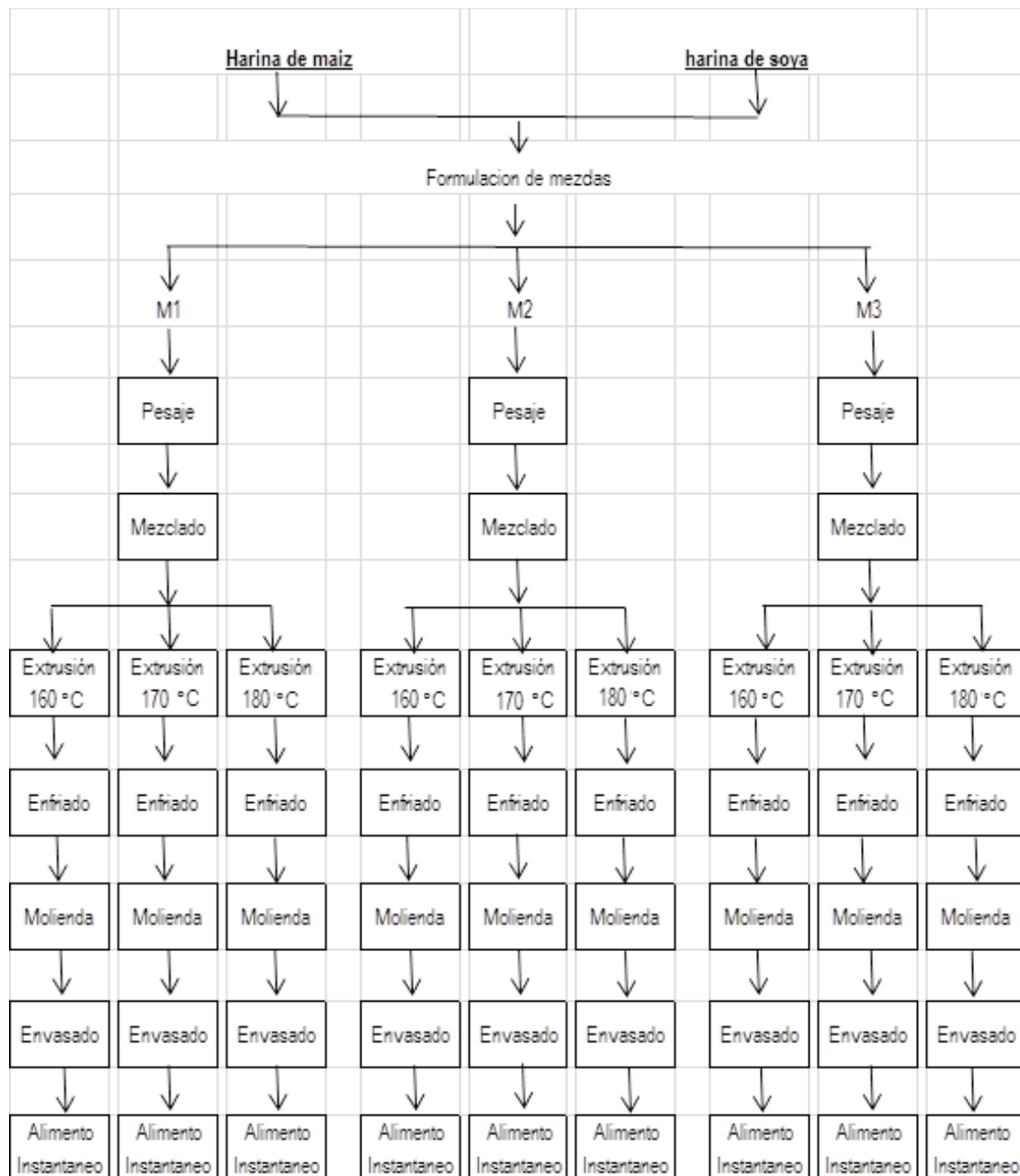
#### **2.5.6 Envasado**

La mezcla obtenida fue vertida en bolsas de polipropileno bilaminado que se sellaron con la selladora THIMONIER tipo JT 169, Francia, para luego ser colocadas en bolsas de papel.

#### **2.5.7 Almacenado**

El producto es colocado sobre parihuelas y almacenados en ambientes especialmente destinadas para este fin, libres de humedad, que cuentan con medidas de seguridad, saneamiento, respetando las Buenas Prácticas de Almacenamiento de acuerdo a la Resolución Ministerial 007-98 DIGESA.

### 2.5.8 Diagrama para la obtención de alimento instantáneo



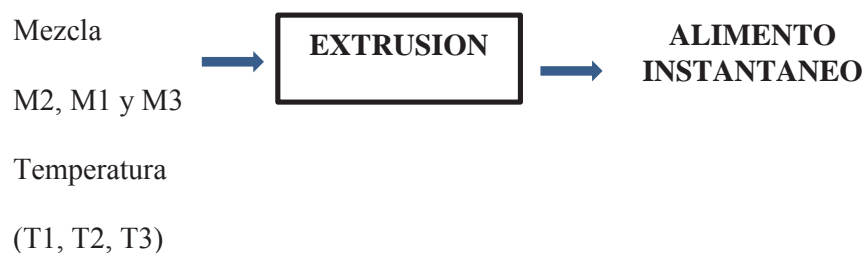
**Figura 11.** Diagrama de flujo para la obtención de alimento instantáneo.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

## 2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño experimental utilizado para el presente trabajo es el diseño factorial de 3 x 3, los factores en estudio son: tres fórmulas y 3 niveles de temperatura, obteniéndose 9 tratamientos, cada tratamiento se repite 3 veces realizando un total de 27 unidades experimentales.

### 2.6.1 Diseño experimental



#### 2.6.1.1 Variables independientes

- ✓ Formula óptima F2 y 2 formula F1 y F3(±5 de soya y ± 5 de maíz)
- ✓ Temperatura: T1= 160 °C, T2 = 170 °C, T3 = 180

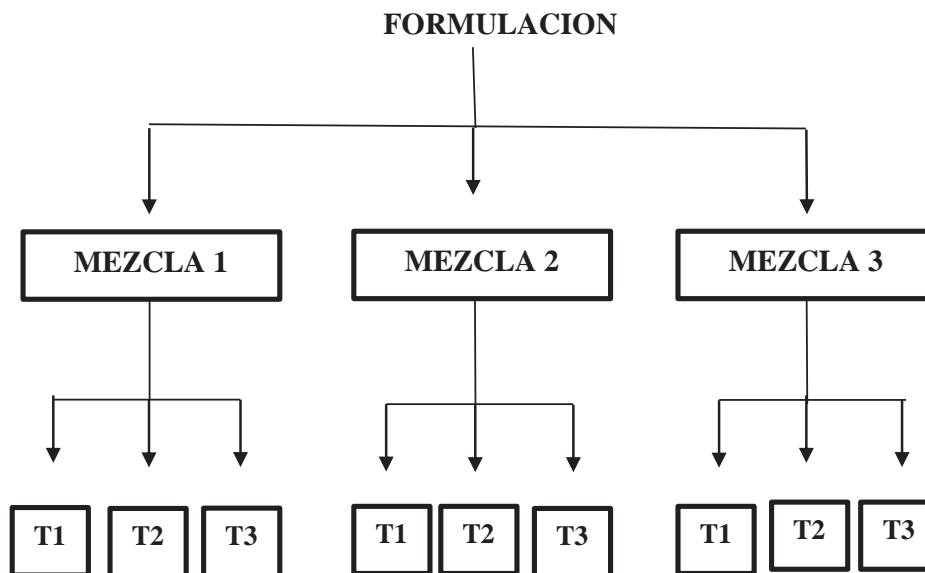
#### 2.6.1.2 Variables dependientes

- ✓ Índice de gelatinización
- ✓ Digestibilidad
- ✓ Humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos
- ✓ Evaluación sensorial
- ✓ Computo químico
- ✓ Computo de aminoácidos
- ✓ PDCAAS %

**Tabla 15**  
*Tratamientos en estudio.*

Formula	M1			M2			M3		
Temperatura	160	170	180	160	170	180	160	170	180
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Repetición I									
Repetición II									
Repetición III									

Fuente: Elaborado por los autores.



**Figura 12: Formulación del experimento para la obtención de alimento instantáneo.**

Fuente: Elaborado por los autores.

**Leyenda.**

T1 = Temperatura 160

T2 = Temperatura 170

T3 = Temperatura 180

## 2.7 ANALISIS QUIMICOS, FISICOS Y BIOLOGICOS

### 2.7.1 Análisis químicos

Se realizaron los siguientes:

- ✓ Análisis químico proximal, (humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos), siguiendo las metodologías recomendadas por la AOAC (1984).

### 2.7.2 Análisis físicos

- ✓ Índice de gelatinización, utilizando el método enzimático, (Grace 1977)

### 2.7.3 Análisis biológicos

- ✓ Digestibilidad (D), Prueba de digestibilidad proteica de pepsina A.O.A.C. 791.09. (1985).

## 2.8 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial se realizó de acuerdo a la metodología y el formato propuesto por **Hernandez Alarcon, 2005**. Se evaluaron los atributos de apariencia, sabor, olor y color, utilizando para ello una prueba hedónica verbal con una escala de 9 puntos y 30 jueces consumidores habituales. Con estos datos se realizó los análisis estadístico, utilizando el programa Statgraphics Centurión XVII .



## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

En el Cuadro 16, se presenta la composición fisicoquímica de las materias primas. (Soya y Maíz) se evaluaron; Humedad, Proteína, Grasa, Carbohidratos y Cenizas.

**Tabla 16**

*Composición fisicoquímica en 100 gramos de alimento*

Componente	Materia prima		INS-CENAN	
	Soya	Maíz amarillo	Soya	Maíz amarillo
<b>Humedad</b>	11.80	13.60	11.70	13.50
<b>Proteína</b>	28.30	6.70	28.20	6.70
<b>Grasa</b>	19.00	4.81	18.90	4.80
<b>Carbohidratos</b>	35.60	73.60	35.70	73.60
<b>Ceniza</b>	5.30	1.49	5.50	1.40
<b>Energía (Kcal)</b>	402.52	369.32	401.35	369.34

**Fuente:** Elaborado por los autores, en base a los resultados del laboratorio de Análisis Químico y (INS C. , 2009).

Los valores encontrados para cada uno de los componentes son congruentes con lo reportado en la bibliografía. El cálculo para la energía se realizó utilizando los factores específicos de conversión recomendados por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud, estos factores de conversión se encuentran en el anexo 12.

#### 3.2 OBTENCION DE LA FORMULACION ÓPTIMA

Siguiendo la metodología detallada en el punto 2.4 se obtienen resultados de la mezcla óptima con el programa Microsoft Excel, que se reportan en los cuadros 17 y 18. La fórmula óptima se obtuvo utilizando programación lineal con la aplicación solver del programa Microsoft Excel. Al programa se ingresó inecuaciones basadas

en la composición nutricional de cada alimento en estudio y como límites las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002.). Solver determina el componente limitante en función a: proteína, energía, grasas, y aminoácidos. También se calculó el cómputo de aminoácidos de acuerdo a lo descrito en el punto 2.4.4 y finalmente se calculó el valor de PDCAAS% para cada una de las mezclas obtenidas de acuerdo a lo indicado en el punto 2.4.5. En el cuadro 17 las dos primeras columnas nos muestran las proporciones de soya y maíz en la mezcla, la tercera columna indica el porcentaje de energía proveniente de proteínas. La cuarta columna el porcentaje de energía proveniente de grasas. La quinta columna es el porcentaje de energía proveniente de carbohidratos y la sexta muestra la energía en kilocalorías en 100 gramos de mezcla.

**Tabla 17**

*Evaluación de fórmulas, resumen del cómputo químico.*

Soya (%)	Maíz (%)	Proteína % de la energía total	Grasa % de la energía total	Carbohidratos % de la energía total	Energía Kcal/100g
100	0	24.40	39.51	36.09	437.65
90	10	22.76	36.82	40.42	434.83
80	20	21.10	34.08	44.81	432.01
76	24	20.43	32.98	46.58	430.88
70	30	19.42	31.32	49.26	429.19
60	40	17.72	28.51	53.76	426.37
50	50	16.00	25.67	58.33	423.54
<b>48</b>	<b>52</b>	<b>15.65</b>	<b>25.10</b>	<b>59.25</b>	<b>422.96</b>
<b>43</b>	<b>57</b>	<b>14.78</b>	<b>23.66</b>	<b>61.56</b>	<b>421.57</b>
40	60	14.25	22.79	62.96	420.72
<b>38</b>	<b>62</b>	<b>13.90</b>	<b>22.21</b>	<b>63.89</b>	<b>420.14</b>
30	70	12.48	19.87	67.65	417.90
20	80	10.69	16.91	72.40	415.08
10	90	8.87	13.92	77.22	412.26
0	100	7.02	10.88	82.10	409.43

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 18***Evaluación de fórmulas, resumen cómputo de aminoácidos*

Soya (%)	Maíz (%)	Computo aa	Aminoácido Limitante	PDCAAS %
100	0	110.91	Lisina	99
90	10	106.36	Lisina	91
80	20	101.82	Lisina	84
76	24	100.00	Lisina	81
70	30	97.27	Lisina	77
60	40	92.73	Lisina	70
50	50	88.18	Lisina	63
<b>48</b>	<b>52</b>	<b>87.27</b>	<b>Lisina</b>	<b>61</b>
<b>43</b>	<b>57</b>	<b>85.00</b>	<b>Lisina</b>	<b>58</b>
40	60	83.64	Lisina	55
<b>38</b>	<b>62</b>	<b>82.73</b>	<b>Lisina</b>	<b>54</b>
30	70	79.09	Lisina	48
20	80	74.55	Lisina	41
10	90	70.00	Lisina	34
0	100	65.46	Lisina	27

**Fuente:** Elaborado por los autores.

En el cuadro 18. La tercera columna muestra el computo de aminoácidos. La cuarta columna muestra el aminoácido limitante y la quinta columna la calidad proteica PDCAAS %.

Del análisis de los cuadros 17 y 18 se escogió como formulación la mezcla que se compone de un 43% de soya y un 57 % de maíz. Las razones que justifican esta decisión son las siguientes:

- Fue la mezcla que cumple con todos los requisitos recomendados por el Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002) y el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar, aunque el computo de aminoácidos es 85% teniendo como aminoácido limitante a la lisina sin embargo la fichas técnica del el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que como mínimo el computo de aminoácidos tendrá un valor de 85%. Razón por la cual se elige esta mezcla.

- La otra mezcla que cumple con 100% de lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición (EE.UU. 2002), es la fórmula que tiene 76% de soya y 24% de maíz, esta fórmula sería ideal. Sin embargo Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que el alimento para escolares debe tener como máximo 30% de energía proveniente de grasa razón por la cual no elegimos esta fórmula.
- A medida que se incrementa la proporción maíz, el cómputo aminoácidos de la mezcla disminuye debido a que el maíz tiene un contenido bajo de lisina (36 mg/gr.) y la soya tiene un contenido elevado de lisina (61 mg/gr.). Si se tomara como óptima una mezcla con un porcentaje de maíz mayor al 57%, el cómputo de aminoácidos sería menor a 85% teniendo como aminoácido limitante la Lisina. Esta tendencia se hace más notoria cuando el maíz llega al 80%, en este caso el aminoácido limitante (lisina) es inferior al 85% requerido como mínimo por las fichas del Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar.
- El aporte de energía, proteína y grasa de la mezcla tiene un comportamiento similar al de los aminoácidos, que se acaba de describir. Al aumentar la proporción de maíz la energía, proteína y grasa de la mezcla disminuye. Esto se explica teniendo en cuenta la composición del maíz: proteína (6.70) y grasa (4.80) menor al de la soya proteína (28.30) y grasa (19.00) tal como se observa en la tabla 16.
- Tanto el Cómputo de aminoácidos como el PDCAAS % aumentan al incrementarse la proporción de soya en la mezcla.
- El porcentaje de energía proveniente de grasa excede los recomendados por el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar. Esto sugiere que dentro de lo posible, el porcentaje de maíz debería ser el máximo. Este criterio se contrapone a los mencionados anteriormente. Así, teniendo en cuenta las razones expuestas, la

proporción óptima deberá resultar de un compromiso entre estos criterios antagónicos. Esto se consigue en forma óptima para las proporciones de 57% de maíz y 43% de soya, las que constituyen el resultado del proceso de formulación de la presente investigación

A continuación se muestra el computo químico (Cuadro 19) y el computo de aminoácidos (Cuadro 20) para la formula optima (57% de maíz y 43% de soya) obtenida con el programa solver de Microsoft Excel

**Tabla 19**

*Computo químico y comparación con lo recomendado por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 y el Programa de Alimentación Escolar.*

Componente	Cantidad	FNB/USA,2002	PNAE
<b>Proteína % de la energía total</b>	14.78	10-35	10-20
<b>Grasa % de la energía total</b>	23.66	20-35	20-30
<b>CHOs % de la energía total</b>	61.56	45-65	La diferencia
<b>Energía Kcal/100g</b>	421.57	Min. 400	400-460

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 20**

*Computo aminoácidos de la mezcla optima y comparación con las recomendaciones del FNB/USA, 2002 al 85%.*

Aminoácido	cantidad en mg/g	Cantidad %	FNB/USA,2002 mg/g
<b>Histidina</b>	28.42	157.89	15.30
<b>Leucina</b>	116.76	248.43	39.95
<b>Isoleucina</b>	44.58	178.32	21.25
<b>Lisina</b>	<b>46.75</b>	<b>85.00</b>	<b>46.75</b>
<b>Met + Cis</b>	30.43	121.72	21.25
<b>Treonina</b>	41.86	155.04	22.95
<b>Fen + Tir</b>	100.54	213.91	39.95
<b>Triptófano</b>	10.44	149.14	5.95
<b>Valina</b>	54.85	171.41	27.20

Fuente: Elaborado por los autores.

### 3.3 OBTENCION DE LA MEZCLA NUTRITIVA

Una vez obtenida la formulación y una cantidad apropiada de soya y maíz, se procedió a la elaboración del alimento instantáneo según el flujo de operaciones ya detallado. Se siguió cada una de las etapas hasta llegar al envasado. Adicionalmente se procesaron 2 formulas con  $\pm 5\%$  de harina de soya y  $\pm 5\%$  de harina de maíz.

Luego del envasado se procedió con la caracterización y análisis del producto.

### 3.4 CARACTERIZACION DE LA MEZCLA NUTRITIVA

Se obtuvo como resultado un alimento en polvo de reconstitución instantánea y presenta las siguientes características:

Color	:	Beige característico y homogéneo
Textura	:	Polvo homogéneo
Olor	:	Característico a alimento cocido

### 3.5 ANALISIS QUIMICOS

El Cuadro 21 muestra los resultados de los análisis realizados, por la unidad de prestaciones de Servicio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC y los resultados de los cálculos realizados.

Como puede apreciarse, la variación porcentual ponderada entre los valores reportados por el laboratorio y los valores calculados son todos inferiores al 1.20%, hecho que corrobora lo acertado de los cálculos realizados.

**Tabla 21**

*Comparación química de la fórmula óptima: análisis de Laboratorio y cálculo teórico.*

Componente	Mezcla óptima		variación
	Calculado	Laboratorio	
<b>Agua</b>	4.00	4.00	0.00
<b>Proteína</b>	17.47	17.58	0.11
<b>Grasa</b>	11.92	11.99	0.07
<b>Carbohidratos</b>	63.19	64.39	1.20

**Fuente:** Elaborado por los autores.

A continuación se discuten los resultados obtenidos considerando los componentes detectados en la mezcla como factores esenciales de calidad nutritiva.

### 3.5.1 Proteína

El alimento instantáneo para niños elaborado a partir de harinas de maíz y soya, extruidos utilizando la fórmula óptima tiene 17.47% (tabla 21) de proteína por 100 gramos de producto, esto representa el 14.78 % (tabla 19) de la energía total. Por otro lado los Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 es de 10 a 35 % de la energía total, También el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que el contenido de proteína debe ser de 10 a 20 % de la energía total.

El alimento obtenido cumple con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 (FNB/USA), y el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar.

### 3.5.2 Grasa

Los Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 para

la grasa es de 20 a 35 % de la energía total. Y el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que el contenido de grasa debe ser de 20 a 30 % de la energía total.

La cantidad de energía proveniente de grasas en el alimento instantáneo obtenido, utilizando la formula óptima es 23.66% (Tabla 19), esto indica que cumple con ambas recomendaciones.

### 3.5.3 Carbohidratos

La cantidad de energía proveniente de carbohidratos es 61.56 % (tabla 19) de la energía total y los Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002, es de 45 a 65% de la energía total, en el caso del Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que los carbohidratos serán la diferencia de la suma de las otras fuentes de energía (proteínas y grasas) entonces el alimento instantáneo cumple también con las recomendaciones antes descritas.

## 3.6 INDICE DE GELATINIZACION

En el tabla 22, observamos los resultados de los análisis del índice de gelatinización, utilizando el método enzimático. Estos análisis se realizaron en la unidad de prestaciones de Servicio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC

**Tabla 22**

*Resultados de laboratorio del índice de gelatinización.*

FORMULA	M1			M2			M3		
TEMPERATURA °C	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577



<b>I</b>	94.24	98.25	98.20	94.22	98.23	98.20	94.23	98.26	98.18
<b>II</b>	94.28	98.20	98.16	94.29	98.28	98.12	94.26	98.24	98.19
<b>III</b>	94.22	98.21	98.19	94.25	98.23	98.17	94.22	98.23	98.20

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 23**

*Análisis de varianza para índice de gelatinización*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A:Formula</b>	0.000	2	0.000	0.140	0.868
<b>B:Temperatura</b>	94.210	2	47.105	64889.710	<b>0.000</b>
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	0.003	4	0.001	0.910	0.480
<b>RESIDUOS</b>	0.013	18	0.001		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	94.226	26			

Fuente: Elaborado por los autores.

La tabla ANOVA descompone la variabilidad del índice de gelatinización en contribuciones debidas a los factores de formulación, temperatura y la interacción de ambos factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. El valor P para el factor formula y la interacción de formula por temperatura son mayores a 0.05, esto indica que no tienen efecto significativo. El valor P para la temperatura es menor a 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Índice de Gelatinización con un 95.00 % de nivel de confianza.

**Tabla 24**

*Pruebas de múltiple rangos para índice de gelatinización por temperatura por el método de Tukey HSD al 95%.*

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
<b>160</b>	9	94.2456	0.008981	x

<b>180</b>	9	98.1789	0.008981	x
<b>170</b>	9	98.2367	0.008981	x

**Fuente:** Elaborado por los autores.

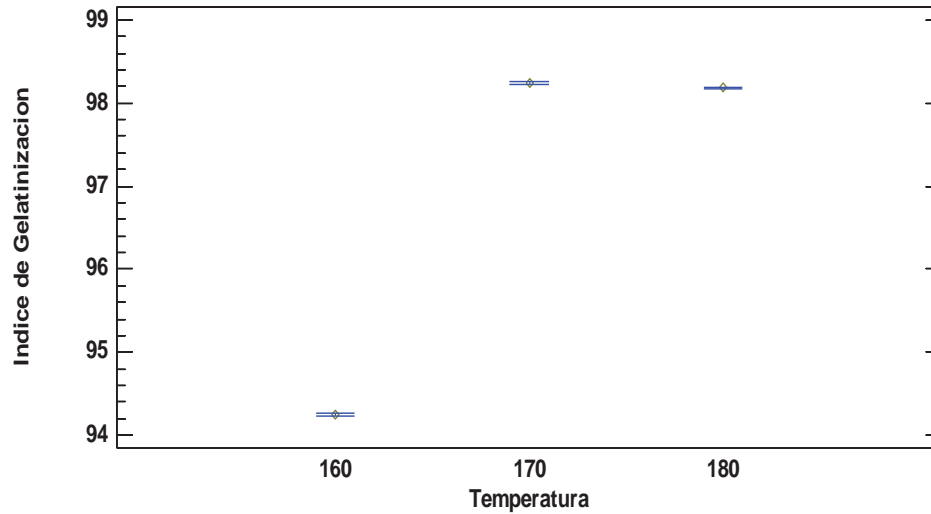
El cuadro 24, muestra que el efecto de la temperatura no es homogéneo, por lo tanto la temperatura influye significativamente sobre el índice de gelatinización. Es así que el mayor índice de gelatinización está a la temperatura de 170 °C con una media de 98.2367% y la menor a 160 °C con una media de 94.2456%. El Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar indica que el índice de gelatinización será mayor a 94%, las tres temperaturas cumplen con la especificación técnica pero a mayor índice de gelatinización el alimento instantáneo tendrá mayor aceptación por parte de los consumidores.

**Tabla 25**

*Pruebas de Contraste para Índice de Gelatinización por Temperatura por el método de Tukey HSD al 95%.*

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
<b>160 - 170</b>	*	<b>-3.99111</b>	0.0324305
<b>160 - 180</b>	*	<b>-3.93333</b>	0.0324305
<b>170 - 180</b>	*	<b>0.05778</b>	0.0324305

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 13.** Efecto de la temperatura sobre el índice de gelatinización en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 25 y la figura 13 indican que existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.00% de confianza utilizando el método de Tukey HSD.

**Tabla 26**

*Pruebas de múltiple rangos para índice de gelatinización por formula por el método de Tukey HSD al 95%.*

Formula	Caso s	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	9	96.8833	0.008981	X
2	9	96.8878	0.008981	X
3	9	96.8900	0.008981	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

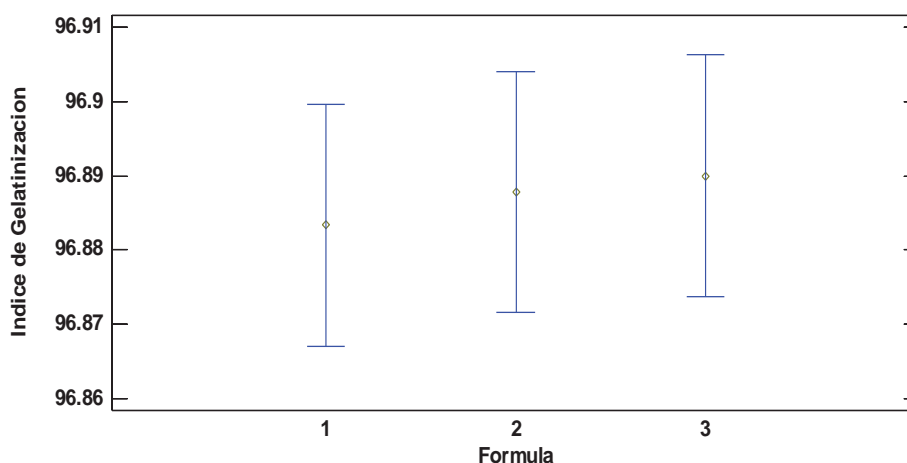
El cuadro 26, muestra el efecto de la fórmula sobre el índice de gelatinización e indica que no hay una variación estadística importante, por lo tanto la formula no influye significativamente sobre el índice de gelatinización

**Tabla 27**

*Pruebas de contraste para índice de gelatinización por formula por el método de Tukey HSD al 95%.*

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
<b>1 - 2</b>		-0.00444444	0.0324305
<b>1 - 3</b>		-0.00666667	0.0324305
<b>2 - 3</b>		-0.00222222	0.0324305

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 14.** Relación entre valores del índice de gelatinización y la formula en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las tablas 27 y la figura 14 muestran que no hay efecto significativo de las tres fórmulas utilizadas sobre el índice de gelatinización. También podemos observar en la tabla 27 que la diferencia entre los tratamiento no es mayor que el límite (0.0324305), entonces son grupos homogéneos estadísticamente.

El Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar en referencia al índice de gelatinización indica que este debe ser mayor a 94%. El alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de soya y maíz tienen índices de gelatinización mayor al

94 % esto significa que todas las muestras elaboradas tienen índices de gelatinización aceptables. Sin embargo los podemos indicar que el mayor índice de gelatinización es utilizando la temperatura de 170 °C, luego la temperatura de 180 °C y finalmente la temperatura de 160 °C. por lo tanto podemos indicar que la mejor temperatura para la elaboración de alimento instantáneo para niños con harinas de maíz y soya es utilizando 170 °C en el proceso de extrusión.

Lawton et al. Citado por Harper (1981), indica que las dos variables que influyen en mayor proporción sobre la gelatinización del almidón son la temperatura de la cámara de extrusión y la humedad.

En lo que respecta a las modificaciones de sus propiedades funcionales Kokini (1992) y Linko (1981) mencionan que el proceso de extrusión tiende a reducir el índice de solubilidad del nitrógeno, en función directa con la temperatura. Gómez y Aguilera (1983), proponen un modelo para la degradación del almidón de maíz, asumiendo la existencia de tres estados puros: crudo, gelatinizado y dextrinizado; que dependen de la temperatura, el perfil de velocidad y las gradientes de cortes en el tornillo

En la investigación efectivamente se encontró que la temperatura influye sobre la gelatinización es así que a una temperatura de 160 °C, el alimento tiene un índice de gelatinización de 94.2456 % este valor se encuentra apenas 0.2456 del límite inferior requerido. Aplicando una temperatura de 170 °C el valor del índice de gelatinización es de 98.2367 % esto significa que el alimento tiene una adecuada cocción. Y a una temperatura de 180 °C el índice de gelatinización es de 98.1789 %, este valor es ligeramente inferior a la temperatura de 170°C, debido a que parte de los almidones se han dextrinizado.

### 3.7 ANÁLISIS BIOLÓGICO DIGESTIBILIDAD PROTEICA

En la tabla 28, observamos los resultados de los análisis de digestibilidad proteica, utilizando la prueba de digestibilidad de pepsina A.O.A.C. 971.09, recomendado por la FAO. (1992). Estos análisis se realizaron en la unidad de prestaciones de Servicio de Análisis Químico del Departamento Académico de Química de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC.

**Tabla 28**

*Resultados de laboratorio de digestibilidad proteica.*

FORMULA	1			2			3		
TEMPERATURA °C	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577
I	86.55	89.70	88.80	87.15	90.22	89.97	86.95	90.18	89.78
II	86.53	89.66	88.83	87.23	90.24	89.99	86.94	90.17	89.79
III	86.49	89.72	88.82	87.25	90.26	89.97	86.93	90.19	89.81

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 29**

*Análisis de varianza para la digestibilidad proteica.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Formula	3.175	2	1.588	2435.610	0.000
B:Temperatura	51.355	2	25.678	39391.660	0.000
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0.415	4	0.104	159.190	0.000
RESIDUOS	0.012	18	0.001		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	54.957	26			

Fuente: Elaborado por los autores.

La tabla 29, ANOVA muestra que los factores formulación, temperatura y la interacción de ambos tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la

digestibilidad proteica con un 95.00 % de nivel de confianza. El valor P para los factores formula temperatura y la interacción de formula por temperatura son menores a 0.05, esto indica que tienen efecto significativo.

**Tabla 30**

*Pruebas de múltiple rangos para digestibilidad proteica por formulación utilizando el método de Tukey al 95 %.*

Formula	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	9	88.3444	0.00851046	X
3	9	88.9711	0.00851046	X
2	9	89.1422	0.00851046	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La Tabla 30 muestra que las 3 formulas tienen efecto diferente sobre la digestibilidad proteica no son grupos homogéneos y la mayor digestibilidad tiene la fórmula 2 aunque la diferencia con la fórmula 3 es muy pequeña.

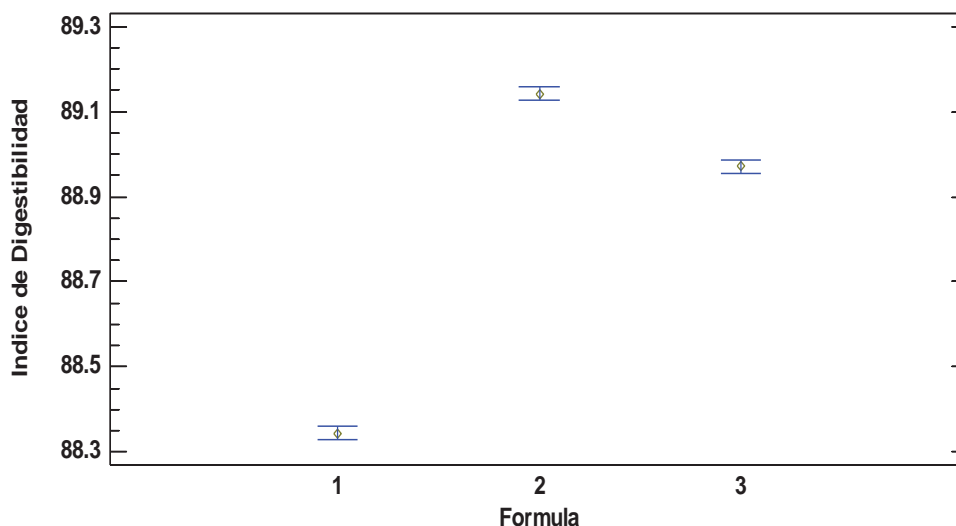
**Tabla 31**

*Pruebas de contraste para digestibilidad proteica por formula por el método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1 - 2	*	-0.797778	0.0307313
1 - 3	*	-0.626667	0.0307313
2 - 3	*	0.171111	0.0307313

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 31 muestra que las fórmulas utilizadas en la elaboración del alimento instantáneo para niños a partir de harinas de maíz y soya no son homogéneas debido a que la diferencia de contrastes en todos los casos son mayores al valor límite.



**Figura 15.** Efecto de la formula sobre el índice de digestibilidad en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 31 y la figura 15, muestran que las fórmulas utilizadas en la elaboración del alimento instantáneo para niños a partir de harinas de maíz y soya no son homogéneas debido a que la diferencia de contrastes en todos los casos son mayores al valor límite.

**Tabla 32**

*Pruebas de múltiple rangos para digestibilidad proteica por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160	9	86.8911	0.00851046	X
180	9	89.5289	0.00851046	X
170	9	90.0378	0.00851046	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 32 indica que la temperatura tiene efecto significativo sobre la digestibilidad en el alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

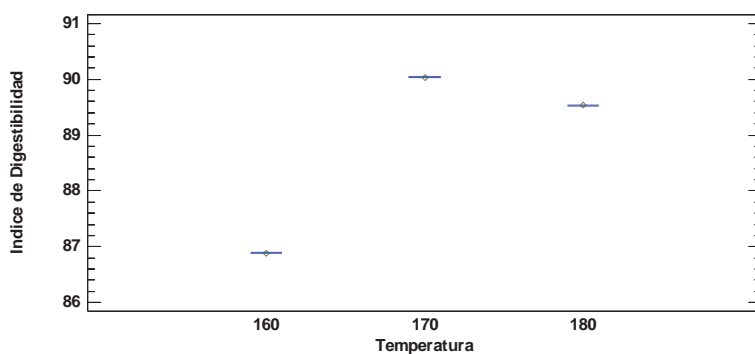


**Tabla 33**

*Pruebas de contraste para digestibilidad proteica por temperatura por el método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
160 - 170	*	-3.14667	0.0307313
160 - 180	*	-2.63778	0.0307313
170 - 180	*	0.50889	0.0307313

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 16:** Efecto de la temperatura sobre el índice de digestibilidad en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 33 y la figura 16 muestran que las temperaturas utilizadas en la elaboración del alimento instantáneo para niños a partir de harinas de maíz y soya no son homogéneas, es así que la diferencia de contrastes en todos los casos son mayores al valor límite.

(Bjorck y Asp, 1983), mencionan que el tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción

de Maillard. La reacción de Maillard causa la disminución de la digestibilidad de las proteínas, a la vez que reduce la disponibilidad de aminoácidos.

La cocción por extrusión tiene efectos beneficiosos y no deseados en el valor nutricional. Los efectos beneficiosos incluyen la destrucción de factores antinutricionales y la gelatinización del almidón. Por otro lado, las reacciones de Maillard entre proteínas y azúcares reducen el valor nutricional de la proteína. Las vitaminas lábiles al calor se pueden perder en diferentes grados.

Es así, que en el alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya son congruentes con lo manifestado por (Bjorck y Asp, 1983), por las siguientes razones:

La digestibilidad varía en función de la temperatura de extrusión a una temperatura de 160 °C la digestibilidad es 86.8911% esto nos indica que todavía existen factores antinutricionales que dificultan la digestibilidad de la proteína. A una temperatura de 170 °C, la digestibilidad es 90.0378%, a esta temperatura tiene mayor digestibilidad el alimento en estudio y a una temperatura de 180 °C, la digestibilidad es 89.5289 %, esto indica que ya existe reacciones de Maillard entre proteínas y azúcares reduciendo el valor nutricional de la proteína y principalmente de la lisina que es sensible al tratamiento térmico.

### **3.8 ANALISIS SENSORIAL**

El alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (**Glycine max.**) extruidos, obtenido fue analizada sensorialmente con el objeto de evaluar en forma comparativa la apariencia, sabor, olor y color para determinar

si existe diferencia significativa entre los tratamientos. La evaluación sensorial se realizó con un panel de 30 jueces consumidores habituales del tipo de alimento, se codificaron las muestras en forma aleatoria y se realizaron en 3 sesiones a temperatura ambiente.

### 3.8.1 Apariencia

En la tabla 34, se observan los valores promedios de la evaluación sensorial (prueba hedónica) para cada uno de los tratamientos en estudios.

**Tabla 34**

*Promedio de la prueba hedónica para la apariencia.*

FORMULA	1			2			3		
	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577
REPETICION I	4.67	7.53	6.70	5.53	7.97	6.97	5.13	7.57	6.87
REPETICION II	5.10	7.70	6.80	5.43	7.93	7.07	5.23	7.60	6.90
REPETICION III	4.77	7.53	6.77	5.70	7.90	6.97	5.23	7.53	6.87

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 35**

*Análisis de varianza para la apariencia*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor -P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulacion	0.870785	2	0.435393	43.080	0.000
B:Temperatura	29.1738	2	14.5869	1443.190	0.000
INTERACCIONES					
AB	0.224593	4	0.0561481	5.560	0.004
RESIDUOS	0.181933	18	0.0101074		
TOTAL (CORREGIDO)	30.4511	26			

Fuente: Elaborado por los autores.

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de Apariencia en contribuciones debidas a los factores de formulación y temperatura. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los valores de formulación, temperatura y la interacción de formulación temperatura tienen valores-P menores que 0.05, indican que estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Apariencia con un 95.0% de nivel de confianza.

**Tabla 36**

*Pruebas de Múltiple Rangos para Apariencia por Formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.*

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
Formulación 1	9	6.39667	0.0335119	X
Formulación 3	9	6.54778	0.0335119	X
Formulación 2	9	6.83000	0.0335119	X

Fuente: Elaborado por los autores.

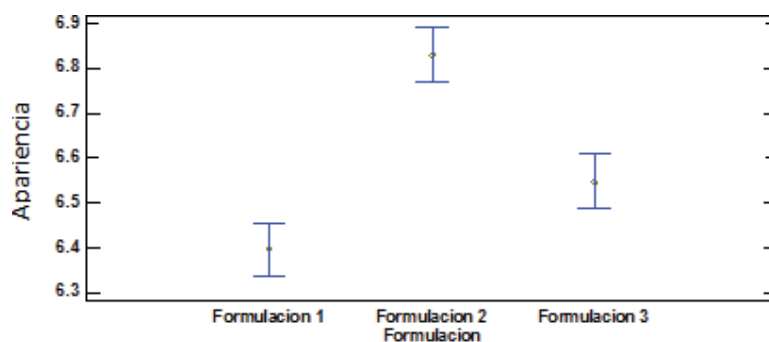
La tabla 36, muestra que las 3 formulas no son homogéneas, por lo tanto cada formula influye significativamente sobre la apariencia, también indica que la fórmula 2 es la mejor, tiene el promedio más alto (6.83).

**Tabla 37**

*Pruebas de Contrastes para apariencia por formulación utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Formulación 1 - Formulación 2	*	-0.433333	0.121012
Formulación 1 - Formulación 3	*	-0.151111	0.121012
Formulación 2 - Formulación 3	*	0.282222	0.121012

Fuente: Elaborado por los autores.



**Figura 17.** Efecto de la formulación sobre la apariencia en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las tablas 36 y 37 y la figura 17 muestran la influencia del factor formulación sobre la apariencia, e indica que de la comparación de cada par de muestras, hay diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

**Tabla 38**

*Pruebas de múltiple rangos para la apariencia por temperatura.*

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160	9	5.19889	0.0335119	X
180	9	6.88000	0.0335119	X
170	9	7.69556	0.0335119	X

Fuente: Elaborado por los autores.

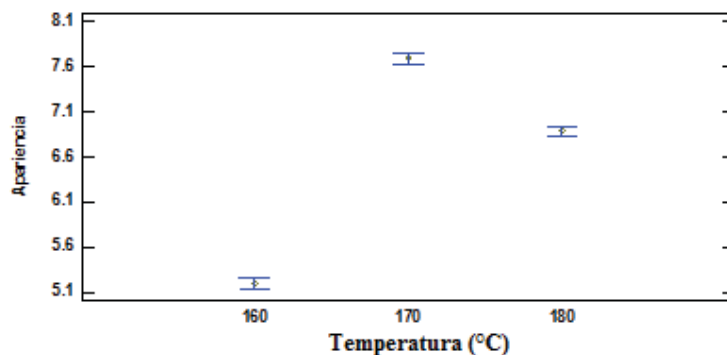
La tabla 38, muestra que las 3 temperaturas no son homogéneas, por lo tanto cada temperatura influye significativamente sobre la apariencia, también indica que la temperatura de 170 °C es la mejor, tiene el promedio más alto (7.69556).

**Tabla 39**

*Pruebas de Contrastes para apariencia por temperatura utilizando el Método deTukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
160 - 170	*	-2.49667	0.121012
160 - 180	*	-1.68111	0.121012
170 - 180	*	0.815556	0.121012

**Fuente:** Elaborado por los autores



**Figura 18:** Efecto de la temperatura sobre la apariencia en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla 39 y la figura 18 muestra la influencia del factor temperatura sobre la apariencia, e indica que de la comparación de cada par de muestras, hay diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.

Finalmente podemos indicar que fórmula y la temperatura influyen en la apariencia del alimento instantáneo para niños, la muestra de mayor aceptación son utilizando la fórmula 2 y la temperatura de 170°C.

### 3.8.2 Color

En la tabla siguiente se observa los promedios de la evaluación sensorial para cada tratamiento en referencia al color.

**Tabla 40**

*Resultados promedio de la prueba hedónica para el color.*

FORMULA	1			2			3		
	160	170	180	160	170	180	160	170	180
TEMPERATURA °C	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577
REPETICION I	5.13	6.70	6.40	5.80	8.07	7.10	5.23	7.23	6.80
REPETICION II	5.33	6.70	6.37	5.67	7.97	7.30	5.37	7.40	6.73
REPETICION III	5.20	6.83	6.47	5.87	8.00	7.27	5.33	7.40	6.63

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 41**  
*Análisis de varianza para color.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Formulacion	1.2185	2	0.609	161.110	0.000
B:Temperatura	21.8851	2	10.943	2893.720	0.000
INTERACCIONES					
AB	0.2904	4	0.073	19.200	0.000
RESIDUOS	0.0681	18	0.004		
TOTAL (CORREGIDO)	23.4621	26			

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un 95.0% de nivel de confianza, esto indica que existe una influencia significativa de los factores formulación, temperatura y la interacción de ambos en el color del producto.

**Tabla 42**  
*Pruebas de múltiple rangos para color por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95%.*

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
<b>Formulación 1</b>	9	6.500000	0.020498	X
<b>Formulación 3</b>	9	6.593330	0.020498	X
<b>Formulación 2</b>	9	6.990000	0.020498	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

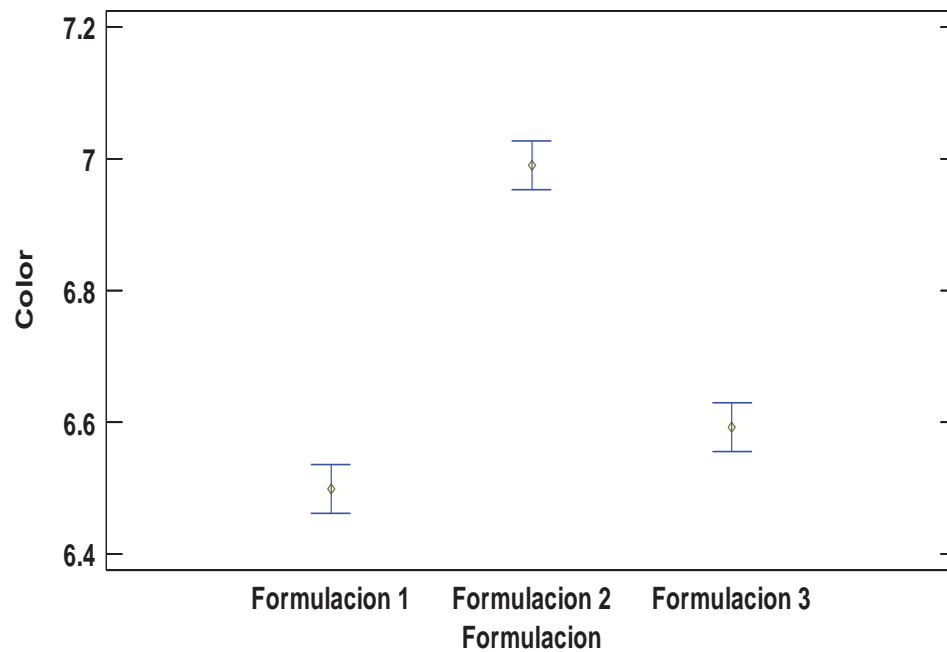
La tabla 42, muestra que las 3 formulas no son homogéneas, por lo tanto cada formula influye significativamente sobre el color, también indica que la fórmula 2 es la mejor, tiene una aceptación de 6.99 que corresponde a me gusta moderadamente.

**Tabla 43**

*Pruebas de contrastes para color por formulación utilizando el método deTukey HSD al 95%.*

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
<b>Formulación 1 - Formulación 2</b>	*	<b>-0.49000</b>	0.07402
<b>Formulación 1 - Formulación 3</b>	*	<b>-0.09333</b>	0.07402
<b>Formulación 2 - Formulación 3</b>	*	<b>0.39667</b>	0.07402

Fuente: Elaborado por los autores.



**Figura 19:** Efecto de la formulación sobre el color en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

Fuente: Elaborado por los autores.

Las tabla 43 y la figura 19, muestra la influencia del factor formulación sobre la color, e indica que de la comparación de cada par de muestras, hay diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza.



**Tabla 44**

*Pruebas de múltiple rangos para color por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

Temperatura °C	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160	9	5.51667	0.0204979	X
180	9	6.86444	0.0204979	X
170	9	7.70222	0.0204979	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

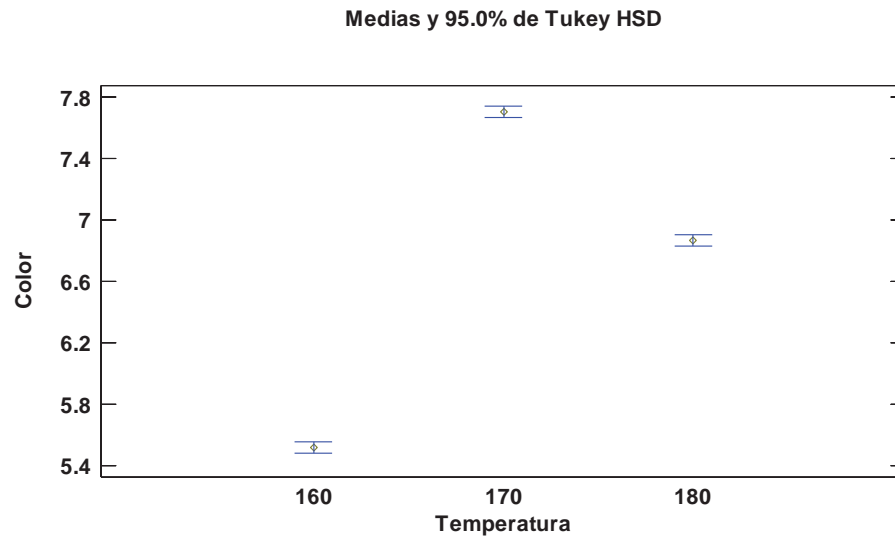
La tabla 44 muestra que las 3 temperaturas no tienen un efecto homogéneo sobre el alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (*Glycine max*) extruidos” y la mayor aceptación tiene el alimento procesado a una temperatura de 170°C con un promedio de 7.70 que está muy cercano a “me gusta mucho”.

**Tabla 45**

*Pruebas de Contrastes para Color por Temperatura utilizando el Método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
160 - 170	*	-2.18556	0.0740181
160 - 180	*	-1.34778	0.0740181
170 - 180	*	0.837778	0.0740181

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 20.** Efecto de la temperatura sobre el color en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las tabla 45 y la figura 20 muestran la influencia del factor temperatura sobre la color, e indica que el efecto de las 3 temperaturas sobre el color es diferente para cada nivel con un nivel del 95.00% de confianza. Teniendo la mayor aceptación la temperatura de 170 °C, que tiene un promedio de 7.70 de aceptación y en la escala sería "me gusta mucho". Y la menor aceptación la temperatura de 160 °C con un promedio de 5.51 que en la escala significaría "me gusta ligeramente".

El color más aceptado en el alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya fue la que se elaboró utilizando la fórmula 2 y la temperatura 2 (170°C)

### 3.8.3 Olor

En la tabla siguiente se observa los promedios de la evaluación sensorial para cada tratamiento en referencia al olor.

**Tabla 46**

*Resultados promedio de la prueba hedónica para el olor.*

FORMULA	1			2			3		
	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577
<b>REPETICION I</b>	5.30	6.63	6.60	5.90	8.53	7.10	5.67	7.40	6.60
<b>REPETICION II</b>	5.27	6.73	6.60	5.90	8.47	7.03	5.90	7.47	6.60
<b>REPETICION III</b>	5.23	6.60	6.47	5.90	8.50	7.17	5.60	7.43	6.57

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 47**

*Análisis de varianza para olor.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A:Formulacion</b>	3.2798	2	1.640	325.570	<b>0.000</b>
<b>B:Temperatura</b>	14.9257	2	7.463	1481.600	<b>0.000</b>
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	0.5237	4	0.131	25.990	<b>0.000</b>
<b>RESIDUOS</b>	0.0907	18	0.005		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	18.8199	26			

**Fuente:** Elaborado por los autores.

La tabla ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un 95.00% de nivel de confianza, esto indica que existe una influencia significativa de los factores formulación, temperatura y la interacción de ambos en el olor del producto.

**Tabla 48**

*Pruebas de múltiple rangos para olor por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

<i>Formulación</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Formulación 1	9	6.18111	0.0236574	X
Formulación 3	9	6.54889	0.0236574	X
Formulación 2	9	7.03222	0.0236574	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

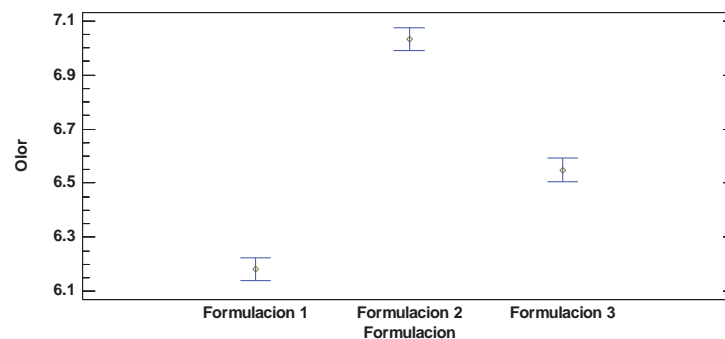
La tabla 48, muestra que las 3 formulas no son homogéneas, por lo tanto cada formula influye significativamente sobre el olor, también indica que la fórmula 2 es la mejor, tiene una aceptación de 7.03 que corresponde a “**me gusta moderadamente**”. Y la menor aceptación tiene la fórmula 1 con un promedio de 6.18 que en la escala corresponde a “**me gusta ligeramente**”

**Tabla 49**

*Pruebas de contrastes para olor por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95%.*

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
<b>Formulación 1 - Formulación 2</b>	*	<b>-0.851111</b>	0.0854269
<b>Formulación 1 - Formulación 3</b>	*	<b>-0.367778</b>	0.0854269
<b>Formulación 2 - Formulación 3</b>	*	<b>0.483333</b>	0.0854269

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 21.** Efecto de la formulación sobre el olor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las tabla 49 y la figura 21 muestra la influencia del factor formulación sobre la olor, e indica que el efecto de las 3 formulas sobre el olor es diferente para cada nivel con un 95.0% de confianza.

### Tabla 50

*Pruebas de múltiple rangos para olor por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
<b>160</b>	9	5.60444	0.0236574	X
<b>180</b>	9	6.75556	0.0236574	X
<b>170</b>	9	7.40222	0.0236574	X

**Fuente:** Elaborado por los autores.

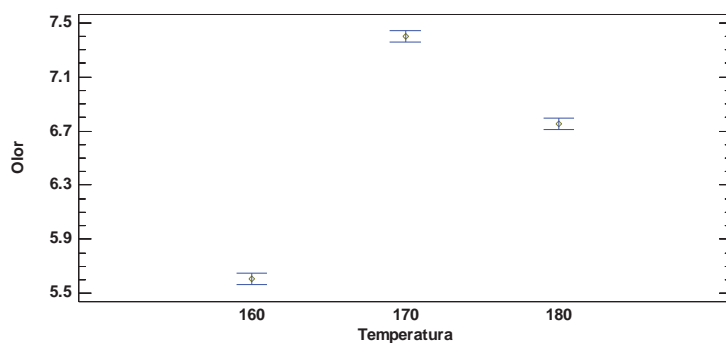
La tabla 50, muestra que las 3 temperatura no son homogéneos, por lo tanto cada formula influye significativamente sobre el olor, también indica que la fórmula 2 es la mejor, tiene una aceptación promedio de 7.40 que corresponde a “**me gusta moderadamente**”. Y la menor aceptación tiene la fórmula 1 con un promedio de 5.60 que en la escala hedónica está muy próximo a “**me gusta ligeramente**”

### Tabla 51

*Pruebas de contrastes para olor por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
<b>160 - 170</b>	*	<b>-1.79778</b>	0.0854269
<b>160 - 180</b>	*	<b>-1.15111</b>	0.0854269
<b>170 - 180</b>	*	<b>0.646667</b>	0.0854269

**Fuente:** Elaborado por los autores.



**Figura 22.** Efecto de la temperatura sobre el olor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

**Fuente:** Elaborado por los autores.

Las tabla 51 y la figura 22, muestran la influencia del factor temperatura sobre la olor, e indica que el efecto de las 3 temperaturas sobre el olor es diferente para cada nivel con un 95.0% de confianza.

Los factores formula y temperatura influyen significativamente sobre el olor, es así que el alimento procesado utilizando la fórmula 2 y la temperatura 2 (170°C) tiene mayor aceptación.

### 3.8.4 Sabor

En la tabla siguiente se observa los promedios de la evaluación sensorial para cada tratamiento en referencia al Sabor.

**Tabla 52**

*Resultados promedio de la prueba hedónica para el sabor.*

FORMULA	1			2			3		
TEMPERATURA °C	160	170	180	160	170	180	160	170	180
CODIGO	306	425	735	377	537	635	375	614	577
<b>REPETICION I</b>	5.47	7.43	6.67	5.70	8.13	7.13	5.47	7.50	6.77
<b>REPETICION II</b>	5.40	7.43	6.63	5.57	8.30	7.07	5.43	7.50	6.87
<b>REPETICION III</b>	5.37	7.33	6.77	5.77	8.17	7.07	5.47	7.53	6.80

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 53**  
*Análisis de varianza para sabor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
<b>A:Formulacion</b>	3.5545	2	1.777	245.080	0.000
<b>B:Temperatura</b>	17.6463	2	8.823	1216.670	0.000
<b>INTERACCIONES</b>					
<b>AB</b>	0.4134	4	0.103	14.250	0.000
<b>RESIDUOS</b>	0.1305	18	0.007		
<b>TOTAL (CORREGIDO)</b>	21.7447	26			

Fuente: Elaborado por los autores.

La tabla 53, ANOVA muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un 95.0% de nivel de confianza, esto indica que existe una influencia significativa de los factores formulación, temperatura y la interacción de ambos en el sabor del producto.

**Tabla 54**  
*Pruebas de múltiple rangos para sabor por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
<b>Formulación 1</b>	9	6.12556	0.0283859	X
<b>Formulación 3</b>	9	6.45778	0.0283859	X
<b>Formulación 2</b>	9	7.00556	0.0283859	X

Fuente: Elaborado por los autores.

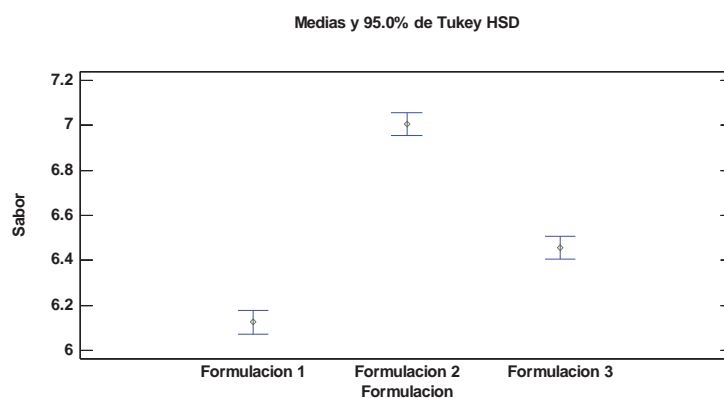
La tabla 54, muestra que las 3 formulas no son homogéneas, por lo tanto cada formula influye significativamente sobre el sabor, también indica que la fórmula 2 es la mejor, tiene una aceptación de 7.00 que corresponde a “**me gusta moderadamente**”. Y la menor aceptación tiene la fórmula 1 con un promedio de 6.12 que en la escala corresponde a “**me gusta ligeramente**”

**Tabla 55**

*Pruebas de contrastes para sabor por formulación utilizando el método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
Formulación 1 - Formulación 2	*	-0.88	0.102502
Formulación 1 - Formulación 3	*	-0.332222	0.102502
Formulación 2 - Formulación 3	*	0.547778	0.102502

Fuente: Elaborado por los autores.



**Figura 23.** Efecto de la formulación sobre el sabor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

Fuente: Elaborado por los autores.

Las tabla 55 y la figura 23 muestran la influencia del factor formulación sobre la sabor, e indica que el efecto de las 3 formulas sobre el sabor es diferente para cada nivel con un 95.0% de confianza.

**Tabla 56**

*Pruebas de múltiple rangos para sabor por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95 %.*

Temperatura	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
160	9	5.43667	0.0283859	X
180	9	6.78556	0.0283859	X
170	9	7.36667	0.0283859	X

Fuente: Elaborado por los autores.



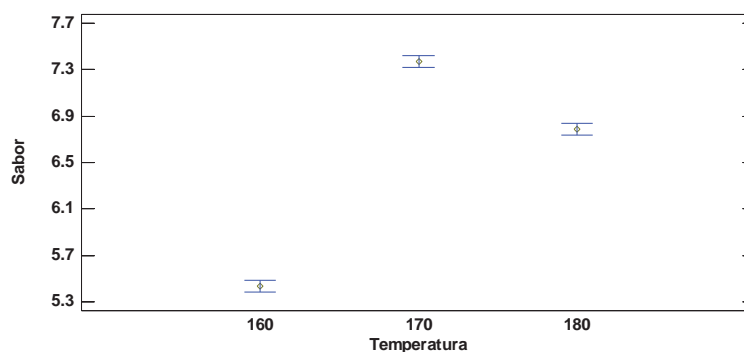
La tabla 56, muestra que las 3 temperaturas no son homogéneas, por lo tanto cada nivel de temperatura influye significativamente sobre el sabor, también indica que el alimento procesado a una temperatura de 170 °C, es la mejor, tiene una aceptación promedio de 7.36667 que corresponde a “**me gusta moderadamente**”. Y la menor aceptación tiene el alimento procesado a una temperatura de 160 °C con un promedio de 5.43 y un nivel intermedio se encuentra el alimento procesado a 180 °C con un promedio de 6.78.

**Tabla 57**

*Pruebas de contrastes para sabor por temperatura utilizando el método de Tukey HSD al 95%.*

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
160 - 170	*	-1.93000	0.10250
160 - 180	*	-1.34889	0.10250
170 - 180	*	0.58111	0.10250

Fuente: Elaborado por los autores.



**Figura 24.** Efecto de la temperatura sobre el sabor en alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya.

Fuente: Elaborado por los autores.

La tabla 57 y la figura 24, muestran la influencia del factor temperatura sobre el sabor, e indica que el efecto de las 3 temperaturas sobre el sabor es significativamente diferente para cada nivel con un 95.0% de confianza.

La fórmula y la temperatura influyen sobre sabor del alimento instantáneo para niños elaborado con harinas de maíz y soya, la mayor aceptación tiene el alimento elaborado utilizando la fórmula 2 y la temperatura 2 (170°C).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las conclusiones siguientes:

Se obtuvo un alimento instantáneo para niños con harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (*Glycine max.*) extruidos, el alimento cumplen con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002 y las especificaciones del Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar.

1. Se estimó la proporción óptima de harinas de maíz (*Zea mays L.*) y soya (*Glycine max.*). La fórmula es 57% de harina de maíz (*Zea mays L.*) y 43% de harina de soya (*Glycine max.*).
2. El alimento instantáneo para niños tiene las siguientes características químicas: energía total 421.57 Kcal., proteína 14.78%, grasa 23.66%, carbohidratos 61.56% de la energía total y cumple con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de EE.UU., 2002. Y el Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar. El aminoácido limitante es la lisina tiene 46.75 mg/g.
3. Se determinó que la temperatura influye sobre el índice de gelatinización y la fórmula no influye. El alimento procesado a la temperatura 2 (170 °C) tiene el mayor índice de gelatinización 98.2367 %, cumpliendo con las especificaciones del Programa Integral de Nutrición Sub Programa Escolar.
4. Se determinó que la fórmula y la temperatura tienen efecto sobre la digestibilidad proteica del alimento instantáneo. Utilizando la fórmula 2 a la temperatura 2 (170°C) obtendremos un producto de mayor digestibilidad proteica 90.24%.
5. Las características organolépticas del producto evaluado con consumidores potenciales no entrenados han sido encontradas satisfactorias, estos resultados están influenciados por los factores en estudio (fórmula y temperatura). Tiene mayor aceptación la fórmula 2 a la temperatura 2 (170°C) con un valor en la escala hedónica de “**me gusta mucho**”.

## RECOMEDACIONES

Del estudio realizado se recomienda lo siguiente:

- ✓ Realizar estudios en el proceso de extrusión de factores como humedad de entrada de las materias primas, geometría del dado, tamaño de partícula, velocidad de alimentación, velocidad de tornillo.
- ✓ Realizar estudios del alimento instantáneo como viscosidad, isothermas de adsorción, índice de peróxidos y vida útil.
- ✓ Mejorar las características organolépticas de productos de reconstitución instantánea, agregando en la fórmula materias primas y aditivos alimentarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). *El cultivo del maíz, su origen y clasificación*. Cuba: Inca.
- Agropecuaria, I. N. (2009). *Cultivo de Maíz*. Nicaragua.
- Andaldúa Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Barcelona: Acribia.
- Astiasarán Anchia, I., & Martínez Hernández, A. (2000). *Alimentos composición y propiedades*. Madrid España: Mc Graw-Hill.
- Bedolla Bernal, S. (2004). *Introducción a la Tecnología de Alimentos*. México: Limusa.
- Bjorck, & Asp. (1983). *Efectos de la Cocción por Extrusión en el Valor Nutricional*. Miami EE. UU.: Pearson.
- Bressani, R., Elias, L., Santos, M., Navarrete, D., & Scrimshaw, N. (1960). *El contenido de nitrógeno y de aminoácidos esenciales de diversas selecciones de maíz*. Roma: Venez.
- Cardoza, B., Guadalupe, C., & Piferiffer Perea, H. (2006). *El maíz: origen, composición química y morfología*. Lima: UNAM.
- Carpenter, R. (2002). *Análisis Sensorial en el desarrollo y control de Calidad de Alimentos*. Barcelona: Acribia S. A.
- Casini, C. (2011). *Eficiencia de Cosecha y Postcosecha*. Argentina: INTA.
- Catricheo, Sanchez, F., Aguayo, M., Digna, B., & Yañez, E. (1989). Desarrollo y Evaluación química y nutricional de un alimento infantil a base de lupino dulce, trigo y leche: *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Mexico: WorldCat.
- Chavez, R., Schmidt, W., Martínez, K., Flores, J., Tamayo, H., Aduviri, M., . . . García, A. (2005). *Epectro de la variabilidad del germoplasma nativo de maíz (Zea mays L.) de la zona alto andina del sur de Perú*. Chile: Idesia.
- De Luna Jiménez, A. (2007). *Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano*. Argentina: Universidad Autónoma de Aguas Calientes.
- Desrosier, N., & Desrosier, J. (1992). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. España: Acribia.
- DRI, I., & RDA, R. (2002). *Food and Nutrition Board*. Washintong DC.: The Nacional Academy Press.
- Espinola, N. (2013). *Obtención de una Papilla a base de camote para niños menores de 3 años*. Lima Perú: Instituto de Investigación y Nutrición.

- Espinosa Manfug's, J. C. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Habana: Editorial Universitaria.
- FAO. (1992). *Evaluación de la calidad de las proteínas*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO. (2002). *NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO*. Roma: FAO.
- Gessner G., H. (1992). *Diccionario de química y de productos químicos*. Madrid: Omega S.A.
- Gracia, G. (2006). *Biología Alimentaria*. Mexico: Limusa.
- Harper, J. T. (1981). *EXTRUSION OF FOODS*. Los Ángeles: CRC-Press.
- Hernandez Alarcon, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogota D.C.: UNAD.
- Hernández Triana, M. (2004). *RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA EL SER HUMANO*. Habana: ISSN.
- Ibañez Moya, F. C., & Barcina Angulo, Y. (2001). *Análisis Sensorial de Alimentos Métodos Y Aplicaciones*. Barcelona: Springer-Verlat Iberica.
- IICV, I. (2006). *Maíz y Nutrición, Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal*. Argentina: IICV.
- INIA, I. (2012). *Generación de Tecnologías Apropriadas Para el Cultivo del Maíz*. Lima.
- INS, C. (2009). *Tablas Peruanas de Composición de Alimentos*. Lima: INS.
- INS, I. (1994). *Programa de Alimentación Complementaria de focalización*. Lima: MINSA.
- Kato Yamakake, A. T. (2009). *Origen y diversificación del Maíz: una revisión analítica*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Linko, P., & Linko, Y. (1981). *Cocción por Ectrusión y Bioconversiones*. Finlandia: Espoo 15.
- Luna Jiménez, A. (2007). *Composición y procesamiento de la soya para consumo humano*. Aguas Calientes México: Universidad Autonoma de Aguas Calientes.
- Luna, A. (1999). *Formulación y Elaboración de Mezclas Proteicas*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Marín Rodríguez, Z. R. (2008). *Elementos de la Nutrición Humana*. Costa Rica: UNED.
- MINAGRI, M. (2016). *Boletín Estadístico de Producción*. Lima: Sistema Integrado de estadística Agraria.

- Moreno Rojas, R. (2000). *Nutrición y Dietética para Tecnólogos de Alimentos*. Madrid España: Díaz de Santos S.A.
- Repo Carrasco, R. (1999). *Elaboración de una mezcla alimenticia a base de granos andinos, quinua, cañihua, kiwicha y tarwi por el proceso de cocción por extrusión*. Puno.
- Ridner, E., & et al. (2006). *Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud*. Buenos Aires: Grupo Q S.A.
- Salinas Moreno, Saavedra Arellano, Y., Soria Ruiz, S., & Espinoza Trujillo, E. (2008). *Características fisicoquímicas y contenido de carotenoides en maíces (Zea mays L.) amarillos cultivados en el Estado de México*. Mexico: Departamento de Agricultura.
- Sancho, J. (2002). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*. Barcenola: Acribia.
- Schutz, H. (2003). *Sources invalidity in the Sensory Evaluation of Food*. New York: Food Techn Segunda Edición.
- USDA/ARS. (2014). *United States Department of Agriculture/Agricultural Research Service. National Nutrient Database for Standard Reference*. Miami.
- Valladares, C. A. (2012). *Taxonomía y Botánica de los cultivos de grano*. Honduras: La Ceiba.
- Valls Porta, A. (1993). *El proceso de extrusión en los cereales y habas de soja y efecto de la extrusión sobre la utilización de nutrientes*. Barcelona: FEDNA.
- Villagran Andrade, S. (2009). *Nutrición y alimentación en el desarrollo de los niños y niñas de 5 a 6 años de los centros infantiles fiscales de la parroquia de san Antonio de pichincha*. Quito Ecuador.
- Watson, S. (1987). *Structure and composition*. St Paul EE.UU.: Assoc. Cereal Chem.
- Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1995). *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Ottawa: Canadá.

# ANEXOS



**Anexo 1: NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE SOJA**

1. Se entiende por Soja, a los efectos de la presente reglamentación, a los granos de la especie: **Glycine max**.
2. Base de comercialización:  

Las entregas de soja quedan sujetas a la siguiente base de comercialización:

  - 2.1. Materias extrañas: uno coma cero por ciento (1,0%) incluido cero coma cinco por ciento (0,5%) de tierra.
  - 2.2. granos quebrados y/o partidos: veinte coma cero por ciento (20,0%).
  - 2.3. granos dañados: cinco coma cero por ciento (5,0%).
  - 2.4. granos verdes: cinco coma cero por ciento (5,0%).
  - 2.5. humedad 13.5%
3. Definiciones y especificaciones:
  - 3.1. Materias extrañas: Son todos aquellos granos o pedazos de granos que no sean de soja y toda otra materia inerte, incluida la cáscara de soja.
  - 3.2. Granos negros: Son aquellos granos o pedazos de granos de soja cuya cáscara sea de color negro, conservando su interior de coloración y textura normal.
  - 3.3. Granos quebrados y/o partidos: Son aquellos pedazos de granos de soja, cualquiera sea su tamaño.
  - 3.4. Granos dañados: Son aquellos granos o pedazos de granos de soja que presenten alteración sustancial en su color, forma y/o textura normal interna y externa, no debiéndose castigar como tales a aquellos granos que presenten solamente manchas o alteraciones en la superficie conservando su parte interna inalterada. A tales efectos, se considerarán granos dañados los siguientes:
    - 3.4.1. Brotado: Todo grano que haya iniciado manifiestamente el proceso de germinación.

- 3.4.2. Fermentado y ardido: Todo grano o pedazo de grano que presente un oscurecimiento manifiesto en más del cincuenta por ciento (50%) de su parte interna, acompañado por una alteración en su estructura debida a un principio de descomposición.
- 3.4.3. Dañado por calor: Todo grano o pedazo de grano que presente una alteración en su coloración por acción de elevadas temperaturas de secado. Esta alteración se manifiesta con coloraciones marrones.
- 3.4.4. Granos quemados o “de avería”: Todo grano o pedazo de grano que presente una alteración extrema en su coloración interna y externa por acción de elevadas temperaturas de secado y/o exposición al fuego. Tal defecto se manifiesta como un paso más avanzado que el descrito coloraciones marrones oscuras a negruzcas, acompañadas por olor y sabor a tostado.
- 3.4.5. Podrido: Comprende todo grano o pedazo de grano totalmente deteriorado por procesos avanzados de descomposición.
- 3.5. Granos verdes: Todo grano o pedazo de grano que presente externamente cualquier intensidad de coloración verdosa total o parcial.
- 3.6. Humedad: Es el contenido de agua, expresado en por ciento al décimo, obtenido sobre una muestra tal cual, a través de los métodos utilizados por el SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA o cualquier otro método que dé resultados equivalentes.
- 3.7. Chamico: Son las semillas de *Datura ferox* L.
- 3.8. Insectos y/o arácnidos vivos: Son aquellos que afectan a los granos almacenados (gorgojos, carcomas, etcétera).
- 3.9.

## **Anexo 2: NORMA DE CALIDAD PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO**

### **I.-ANTECEDENTES**

La ficha original fue elaborada e incluida en el SEACE, por iniciativa de CONSUCODE, ella manifiesta que el Maíz Amarillo Duro, es la planta cultivada *Zea Mays L.* gramínea cuyo grano es la base para la preparación de concentrados para la avicultura y ganadería, así como para la industria alimentaria.

El Maíz amarillo duro, es el grano que pertenece a los maíces cristalinos duros o semiduros, comprendidos en la especie *Zea Mays L.*

### **II.-FICHA TECNICA INICIAL**

La ficha inicial del Maíz Amarillo Duro, considera que es el grano que pertenece a los maíces cristalinos duros o semiduros, comprendidos en la especie *Zea Mays L.* variedad *indurata*.

Clase, es la denominación comercial de un producto agrícola, que puede pertenecer a una forma varietal o a un conjunto de ellas.

Grado, es el valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando cada uno de los componentes que determina la calidad del grano.

### **IV.-FICHA TECNICA SUGERIDA**

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

- **Definición**

Maíz Amarillo Duro, es el grano que pertenece a los maíces cristalinos duros o semiduros, comprendidos en la especie *Zea Mays L.*

Clase, es la denominación comercial de un producto agrícola, que puede pertenecer a una forma varietal o a un conjunto de ellas.

Grado, es el valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando cada uno de los componentes que determina la calidad del grano.

Grano contrastante, es el grano cuya clase es diferente a la que se analiza.

Grano enfermo, es el maíz que presenta cualquiera de los siguientes defectos: lesión total o parcial causada por agentes químicos o biológicos y/o mancha o decoloración producida por las causas anteriormente citadas.

Grano picado, es el maíz que presenta perforaciones causadas por insectos.

Grano roto, es el maíz que ha perdido hasta el 50% de su tamaño.

Materia extraña, es toda materia correspondiente a restos vegetales, insectos muertos, paja, tierra, piedra y otros restos.

Mezcla, es todo grano considerado en las definiciones de otros granos y granos contratantes.

Otros granos, son todos aquellos granos comestibles, excepto los de la especie *Zea Mays* L. variedad *indurata*.

El maíz amarillo duro, es de clase única.

- **Grados**

El maíz amarillo duro, se clasifica en 3 grados.

El grado del maíz amarillo duro, se determina por el valor del componente de calidad, cuyo porcentaje corresponde al grado más bajo de la siguiente tabla.

Designación del grado, se designa con el número que le corresponde: Ejemplo:

Maíz amarillo duro. Grado 1.

Grados y tolerancias para clasificar al Maíz Amarillo Duro.

Valores Máximos (%)

Grado 1:

Materias extrañas:

Rotos: 2,0

Enfermos:2,0

Granos con defectos:

Picados:2,0

Otros granos:0,5

Mezclas Granos Contrastantes: 1,0

Grado 2:

Materias extrañas:

Rotos: 4,0

Enfermos:4,0

Granos con defectos:

Picados:4,0

Otros granos:2,0

Mezclas Granos Contrastantes: 5,0

Grado 3:

Materias extrañas:

Rotos: 8,0

Enfermos:6,0

Granos con defectos:

Picados:8,0

Otros granos:2,0

Mezclas Granos Contrastantes: 10,0

- Humedad

Humedad máxima: 14.5% para los grados 1, 2 y 3.

Contenido de humedad: se especificará el contenido de humedad del grano en términos de porcentaje.

Un contenido superior a 14.5% es riesgoso para la conservación.

Si este fuera el caso, el vendedor deberá asumir el costo del secado y descontar en el peso del lote el porcentaje excedente sobre 14.5%.

### Anexo 3: Cálculo de la composición química

Calculo de la composición química de 100 % de soya y 0 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	100	426.6	426.6	11.8	11.80	28.30	28.30	19.00	19.00	35.60	35.60	5.30	5.30
Maíz amarillo	0	0	363.69	0	13.6	0	6.70	0	4.81	0	73.40	0	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>426.6</b>		<b>11.8</b>		<b>28.3</b>		<b>19</b>		<b>35.6</b>		<b>5.30</b>	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	100	437.65	437.65	4.00	4.00	30.77	30.77	20.66	20.66	38.81	38.81	5.76	5.76
Maíz amarillo extruido	0	0.00	409.43	0.00	4.00	0.00	7.43	0.00	5.32	0.00	81.59	0.00	1.66
Alimento Instantáneo	100	437.65		4.00		30.77		20.66		38.81		5.76	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	106.77	172.92	157.96	437.65
% calculado en energía		24.40	39.51	36.09	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 90 % de soya y 10 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	90	383.94	426.6	10.62	11.80	25.47	28.30	17.10	19.00	32.04	35.60	4.77	5.30
Maíz amarillo	10	36.369	363.69	1.36	13.6	0.67	6.70	0.481	4.81	7.34	73.40	0.149	1.49
TOTAL	100	420.309		11.98		26.14		17.581		39.38		4.92	

CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	90	393.89	437.65	3.60	4.00	27.69	30.77	18.59	20.66	34.93	38.81	5.18	5.76
Maíz amarillo extruido	10	40.94	409.43	0.40	4.00	0.74	7.43	0.53	5.32	8.16	81.59	0.17	1.66
Alimento Instantáneo	100	434.83		4.00		28.44		19.13		43.09		5.35	

REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	98.97	160.08	175.78	434.83
% calculado en energía		22.76	36.82	40.42	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.



Calculo de la composición química de 80 % de soya y 20 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	80	341.28	426.6	9.44	11.80	22.64	28.30	15.20	19.00	28.48	35.60	4.24	5.30
Maiz amarillo	20	72.738	363.69	2.72	13.6	1.34	6.70	0.962	4.81	14.68	73.40	0.298	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>414.018</b>		<b>12.16</b>		<b>23.98</b>		<b>16.162</b>		<b>43.16</b>		<b>4.54</b>	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	80	350.12	437.65	3.20	4.00	24.62	30.77	16.53	20.66	31.05	38.81	4.61	5.76
Maiz amarillo extruido	20	81.89	409.43	0.80	4.00	1.49	7.43	1.06	5.32	16.32	81.59	0.33	1.66
Alimento Instantáneo	100	432.01		4.00		26.10		17.59		47.37		4.94	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	91.17	147.25	193.60	432.01
% calculado en energía		21.10	34.08	44.81	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 70 % de soya y 30 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	70	298.62	426.6	8.26	11.80	19.81	28.30	13.30	19.00	24.92	35.60	3.71	5.30
Maíz amarillo	30	109.107	363.69	4.08	13.6	2.01	6.70	1.443	4.81	22.02	73.40	0.447	1.49
TOTAL	100	407.727		12.34		21.82		14.743		46.94		4.16	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	70	306.36	437.65	2.80	4.00	21.54	30.77	14.46	20.66	27.17	38.81	4.03	5.76
Maíz amarillo extruido	30	122.83	409.43	1.20	4.00	2.23	7.43	1.60	5.32	24.48	81.59	0.50	1.66
Alimento Instantáneo	100	429.19		4.00		23.77		16.06		51.64		4.53	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	83.37	134.41	211.41	429.19
% calculado en energía		19.42	31.32	49.26	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 60 % de soya y 40 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	60	255.96	426.6	7.08	11.80	16.98	28.30	11.40	19.00	21.36	35.60	3.18	5.30
Maíz amarillo	40	145.476	363.69	5.44	13.6	2.68	6.70	1.924	4.81	29.36	73.40	0.596	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>401.436</b>		<b>12.52</b>		<b>19.66</b>		<b>13.324</b>		<b>50.72</b>		<b>3.78</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	60	262.59	437.65	2.40	4.00	18.46	30.77	12.40	20.66	23.29	38.81	3.46	5.76
Maíz amarillo extruido	40	163.77	409.43	1.60	4.00	2.97	7.43	2.13	5.32	32.64	81.59	0.66	1.66
Alimento Instantáneo	100	426.37		4.00		21.43		14.52		55.92		4.12	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	75.56	121.57	229.23	426.37
% calculado en energía		17.72	28.51	53.76	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 50 % de soya y 50 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	50	213.3	426.6	5.9	11.80	14.15	28.30	9.50	19.00	17.80	35.60	2.65	5.30
Maíz amarillo	50	181.845	363.69	6.8	13.6	3.35	6.70	2.405	4.81	36.7	73.40	0.745	1.49
TOTAL	100	395.145		12.7		17.5		11.905		54.5		3.40	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	50	218.83	437.65	2.00	4.00	15.39	30.77	10.33	20.66	19.41	38.81	2.88	5.76
Maíz amarillo extruido	50	204.72	409.43	2.00	4.00	3.72	7.43	2.66	5.32	40.80	81.59	0.83	1.66
Alimento Instantáneo	100	423.54		4.00		19.10		12.99		60.20		3.71	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	67.76	108.73	247.05	423.54
% calculado en energía		16.00	25.67	58.33	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 40 % de soya y 60 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	40	170.64	426.6	4.72	11.80	11.32	28.30	7.60	19.00	14.24	35.60	2.12	5.30
Maíz amarillo	60	218.214	363.69	8.16	13.6	4.02	6.70	2.886	4.81	44.04	73.40	0.894	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>388.854</b>		<b>12.88</b>		<b>15.34</b>		<b>10.486</b>		<b>58.28</b>		<b>3.01</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	40	175.06	437.65	1.60	4.00	12.31	30.77	8.26	20.66	15.52	38.81	2.30	5.76
Maíz amarillo extruido	60	245.66	409.43	2.40	4.00	4.46	7.43	3.19	5.32	48.95	81.59	1.00	1.66
Alimento Instantáneo	100	420.72		4.00		16.77		11.46		64.48		3.30	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	59.96	95.89	264.87	420.72
% calculado en energía		14.25	22.79	62.96	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 30 % de soya y 70 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	30	127.98	426.6	3.54	11.80	8.49	28.30	5.70	19.00	10.68	35.60	1.59	5.30
Maíz amarillo	70	254.583	363.69	9.52	13.6	4.69	6.70	3.367	4.81	51.38	73.40	1.043	1.49
TOTAL	100	382.563		13.06		13.18		9.067		62.06		2.63	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	30	131.30	437.65	1.20	4.00	9.23	30.77	6.20	20.66	11.64	38.81	1.73	5.76
Maíz amarillo extruido	70	286.60	409.43	2.80	4.00	5.20	7.43	3.72	5.32	57.11	81.59	1.16	1.66
Alimento Instantáneo	100	417.90		4.00		14.43		9.92		68.76		2.89	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	52.16	83.05	282.69	417.90
% calculado en energía		12.48	19.87	67.65	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 20 % de soya y 80 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	20	85.32	426.6	2.36	11.80	5.66	28.30	3.80	19.00	7.12	35.60	1.06	5.30
Maíz amarillo	80	290.952	363.69	10.88	13.6	5.36	6.70	3.848	4.81	58.72	73.40	1.192	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>376.272</b>		<b>13.24</b>		<b>11.02</b>		<b>7.648</b>		<b>65.84</b>		<b>2.25</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	20	87.53	437.65	0.80	4.00	6.15	30.77	4.13	20.66	7.76	38.81	1.15	5.76
Maíz amarillo extruido	80	327.55	409.43	3.20	4.00	5.94	7.43	4.26	5.32	65.27	81.59	1.33	1.66
Alimento Instantáneo	100	415.08		4.00		12.10		8.39		73.03		2.48	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	44.36	70.21	300.51	415.08
% calculado en energía		10.69	16.91	72.40	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 10 % de soya y 90 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	10	42.66	426.6	1.18	11.80	2.83	28.30	1.90	19.00	3.56	35.60	0.53	5.30
Maíz amarillo	90	327.321	363.69	12.24	13.6	6.03	6.70	4.329	4.81	66.06	73.40	1.341	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>369.981</b>		<b>13.42</b>		<b>8.86</b>		<b>6.229</b>		<b>69.62</b>		<b>1.87</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	10	43.77	437.65	0.40	4.00	3.08	30.77	2.07	20.66	3.88	38.81	0.58	5.76
Maíz amarillo extruido	90	368.49	409.43	3.60	4.00	6.69	7.43	4.79	5.32	73.43	81.59	1.49	1.66
Alimento Instantáneo	100	412.26		4.00		9.76		6.85		77.31		2.07	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	36.56	57.37	318.33	412.26
% calculado en energía		8.87	13.92	77.22	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.



Calculo de la composición química de 0 % de soya y 100 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	0	0	426.6	0	11.80	0.00	28.30	0.00	19.00	0.00	35.60	0.00	5.30
Maíz amarillo	100	363.69	363.69	13.6	13.6	6.7	6.70	4.81	4.81	73.4	73.40	1.49	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>363.69</b>		<b>13.6</b>		<b>6.7</b>		<b>4.81</b>		<b>73.4</b>		<b>1.49</b>	

#### CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	0	0.00	437.65	0.00	4.00	0.00	30.77	0.00	20.66	0.00	38.81	0.00	5.76
Maíz amarillo extruido	100	409.43	409.43	4.00	4.00	7.43	7.43	5.32	5.32	81.59	81.59	1.66	1.66
Alimento Instantáneo	100	409.43		4.00		7.43		5.32		81.59		1.66	

#### REQUISITOS FISICO-QUIMICOS

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	28.75	44.53	336.15	409.43
% calculado en energía		7.02	10.88	82.10	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 76 % de soya y 24 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	76	324.216	426.6	8.968	11.80	21.51	28.30	14.44	19.00	27.06	35.60	4.03	5.30
Maíz amarillo	24	87.2856	363.69	3.264	13.6	1.608	6.70	1.1544	4.81	17.616	73.40	0.3576	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>411.5016</b>		<b>12.232</b>		<b>23.116</b>		<b>15.5944</b>		<b>44.672</b>		<b>4.39</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	76	332.62	437.65	3.04	4.00	23.39	30.77	15.70	20.66	29.50	38.81	4.38	5.76
Maíz amarillo extruido	24	98.26	409.43	0.96	4.00	1.78	7.43	1.28	5.32	19.58	81.59	0.40	1.66
Alimento Instantáneo	100	430.88		4.00		25.17		16.98		49.08		4.78	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	88.05	142.11	200.72	430.88
% calculado en energía		20.43	32.98	46.58	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

Calculo de la composición química de 43 % de soya y 57 % de maíz

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya	43	183.438	426.6	5.074	11.80	12.17	28.30	8.17	19.00	15.31	35.60	2.28	5.30
Maíz amarillo	57	207.3033	363.69	7.752	13.6	3.819	6.70	2.7417	4.81	41.838	73.40	0.8493	1.49
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>390.7413</b>		<b>12.826</b>		<b>15.988</b>		<b>10.9117</b>		<b>57.146</b>		<b>3.13</b>	

**CALCULOS LUEGO DEL PROCESO DE EXTRUSION**

INSUMOS	CANTIDAD	ENERGIA		AGUA		PROTEINA		GRASA		CARBOHIDRATOS		CENIZAS	
		Kcal		Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%	Gramos	%
Soya extruida	43	188.19	437.65	1.72	4.00	13.23	30.77	8.88	20.66	16.69	38.81	2.48	5.76
Maíz amarillo extruido	57	233.38	409.43	2.28	4.00	4.24	7.43	3.03	5.32	46.51	81.59	0.95	1.66
Alimento Instantáneo	100	421.57		4.00		17.47		11.92		63.19		3.42	

**REQUISITOS FISICO-QUIMICOS**

	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	TOTAL Kcal
REQUISITO	MENOR A 5%	10 - 35 % de la energía total	20-35% de la energía total	45 - 65% de la energía total	400 Kcal mínimo
CALCULADO	4	62.30	99.74	259.53	421.57
% calculado en energía		14.78	23.66	61.56	100.00

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002) y PIN-Sub Programa Escolar.

#### Anexo 4: Cálculo de la fórmula óptima aplicando solver

Cálculo de la fórmula óptima al 100 % de las recomendaciones utilizando Solver

Componente	Maíz	Soya	Cantidad Calculada	Signo	Cantidad necesaria
	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	=	<b>1</b>
<b>Energía</b>	<b>409.43</b>	<b>437.65</b>	<b>430.88</b>	≥	<b>400</b>
<b>Proteína</b>	<b>28.75</b>	<b>106.77</b>	<b>88.05</b>	≥	<b>40</b>
<b>Proteína</b>	<b>28.75</b>	<b>106.77</b>	<b>88.05</b>	≤	<b>140</b>
<b>Grasa</b>	<b>44.53</b>	<b>172.92</b>	<b>142.11</b>	≥	<b>80</b>
<b>Grasa</b>	<b>44.53</b>	<b>172.92</b>	<b>142.11</b>	≤	<b>160</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>336.15</b>	<b>157.96</b>	<b>200.73</b>	≥	<b>180</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>336.15</b>	<b>157.96</b>	<b>200.73</b>	≤	<b>260</b>
<b>histidina</b>	<b>31.00</b>	<b>25.00</b>	<b>26.44</b>	≥	<b>18</b>
<b>Leucina</b>	<b>146.00</b>	<b>78.00</b>	<b>94.32</b>	≥	<b>51</b>
<b>Isoleucina</b>	<b>42.00</b>	<b>48.00</b>	<b>46.56</b>	≥	<b>25</b>
<b>Lisina</b>	<b>36.00</b>	<b>61.00</b>	<b>55.00</b>	≥	<b>55</b>
<b>Met + Cis</b>	<b>30.00</b>	<b>31.00</b>	<b>30.76</b>	≥	<b>25</b>
<b>Treonina</b>	<b>41.00</b>	<b>43.00</b>	<b>42.52</b>	≥	<b>27</b>
<b>Fen + Tir</b>	<b>110.00</b>	<b>88.00</b>	<b>93.28</b>	≥	<b>47</b>
<b>Triptonafo</b>	<b>7.00</b>	<b>15.00</b>	<b>13.08</b>	≥	<b>7</b>
<b>Valina</b>	<b>57.00</b>	<b>52.00</b>	<b>53.20</b>	≥	<b>32</b>

<b>Formula</b>	<b>0.24</b>	<b>0.76</b>
<b>Formula (%)</b>	<b>24</b>	<b>76</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

Calculo de la fórmula optima al 85 % de las recomendaciones utilizando Solver

Componente	Maiz	Soya	Cantidad Calculada	Signo	Cantidad Necesaria
	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	=	<b>1.00</b>
<b>Energía</b>	<b>409.43</b>	<b>437.65</b>	<b>421.56</b>	≥	<b>400.00</b>
<b>Proteína</b>	<b>28.75</b>	<b>106.77</b>	<b>62.30</b>	≥	<b>40.00</b>
<b>Proteína</b>	<b>28.75</b>	<b>106.77</b>	<b>62.30</b>	≤	<b>140.00</b>
<b>Grasa</b>	<b>44.53</b>	<b>172.92</b>	<b>99.74</b>	≥	<b>80.00</b>
<b>Grasa</b>	<b>44.53</b>	<b>172.92</b>	<b>99.74</b>	≤	<b>160.00</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>336.15</b>	<b>157.96</b>	<b>259.53</b>	≥	<b>180.00</b>
<b>Carbohidratos</b>	<b>336.15</b>	<b>157.96</b>	<b>259.53</b>	≤	<b>260.00</b>
<b>histidina</b>	<b>31.00</b>	<b>25.00</b>	<b>28.42</b>	≥	<b>15.30</b>
<b>Leucina</b>	<b>146.00</b>	<b>78.00</b>	<b>116.76</b>	≥	<b>43.35</b>
<b>Isoleucina</b>	<b>42.00</b>	<b>48.00</b>	<b>44.58</b>	≥	<b>21.25</b>
<b>Lisina</b>	<b>36.00</b>	<b>61.00</b>	<b>46.75</b>	≥	<b>46.75</b>
<b>Met + Cis</b>	<b>30.00</b>	<b>31.00</b>	<b>30.43</b>	≥	<b>21.25</b>
<b>Treonina</b>	<b>41.00</b>	<b>43.00</b>	<b>41.86</b>	≥	<b>22.95</b>
<b>Fen + Tir</b>	<b>110.00</b>	<b>88.00</b>	<b>100.54</b>	≥	<b>39.95</b>
<b>Triptonafo</b>	<b>7.00</b>	<b>15.00</b>	<b>10.44</b>	≥	<b>5.95</b>
<b>Valina</b>	<b>57.00</b>	<b>52.00</b>	<b>54.85</b>	≥	<b>27.20</b>

<b>Formula</b>	<b>0.57</b>	<b>0.43</b>
<b>Formula (%)</b>	<b>57.00</b>	<b>43.00</b>

**Fuente:** Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Anexo 5: Computo de aminoácidos**

**Computo de aminoácidos en 100 % de soya y 0 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	100	25	25	78	78	48	48	61	61	31	31	43	43	88	88	15	15	52	52
Maíz	0	0	31	0	146	0	42	0	36	0	30	0	41	0	110	0	7	0	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>25</b>		<b>78</b>		<b>48</b>		<b>61</b>		<b>31</b>		<b>43</b>		<b>88</b>		<b>15</b>		<b>52</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18			47		25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	138.89			165.96		192		110.91		124		159.26		187.23		214.29		162.5	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 90% de soya y 10 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	90	22.5	25	70.2	78	43.2	48	54.9	61	27.9	31	38.7	43	79.2	88	13.5	15	46.8	52
Maíz	10	3.1	31	14.6	146	4.2	42	3.6	36	3	30	4.1	41	11	110	0.7	7	5.7	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>25.6</b>		<b>84.8</b>		<b>47.4</b>		<b>58.5</b>		<b>30.9</b>		<b>42.8</b>		<b>90.2</b>		<b>14.2</b>		<b>52.5</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18			47		25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	142.22			180.43		189.6		106.36		123.6		158.52		191.91		202.86		164.06	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. 2002).

**Computo de aminoácidos en 80 % de soya y 20 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g
Soya	80	20	25	62.4	78	38.4	48	48.8	61	24.8	31	34.4	43	70.4	88	12	15	41.6	52
Maíz	20	6.2	31	29.2	146	8.4	42	7.2	36	6	30	8.2	41	22	110	1.4	7	11.4	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>26.2</b>		<b>91.6</b>		<b>46.8</b>		<b>56</b>		<b>30.8</b>		<b>42.6</b>		<b>92.4</b>		<b>13.4</b>		<b>53</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18			47		25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	145.56			194.89		187.2		101.82		123.2		157.78		196.6		191.43		165.63	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 70% de soya y 30 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g	mg/mezcla	mg/g
Soya	70	17.5	25	54.6	78	33.6	48	42.7	61	21.7	31	30.1	43	61.6	88	10.5	15	36.4	52
Maíz	30	9.3	31	43.8	146	12.6	42	10.8	36	9	30	12.3	41	33	110	2.1	7	17.1	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>26.8</b>		<b>98.4</b>		<b>46.2</b>		<b>53.5</b>		<b>30.7</b>		<b>42.4</b>		<b>94.6</b>		<b>12.6</b>		<b>53.5</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18			47		25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	148.89			209.36		184.8		97.273		122.8		157.04		201.28		180		167.19	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 60 % de soya y 40 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	60	15	25	46.8	78	28.8	48	36.6	61	18.6	31	25.8	43	52.8	88	9	15	31.2	52
Maíz	40	12.4	31	58.4	146	16.8	42	14.4	36	12	30	16.4	41	44	110	2.8	7	22.8	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>27.4</b>		<b>105.2</b>		<b>45.6</b>		<b>51</b>		<b>30.6</b>		<b>42.2</b>		<b>96.8</b>		<b>11.8</b>		<b>54</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18							55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	152.22			223.83		182.4		92.727		122.4		156.3		205.96		168.57		168.75	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 50% de soya y 50 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	50	12.5	25	39	78	24	48	30.5	61	15.5	31	21.5	43	44	88	7.5	15	26	52
Maíz	50	15.5	31	73	146	21	42	18	36	15	30	20.5	41	55	110	3.5	7	28.5	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>28</b>		<b>112</b>		<b>45</b>		<b>48.5</b>		<b>30.5</b>		<b>42</b>		<b>99</b>		<b>11</b>		<b>54.5</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18							55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	155.56			238.3		180		88.182		122		155.56		210.64		157.14		170.31	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).



**Computo de aminoácidos en 40 % de soya y 60 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	40	10	25	31.2	78	19.2	48	24.4	61	12.4	31	17.2	43	35.2	88	6	15	20.8	52
Maíz	60	18.6	31	87.6	146	25.2	42	21.6	36	18	30	24.6	41	66	110	4.2	7	34.2	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>28.6</b>		<b>118.8</b>		<b>44.4</b>		<b>46</b>		<b>30.4</b>		<b>41.8</b>		<b>101.2</b>		<b>10.2</b>		<b>55</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18					25		55		25		27		47			7		32
Computo de aa	158.89			252.77		177.6		83.636		121.6		154.81		215.32		145.71		171.88	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 30% de soya y 70 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g
Soya	30	7.5	25	23.4	78	14.4	48	18.3	61	9.3	31	12.9	43	26.4	88	4.5	15	15.6	52
Maíz	70	21.7	31	102.2	146	29.4	42	25.2	36	21	30	28.7	41	77	110	4.9	7	39.9	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>29.2</b>		<b>125.6</b>		<b>43.8</b>		<b>43.5</b>		<b>30.3</b>		<b>41.6</b>		<b>103.4</b>		<b>9.4</b>		<b>55.5</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18					25		55		25		27		47			7		32
Computo de aa	162.22			267.23		175.2		79.091		121.2		154.07		220		134.29		173.44	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 20 % de soya y 80 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g
Soya	20	5	25	15.6	78	9.6	48	12.2	61	6.2	31	8.6	43	17.6	88	3	15	10.4	52
Maíz	80	24.8	31	116.8	146	33.6	42	28.8	36	24	30	32.8	41	88	110	5.6	7	45.6	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>29.8</b>		<b>132.4</b>		<b>43.2</b>		<b>41</b>		<b>30.2</b>		<b>41.4</b>		<b>105.6</b>		<b>8.6</b>		<b>56</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18					25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	165.56			281.7		172.8		74.545		120.8		153.33		224.68		122.86		175	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 10% de soya y 90 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/g
Soya	10	2.5	25	7.8	78	4.8	48	6.1	61	3.1	31	4.3	43	8.8	88	1.5	15	5.2	52
Maíz	90	27.9	31	131.4	146	37.8	42	32.4	36	27	30	36.9	41	99	110	6.3	7	51.3	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>30.4</b>		<b>139.2</b>		<b>42.6</b>		<b>38.5</b>		<b>30.1</b>		<b>41.2</b>		<b>107.8</b>		<b>7.8</b>		<b>56.5</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18			47		25		55		25		27		47		7		32	
Computo de aa	168.89			296.17		170.4		70		120.4		152.59		229.36		111.43		176.56	

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 0 % de soya y 100 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla
Soya	0	0	25	0	78	0	48	0	61	0	31	0	43	0	88	0	15	0	52
Maíz	100	31	31	146	146	42	42	36	36	30	30	41	41	110	110	7	7	57	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>146</b>	<b>146</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>57</b>	<b>57</b>

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18							55		25		27							32
Computo de aa	172.22			310.64		168		65.455		120		151.85		234.04		100			178.13

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 76 % de soya y 24 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla
Soya	76	19	25	59.28	78	36.48	48	46.36	61	23.56	31	32.68	43	66.88	88	11.4	15	39.52	52
Maíz	24	7.44	31	35.04	146	10.08	42	8.64	36	7.2	30	9.84	41	26.4	110	1.68	7	13.68	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>26.44</b>	<b>31</b>	<b>94.32</b>	<b>146</b>	<b>46.56</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>36</b>	<b>30.76</b>	<b>30</b>	<b>42.52</b>	<b>41</b>	<b>93.28</b>	<b>110</b>	<b>13.08</b>	<b>7</b>	<b>53.2</b>	<b>57</b>

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18							55		25		27							32
Computo de aa	146.89			200.68		186.24		100		123.04		157.48		198.47		186.86			166.25

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Computo de aminoácidos en 43 % de soya y 57 % de maíz amarillo**

INSUMOS	CANTIDAD %	Histidina		Leucina		Isoleucina		Lisina		Met + Cis		Treonina		Fen + Tir		Triptófano		Valina	
		mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla	mg/ mezcla	mg/g	mg/ mezcla
Soya	43	10.75	25	33.54	78	20.64	48	26.23	61	13.33	31	18.49	43	37.84	88	6.45	15	22.36	52
Maíz	57	17.67	31	83.22	146	23.94	42	20.52	36	17.1	30	23.37	41	62.7	110	3.99	7	32.49	57
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>28.42</b>		<b>116.76</b>		<b>44.58</b>		<b>46.75</b>		<b>30.43</b>		<b>41.86</b>		<b>100.54</b>		<b>10.44</b>		<b>54.85</b>	

Requerimiento FAO/WHO/OMS	18	47		25		27		47		25		27		47		7		32
Computo de aa	157.89	248.43		178.32		155.04		213.91		121.72		155.04		213.91		149.14		171.41

Fuente: Elaborado por los autores y comparado con las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición EE. UU. (2002).

**Anexo 6: Formato de evaluación sensorial**

FORMATO PARA EVALUACIÓN HEDÓNICA VERBAL  
 "ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS ELABORADO CON HARINAS DE MAIZ (*Zea mays L.*) Y SOYA (*Glycine max*) EXTRUIDOS"

NOMBRE:	FECHA:									
.....	.....									
<p>Pruebe el producto que se presenta a continuación          Por favor marque con una X, el cuadro que esta junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar.</p>										
ESCALA	MUESTRA	306	425	735	377	537	635	375	614	577
Me gusta muchísimo (9)										
Me gusta mucho (8)										
Me gusta moderadamente (7)										
Me gusta ligeramente (6)										
Ni me gusta ni me disgusta (5)										
Me disgusta ligeramente (4)										
Me disgusta moderadamente (3)										
Me disgusta mucho (2)										
Me disgusta muchísimo (1)										
COMENTARIOS:										
_____										
_____										
_____										
MUCHAS GRACIAS!										

Fuente: Elaborado por los autores basado en lo propuesto por (Hernandez Alarcon, 2005)

## Anexo 7: Resultados de la evaluación sensorial y promedios

Resultados de la Prueba Hedónica Verbal para la Apariencia																														
Temp.	Formula 1									Formula 2									Formula 3											
	160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C					
Código	306			425			735			377			537			635			375			614			577					
Jueces	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	4	5	4	7	8	7	7	7	8	5	6	6	8	9	8	6	7	8	6	5	4	8	7	8	6	5	8			
2	4	6	4	8	8	7	6	8	7	6	5	4	9	8	8	6	7	8	4	6	6	8	8	7	6	7	7			
3	3	4	5	9	8	8	7	6	7	4	6	6	9	8	8	6	7	6	6	5	9	6	8	5	6	7	7			
4	5	6	6	8	7	7	7	6	7	6	4	5	8	9	8	7	8	7	5	4	5	8	6	7	7	8	7			
5	4	3	4	7	8	8	6	7	8	5	5	7	8	8	8	7	7	8	5	6	4	7	8	8	7	7	8			
6	4	6	5	8	7	7	8	8	7	6	4	6	8	7	8	6	8	7	6	6	5	8	7	7	6	8	7			
7	5	5	5	9	8	8	7	8	7	5	6	6	9	8	8	7	8	7	5	5	6	9	8	8	7	8	7			
8	6	5	4	8	8	6	6	7	6	7	5	5	8	8	8	8	8	4	5	6	8	8	6	6	8	8	8			
9	6	5	3	8	7	8	6	7	8	5	5	6	8	9	8	6	7	8	6	5	6	8	7	8	6	7	8			
10	5	6	4	8	8	7	7	5	7	6	5	4	8	8	7	6	7	7	5	6	6	8	8	7	6	7	7			
11	5	5	5	7	9	7	7	8	7	4	6	5	7	9	8	6	8	8	5	5	5	7	9	7	6	7	8			
12	5	6	5	6	7	8	6	7	6	6	5	6	8	7	8	6	8	6	5	4	5	8	7	8	6	8	6			
13	5	4	5	8	8	8	7	7	6	5	6	7	8	8	8	7	6	6	5	5	6	8	8	8	7	6	6			
14	4	6	4	7	8	7	8	6	7	6	5	6	8	8	7	8	6	7	5	6	5	7	6	7	8	6	7			
15	6	5	6	6	7	8	6	7	8	5	4	7	8	7	8	8	8	6	5	6	6	7	8	8	8	8	7			
16	4	5	5	9	8	7	7	6	7	6	6	5	9	8	7	7	6	7	4	5	5	9	8	7	7	6	7			
17	5	6	5	7	7	8	7	7	6	5	5	6	7	7	8	7	7	6	5	6	5	8	8	8	7	7	6			
18	4	6	6	8	7	6	6	6	6	6	6	7	8	9	8	8	6	8	5	4	5	8	9	8	8	6	8			
19	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	6	5	9	7	7	6	7	6	5	6	6	6	7	7	6	7	6			
20	4	5	5	7	8	8	7	8	7	5	6	6	7	8	8	7	8	7	6	5	5	7	8	8	7	7	7			
21	5	6	4	7	8	7	7	6	7	6	7	6	7	8	7	7	6	6	5	6	4	8	8	7	7	6	6			
22	4	5	6	8	8	8	6	7	6	5	5	5	8	7	8	6	7	6	6	5	6	8	7	8	7	7	6			
23	5	4	5	8	8	8	6	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	8	5	4	5	6	8	7	7	7	7			
24	5	4	6	7	8	8	7	6	6	5	5	7	7	9	8	8	6	6	4	5	6	7	8	8	8	6	6			
25	4	3	4	8	7	9	6	7	7	6	5	5	8	7	9	8	7	7	5	4	6	8	7	7	8	7	7			
26	6	5	5	8	8	8	7	7	6	7	6	6	8	8	8	7	8	5	6	5	5	8	8	8	7	7	5			
27	5	6	4	7	8	8	7	6	7	5	6	4	7	9	8	7	6	7	5	6	4	7	9	8	8	6	7			
28	4	6	4	6	8	7	6	6	6	5	6	6	8	8	9	7	7	6	4	6	6	6	8	7	7	7	6			
29	4	5	4	7	7	8	7	7	6	6	5	6	7	7	8	7	8	6	6	5	4	7	7	8	7	8	6			
30	5	4	5	9	8	8	7	7	6	5	6	5	9	7	9	8	7	8	5	6	5	7	8	8	8	7	8			
Total	140	153	143	226	231	226	201	204	203	166	163	171	239	238	237	209	212	209	154	157	157	227	228	226	206	207	206			
Prom	4.67	5.10	4.77	7.53	7.70	7.53	6.70	6.80	6.77	5.53	5.43	5.70	7.97	7.93	7.90	6.97	7.07	6.97	5.13	5.23	5.23	7.57	7.60	7.53	6.87	6.90	6.87			

Fuente: Elaborado por los autores.

**Resultados de la Prueba Hedónica Verbal para el Sabor**

	Formula 1									Formula 2									Formula 3											
	160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C					
Código	306			425			735			377			537			635			375			614			577					
Jueces	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	5	5	6	7	6	7	6	5	6	6	6	6	9	8	8	8	6	8	6	5	5	7	7	8	6	7	7			
2	5	6	5	6	7	7	6	6	7	6	5	6	7	8	8	6	7	8	5	6	6	8	8	7	6	7	7			
3	4	4	5	7	8	8	7	6	6	5	6	6	8	8	8	8	6	8	6	6	5	7	6	8	6	6	7			
4	6	6	6	8	7	7	7	6	7	6	6	5	8	8	8	7	8	7	5	5	5	8	6	7	7	6	7			
5	4	6	5	7	6	8	6	7	6	5	5	7	8	8	8	7	7	8	5	6	5	7	8	8	7	7	6			
6	4	6	5	8	7	7	6	7	7	6	5	6	8	9	8	6	8	7	6	6	5	7	7	7	6	8	7			
7	5	5	5	6	6	7	7	7	7	5	6	6	8	8	8	7	8	7	5	5	6	7	8	7	7	8	7			
8	5	5	4	7	6	6	6	7	7	7	5	5	8	8	8	8	8	8	4	5	6	8	8	6	6	6	8			
9	5	5	5	7	7	8	6	7	6	5	6	6	8	8	8	8	7	8	6	5	6	8	7	7	6	7	8			
10	6	6	4	6	8	7	6	5	7	6	5	5	8	8	9	6	8	7	5	6	6	7	8	7	7	7	7			
11	5	5	5	7	9	7	6	6	7	6	6	5	9	8	8	6	8	8	5	5	5	7	7	7	6	7	6			
12	5	6	5	6	7	6	6	7	6	6	5	6	8	7	8	6	8	6	5	5	5	8	7	8	6	6	6			
13	6	4	5	6	7	6	6	7	6	6	6	7	8	8	8	7	7	6	5	5	6	7	8	7	7	6	6			
14	6	6	6	7	6	7	7	6	7	6	5	6	8	8	9	8	6	7	5	6	5	7	6	7	8	6	7			
15	5	5	5	6	7	8	6	7	6	6	6	7	8	9	8	8	8	8	6	5	6	6	7	8	6	8	7			
16	6	5	5	6	7	7	7	6	7	6	6	5	9	8	7	7	7	7	5	5	5	7	7	7	7	6	7			
17	5	6	5	7	7	6	7	6	6	5	5	6	9	7	8	7	7	6	5	6	5	8	8	8	7	7	6			
18	4	5	5	6	7	6	6	6	6	6	6	7	8	8	8	8	8	8	5	5	5	8	7	7	8	6	6			
19	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	6	5	8	7	9	6	7	6	5	5	6	6	7	7	6	7	6			
20	6	5	5	7	6	6	6	6	6	5	6	6	7	8	8	7	8	7	6	5	5	7	8	8	7	6	7			
21	5	6	6	7	6	7	6	6	7	6	7	6	9	8	7	7	6	7	5	6	4	8	8	7	7	6	6			
22	5	5	6	8	6	6	7	7	6	5	5	5	8	9	8	6	8	8	6	5	6	8	7	8	7	7	6			
23	5	6	5	6	6	6	6	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	8	5	5	5	6	8	7	7	7	7			
24	5	4	6	7	6	7	6	6	6	6	6	7	7	8	8	8	6	7	4	5	6	7	7	8	8	6	6			
25	4	6	4	6	7	6	6	7	6	6	5	5	8	7	8	8	7	8	5	5	6	8	7	7	8	7	7			
26	6	5	5	8	6	6	7	7	6	7	6	6	8	8	8	7	8	8	6	5	5	8	8	8	7	7	6			
27	5	6	6	7	6	6	7	6	7	5	6	6	7	8	8	7	7	7	5	6	4	7	9	8	8	6	6			
28	6	6	6	6	6	7	6	6	6	5	6	6	8	8	8	7	8	6	5	6	6	6	8	7	7	7	6			
29	6	5	5	7	7	8	7	6	6	6	5	6	9	7	8	7	8	6	6	5	5	7	7	8	7	8	6			
30	5	4	5	6	7	8	7	6	7	6	6	5	8	9	8	8	7	8	5	6	5	7	8	8	6	7	8			
Total	154	160	156	201	201	205	192	191	194	174	170	176	242	239	240	213	219	218	157	161	160	217	222	222	204	202	199			
Prom	5.13	5.33	5.20	6.70	6.70	6.83	6.40	6.37	6.47	5.80	5.67	5.87	8.07	7.97	8.00	7.10	7.30	7.27	5.23	5.37	5.33	7.23	7.40	7.40	6.80	6.73	6.63			

Fuente: Elaborado por los autores.

Resultados de la Prueba Hedónica Verbal para el Olor																														
	Formula 1									Formula 2									Formula 3											
Temp.	160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C					
Código	306			425			735			377			537			635			375			614			577					
Jueces	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	6	5	5	6	8	7	6	8	6	7	6	6	8	9	8	6	6	8	6	6	6	6	7	8	7	6	7			
2	5	6	5	6	7	7	7	6	7	6	5	6	9	8	9	6	7	8	5	7	6	7	8	7	6	6	7			
3	5	5	5	7	7	5	7	8	6	5	5	5	8	8	8	8	6	8	6	6	5	7	6	8	6	6	7			
4	5	5	6	6	5	7	7	6	7	6	6	5	9	8	9	7	6	7	6	7	5	7	6	7	7	6	7			
5	5	6	5	7	6	5	7	7	6	5	6	7	8	8	8	7	7	8	6	6	5	8	8	8	7	7	6			
6	5	5	5	6	7	7	6	6	7	6	7	6	8	9	9	6	8	7	6	6	5	7	7	7	7	6	7			
7	5	5	5	6	6	7	7	7	7	5	6	6	9	8	9	7	7	7	5	6	6	8	8	7	7	6	7			
8	5	5	5	7	7	5	7	6	7	7	5	5	9	9	8	7	7	8	6	7	6	8	8	8	7	7	6			
9	5	5	5	7	7	7	6	7	6	5	6	6	8	8	8	8	7	8	6	6	6	8	7	7	6	7	8			
10	5	4	4	6	5	7	8	7	7	6	7	6	8	9	9	6	8	7	7	6	6	7	8	7	7	7	7			
11	5	5	5	7	7	7	6	6	7	6	6	6	9	9	8	6	7	8	5	5	5	7	7	7	6	7	6			
12	5	4	5	7	7	6	6	7	6	6	5	6	8	7	8	6	8	6	6	6	5	8	7	7	6	6	6			
13	6	5	5	6	7	6	6	7	6	6	6	7	8	9	8	7	7	6	5	6	6	7	8	7	7	6	6			
14	6	6	6	7	6	7	7	7	7	6	7	6	8	8	9	7	6	7	5	6	5	7	8	7	6	6	7			
15	5	5	5	8	7	8	6	7	6	6	6	7	9	9	8	8	7	7	6	6	6	7	7	8	6	7	7			
16	6	5	5	6	7	7	7	6	7	6	6	5	9	8	9	8	7	7	5	5	5	7	8	7	7	7	7			
17	5	6	5	7	6	6	7	6	6	5	6	6	9	9	8	7	7	6	5	6	7	8	8	7	7	7	6			
18	5	5	5	6	7	7	6	7	6	6	6	7	9	9	9	8	7	8	7	5	6	8	7	8	7	6	6			
19	5	6	6	6	7	7	7	6	7	7	6	5	8	9	9	6	7	6	5	5	6	8	7	7	6	7	6			
20	6	5	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6	9	8	8	7	8	7	6	5	5	7	8	8	7	6	7			
21	5	6	6	7	7	7	6	7	7	6	7	6	9	9	9	8	6	7	5	6	6	8	8	7	6	6	6			
22	5	5	6	7	6	7	7	7	6	5	5	5	8	9	8	7	7	8	6	7	6	8	7	8	7	8	6			
23	5	6	5	7	8	6	7	7	7	6	6	6	9	8	9	7	7	7	5	5	7	7	8	7	7	7	7			
24	5	5	6	7	8	7	6	6	6	6	6	7	9	8	8	8	6	7	6	7	6	7	7	8	7	6	6			
25	6	6	5	6	7	8	6	7	6	6	5	5	8	9	8	8	7	8	5	5	6	8	7	7	6	7	7			
26	6	5	5	7	7	6	7	7	6	7	6	6	9	8	9	7	8	7	6	5	5	8	8	8	7	7	6			
27	5	6	6	7	7	7	7	6	7	5	6	6	9	8	8	7	7	7	5	6	4	7	8	8	6	6	6			
28	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8	8	9	8	8	6	5	6	6	8	8	7	7	7	6			
29	6	5	5	8	7	7	7	6	6	6	5	6	9	9	9	7	8	6	6	6	5	7	7	8	7	8	6			
30	5	5	5	6	7	6	7	6	7	6	6	5	8	9	9	8	7	8	7	6	5	7	8	8	6	7	8			
Total	159	158	157	199	202	198	198	198	194	177	177	177	256	254	255	213	211	215	170	177	168	222	224	223	198	198	197			
Prom	5.30	5.27	5.23	6.63	6.73	6.60	6.60	6.60	6.47	5.90	5.90	5.90	8.53	8.47	8.50	7.10	7.03	7.17	5.67	5.90	5.60	7.40	7.47	7.43	6.60	6.60	6.57			

Fuente: Elaborado por los autores.



Resultados de la Prueba Hedónica Verbal para el Color																											
Temp.	Formula 1									Formula 2									Formula 3								
	160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C			160°C			170°C			180°C		
Código	306			425			735			377			537			635			375			614			577		
Jueces	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	5	6	5	7	8	7	6	6	8	6	6	6	9	9	8	7	7	8	6	5	6	7	7	8	6	6	8
2	6	5	6	8	7	7	6	8	7	6	5	6	9	8	6	7	7	8	6	6	6	8	8	7	6	7	7
3	6	4	5	7	8	7	7	6	7	6	6	6	9	8	8	8	6	7	6	6	5	8	8	8	7	6	7
4	5	6	6	8	7	7	7	6	7	6	4	5	8	9	8	7	8	7	5	4	5	8	6	7	7	8	7
5	6	6	6	7	8	8	6	7	8	5	5	7	8	8	9	7	7	8	5	6	6	7	8	8	6	7	8
6	6	6	5	8	7	7	8	6	7	6	6	6	8	9	8	6	8	7	6	6	6	8	7	7	6	8	7
7	5	6	5	8	7	8	7	8	7	5	6	6	9	8	8	7	8	7	5	5	6	7	8	8	7	8	7
8	6	5	6	8	8	6	6	7	6	7	5	5	8	8	9	8	8	8	6	6	6	8	8	6	6	6	8
9	6	5	5	8	7	8	6	7	8	5	5	6	8	9	8	6	7	8	6	5	6	8	7	8	6	7	8
10	6	6	6	8	8	7	7	6	7	6	5	4	8	8	9	6	7	7	5	6	6	8	8	7	6	7	7
11	5	5	5	7	7	7	7	8	7	6	6	5	7	9	8	7	8	8	5	5	5	7	8	7	7	7	8
12	5	6	5	8	7	8	6	7	6	6	5	6	8	9	8	6	8	6	5	6	5	8	7	8	6	8	6
13	5	6	5	7	8	8	7	7	6	5	6	7	8	8	8	7	6	6	5	5	6	8	8	8	7	6	6
14	6	6	4	7	8	7	8	6	7	6	5	6	8	8	9	8	6	7	5	6	5	7	6	7	6	6	7
15	6	5	6	6	7	8	6	7	8	5	6	7	8	9	8	8	8	8	6	5	6	6	7	8	8	8	7
16	4	5	6	7	7	7	7	6	7	6	6	5	9	8	7	7	6	7	6	5	5	7	8	7	7	6	7
17	5	6	5	7	7	8	7	6	6	5	5	6	7	9	8	7	7	6	5	6	5	8	8	8	7	7	6
18	6	6	6	8	7	6	6	6	6	6	6	7	8	9	8	8	6	8	5	6	5	8	7	8	8	6	6
19	6	6	6	8	7	7	7	7	7	7	6	5	9	7	9	7	7	6	5	6	6	8	7	7	6	7	6
20	4	5	5	7	8	7	7	6	7	5	6	6	7	8	8	7	8	7	6	5	5	7	8	8	7	7	7
21	5	6	4	7	8	7	7	6	7	6	7	6	7	9	9	7	6	7	5	6	6	8	8	7	7	6	6
22	6	5	6	8	7	8	6	7	6	5	5	5	8	9	8	7	7	6	6	5	6	8	7	8	6	7	6
23	5	4	5	7	7	7	6	7	7	6	6	6	8	8	7	7	7	8	5	4	5	6	8	7	7	7	7
24	5	4	6	7	8	8	7	6	6	5	5	7	9	9	8	8	6	6	6	5	6	7	8	8	6	6	6
25	6	5	6	8	7	7	6	7	7	6	5	5	8	7	9	8	7	7	5	4	6	8	7	7	8	7	7
26	6	5	5	8	8	8	7	7	6	7	6	6	8	8	8	7	8	7	6	6	5	8	8	8	7	7	5
27	5	6	6	7	7	8	7	6	7	5	6	4	7	9	8	7	6	7	5	6	4	7	7	8	8	6	7
28	6	6	6	8	8	7	6	6	6	5	6	6	8	8	9	7	7	6	6	6	6	8	8	7	7	7	6
29	6	6	4	7	7	7	7	7	6	6	5	6	9	7	8	7	8	6	6	5	4	7	7	8	7	8	6
30	5	4	5	7	8	8	7	7	6	5	6	5	9	7	9	8	7	8	5	6	5	7	8	8	8	7	8
Total	164	162	161	223	223	220	200	199	203	171	167	173	244	249	245	214	212	212	164	163	164	225	225	226	203	206	204
Prom	5.47	5.40	5.37	7.43	7.43	7.33	6.67	6.63	6.77	5.70	5.57	5.77	8.13	8.30	8.17	7.13	7.07	7.07	5.47	5.43	5.47	7.50	7.50	7.53	6.77	6.87	6.80

Fuente: Elaborado por los autores.

**Anexo 8: Tabla de medias por mínimos cuadrados para los atributos evaluados con intervalos del 95% de confianza**

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Apariencia con intervalos de confianza del 95.0%**

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.5915			
Formulación					
Formulación 1	9	6.3967	0.0335	6.3263	6.4671
Formulación 2	9	6.8300	0.0335	6.7596	6.9004
Formulación 3	9	6.5478	0.0335	6.4774	6.6182
Temperatura					
160	9	5.1989	0.0335	5.1285	5.2693
170	9	7.6956	0.0335	7.6252	7.7660
180	9	6.8800	0.0335	6.8096	6.9504
Formulación por Temperatura					
Formulación 1,160	3	4.8467	0.0580	4.7247	4.9686
Formulación 1,170	3	7.5867	0.0580	7.4647	7.7086
Formulación 1,180	3	6.7567	0.0580	6.6347	6.8786
Formulación 2,160	3	5.5533	0.0580	5.4314	5.6753
Formulación 2,170	3	7.9333	0.0580	7.8114	8.0553
Formulación 2,180	3	7.0033	0.0580	6.8814	7.1253
Formulación 3,160	3	5.1967	0.0580	5.0747	5.3186
Formulación 3,170	3	7.5667	0.0580	7.4447	7.6886
Formulación 3,180	3	6.8800	0.0580	6.7581	7.0020

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Color con intervalos de confianza del 95.0%**

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.6944			
Formulación					
Formulación 1	9	6.5000	0.0205	6.4569	6.5431
Formulación 2	9	6.9900	0.0205	6.9469	7.0331
Formulación 3	9	6.5933	0.0205	6.5503	6.6364
Temperatura					
160	9	5.5167	0.0205	5.4736	5.5597
170	9	7.7022	0.0205	7.6592	7.7453
180	9	6.8644	0.0205	6.8214	6.9075
Formulación por Temperatura					
Formulación 1,160	3	5.4133	0.0355	5.3387	5.4879
Formulación 1,170	3	7.3967	0.0355	7.3221	7.4713
Formulación 1,180	3	6.6900	0.0355	6.6154	6.7646
Formulación 2,160	3	5.6800	0.0355	5.6054	5.7546
Formulación 2,170	3	8.2000	0.0355	8.1254	8.2746
Formulación 2,180	3	7.0900	0.0355	7.0154	7.1646
Formulación 3,160	3	5.4567	0.0355	5.3821	5.5313
Formulación 3,170	3	7.5100	0.0355	7.4354	7.5846
Formulación 3,180	3	6.8133	0.0355	6.7387	6.8879

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Olor con intervalos de confianza del 95.0%**

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.5874			
Formulación					
Formulación 1	9	6.1811	0.0237	6.1314	6.2308
Formulación 2	9	7.0322	0.0237	6.9825	7.0819
Formulación 3	9	6.5489	0.0237	6.4992	6.5986
Temperatura					
160	9	5.6044	0.0237	5.5547	5.6542
170	9	7.4022	0.0237	7.3525	7.4519
180	9	6.7556	0.0237	6.7059	6.8053
Formulación por Temperatura					
Formulación 1,160	3	5.3567	0.0410	5.2706	5.4428
Formulación 1,170	3	6.7767	0.0410	6.6906	6.8628
Formulación 1,180	3	6.4100	0.0410	6.3239	6.4961
Formulación 2,160	3	5.8333	0.0410	5.7473	5.9194
Formulación 2,170	3	8.0533	0.0410	7.9673	8.1394
Formulación 2,180	3	7.2100	0.0410	7.1239	7.2961
Formulación 3,160	3	5.6233	0.0410	5.5373	5.7094
Formulación 3,170	3	7.3767	0.0410	7.2906	7.4628
Formulación 3,180	3	6.6467	0.0410	6.5606	6.7328

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla de Medias por Mínimos Cuadrados para Sabor con intervalos de confianza del 95.0%**

<i>Nivel</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Error Est.</i>	<i>Límite Inferior</i>	<i>Límite Superior</i>
MEDIA GLOBAL	27	6.5296			
Formulación					
Formulación 1	9	6.1256	0.0284	6.0659	6.1852
Formulación 2	9	7.0056	0.0284	6.9459	7.0652
Formulación 3	9	6.4578	0.0284	6.3981	6.5174
Temperatura					
160	9	5.4367	0.0284	5.3770	5.4963
170	9	7.3667	0.0284	7.3070	7.4263
180	9	6.7856	0.0284	6.7259	6.8452
Formulación por Temperatura					
Formulación 1,160	3	5.2200	0.0492	5.1167	5.3233
Formulación 1,170	3	6.7433	0.0492	6.6400	6.8466
Formulación 1,180	3	6.4133	0.0492	6.3100	6.5166
Formulación 2,160	3	5.7800	0.0492	5.6767	5.8833
Formulación 2,170	3	8.0133	0.0492	7.9100	8.1166
Formulación 2,180	3	7.2233	0.0492	7.1200	7.3266
Formulación 3,160	3	5.3100	0.0492	5.2067	5.4133
Formulación 3,170	3	7.3433	0.0492	7.2400	7.4466
Formulación 3,180	3	6.7200	0.0492	6.6167	6.8233

Fuente: Elaborado por los autores.

### Anexo 9: Tabla de tamices estándar USA

Numero o Tamaño	Abertura del Tamiz		203 mm. (8 pulg.) Diámetro	305 mm. (12 pulg.) Diámetro
	Estándar (mm.)	Alternativo (in.)		
1/4 pulg.	6,3 mm	0,250	EI79-5000	EI79-5800
No. 3-1/2	5,6 mm	0,223	EI79-5010	EI79-5810
No. 4	4,75 mm	0,187	EI79-5020	EI79-5820
No. 5	4,00 mm	0,157	EI79-5030	EI79-5830
No. 6	3,35 mm	0,132	EI79-5040	EI79-5840
No. 7	2,80 mm	0,111	EI79-5050	EI79-5850
No. 8	2,36 mm	0,0937	EI79-5060	EI79-5860
No. 10	2,00 mm	0,0787	EI79-5070	EI79-5870
No. 12	1,70 mm	0,0661	EI79-5080	EI79-5880
No. 14	1,40 mm	0,0555	EI79-5090	EI79-5890
No. 16	1,18 mm	0,0469	EI79-5100	EI79-5900
No. 18	1,00 mm	0,0394	EI79-5110	EI79-5910
No. 20	850 µm	0,331	EI79-5120	EI79-5920
No. 25	710 µm	0,0278	EI79-5130	EI79-5930
No. 30	600 µm	0,0234	EI79-5140	EI79-5940
No. 35	500 µm	0,0197	EI79-5150	EI79-5950
No. 40	425 µm	0,0165	EI79-5160	EI79-5960
No. 45	355 µm	0,0139	EI79-5170	EI79-5970
No. 50	300 µm	0,0117	EI79-5180	EI79-5980
No. 60	250 µm	0,0098	EI79-5190	EI79-5990
No. 70	212 µm	0,0083	EI79-5200	EI79-6000
No. 80	180 µm	0,0070	EI79-5210	EI79-6010
No. 100	150 µm	0,0059	EI79-5220	EI79-6020
No. 120	125 µm	0,0049	EI79-5230	EI79-6030
No. 140	106 µm	0,0041	EI79-5240	EI79-6040
No. 170	90 µm	0,0035	EI79-5250	EI79-6050
No. 200	75 µm	0,0029	EI79-5260	EI79-6060
No. 230	63 µm	0,0025	EI79-5270	EI79-6070
No. 270	53 µm	0,0021	EI79-5280	EI79-6080
No. 325	45 µm	0,0017	EI79-5290	EI79-6090
No.400	38 µm	0,0015	EI79-5300	EI79-6100

Fuente: ASTM E-11.(2015)

## Tabla de Tamices Estandar USA

## Serie Gruesa

5/16 pulg.	8,0 mm	0,312	EI79-5500	EI79-6200
3/8 pulg.	9,5 mm	0,375	EI79-5510	EI79-6210
7/16 pulg.	11,2 mm	0,438	EI79-5520	EI79-6220
1/2 pulg.	12,5 mm	0,500	EI79-5530	EI79-6230
5/8 pulg.	16,0 mm	0,625	EI79-5550	EI79-6250
3/4 pulg.	19,0 mm	0,750	EI79-5560	EI79-6260
7/8 pulg.	22,4 mm	0,875	EI79-5570	EI79-6270
1 pulg.	25,0 mm	1,00	EI79-5580	EI79-6280
1-1/4 pulg.	31,5 mm	1,25	EI79-5600	EI79-6300
1-1/2 pulg.	38,1 mm	1,50	EI79-5610	EI79-6310
1-3/4 pulg.	45 mm	1,75	EI79-5620	EI79-6320

Fuente: ASTM E-11.(2015)

## Anexo 10: Certificados de análisis químico

UNSAAC

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
 Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

**UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA**  
**INFORME DE ANÁLISIS** Nº0415-15-LAQ

**SOLICITANTE:** MERCADO PAREDES CANDY SANDRA  
 AGUILAR WICHI LIAN TONY

**PROYECTO :** "ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS, ELABORADO CON HARINAS DE MAIZ(Zea mays L.) Y SOYA(Glycine max) EXTRUIDOS"

**MUESTRA :** MAIZ(Zea mays L.) BOLSA DE 500 gr.


**FECHA :** C/02/10/2015

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

Humedad %	13.60
Proteína %	6.70
Grasa %	4.81
Ceniza %	1.49
Fibra %	3.49
Carbohidratos %	73.40
Indice de Peroxidos	0.50

Cusco, 04 de Octubre 2015

  
 Responsable del Laboratorio de Análisis Químico  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO







UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA  
**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº00476-15-LAQ

**SOLICITANTE:** MERCADO PAREDES CANDY SANDRA  
 AGUILAR WICHI LIAN TONY  
**PROYECTO :** "ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS, ELABORADO CON HARINAS  
 DE MAIZ(Zea mays L.) Y SOYA(Glycine max) EXTRUIDOS"  
**MUESTRA :** SOYA(Glycine max) BOLSA DE 500 gr.

**FECHA :** C/02/10/2015

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

Humedad %	11.80
Proteína %	28.30
Grasa %	19.00
Ceniza %	5.30
Fibra %	3.49
Carbohidratos %	35.60
Indice de Peroxidos	0.50

Cusco, 04 de Octubre 2015

  
 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestaciones de Servicio de Análisis Químico  
 Analista  
 MARGARET ARRIAS  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0636-15-LAQ

**SOLICITANTE:** MERCADO PAREDES CANDY SANDRA  
 AGUILAR WICHI LIAN TONY

**PROYECTO :** "ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS, ELABORADO CON HARINAS  
 DE MAIZ(Zea mays L.) Y SOYA(Glycine max) EXTRUIDOS"

**MUESTRA :** ALIMENTO INSTANTANEO BOLSAS DE 500 gr.  
 Nº 425, 537 y 614.

**FECHA :** 0/12/10/2015

**RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:**

	425	537	614
Humedad %	4.10	4.00	3.98
Proteína %	17.60	17.58	17.40
Grasa %	12.01	11.99	11.70
Ceniza %	1.89	2.04	2.78
Fibra %	3.49	3.44	4.50
Carbohidratos %	64.40	64.39	64.14
Digestibilidad Proteica %	86.50	88.09	84.40
Indice de Gelatinización	94.50	98.20	96.04

Cusco, 30 de Octubre 2015





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0122-17-LAQ

**SOLICITANTE:** CANDY SANDRA MERCADO PAREDES  
 LIAN TONY AGULLAR WICHI

**TESIS :** ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS ELABORADO CON HARINAS  
 DE MAIZ (*Zea mays*) Y SOYA (*Glycine max*) EXTRUIDOS.

**MUESTRA :** ALIMENTOS EXTRUIDOS DE HARINA DE MAIZ Y SOYA

**FECHA :** C/16/02/2017

**RESULTADO DETERMINACION DEL INDICE DE GELATINIZACION:**

CODIGO	PRIMERA REPETIDA	SEGUNDA REPETIDA	TERCERA REPETIDA
306	94.24	94.28	94.22
425	98.25	98.20	98.21
735	98.20	98.16	98.19
377	94.22	94.29	94.25
537	98.23	98.28	98.23
635	98.20	98.12	98.17
375	94.23	94.26	94.22
614	98.26	98.24	98.23
577	98.18	98.19	98.20

Cusco, 22 de Febrero 2017

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos

*[Firma]*  
 Investigadora Merylene Acuña  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO  
 DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0123-17-LAQ

SOLICITANTE: CANDY SANDRA MERCADO PAREDES

LIAN TONY AGUILAR WICHI

TESIS : ALIMENTO INSTANTANEO PARA NIÑOS ELABORADO CON HARINAS  
 DE MAIZ (*Zea mays*) Y SOYA (*Glycine max*) EXTRUIDOS.

MUESTRA : ALIMENTOS EXTRUIDOS DE HARINA DE MAIZ Y SOYA.

FECHA : C/16/02/2017

RESULTADO DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD PROTEICA:

CODIGO	PRIMERA REPETIDA	SEGUNDA REPETIDA	TERCERA REPETIDA
306	86.55	86.53	86.49
425	89.70	89.66	89.72
735	88.80	88.83	88.82
377	87.15	87.23	87.25
537	90.22	90.24	90.26
635	89.97	89.99	89.97
375	86.95	86.94	86.93
614	90.18	90.17	90.19
577	89.78	89.79	89.81

Cusco, 22 de Febrero 2017

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
 Unidad de Prestaciones de Servicios Químicos  
  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
 DE ANÁLISIS QUÍMICO

## Anexo 11: Certificado de análisis microbiológico

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

- APARTADO POSTAL  
N° 921 - Cusco - Perú
- FAX: 238156 - 238173 - 222512
- RECTORADO  
Calle Tigré N° 127  
Teléfonos: 222771 - 224891 - 224181 - 254908
- CIUDAD UNIVERSITARIA  
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 -  
222512 - 232370 - 232375 - 232226
- CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 232210  
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- LOCAL CENTRAL  
Plaza de Armas s/n  
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015
- MUSEO INKA  
Cuesta del Almirante N° 101 - Teléfono: 237380
- CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA  
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"  
Av. De la Cultura N° 721  
"Instituto Universitario" - Teléfono: 227192

---

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**PRODUCTO** : Alimento instantáneo para niños elaborados con harinas de maíz (*Zea mays L*) y soya (*Glycine max*) extruidos.

**DISTRITO** : Sicuani

**PROVINCIA** : Canchis

**DEPARTAMENTO** : Cusco

**SOLICITANTE** : Candy Sandra Mercado Paredes y Lian Tony Aguilar Wichi

**FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS**: 30 de Enero del 2016.

---

**RESULTADOS:**

CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS	Alimento instantáneo para niños elaborados con harinas de maíz ( <i>Zea mays L</i> ) y soya ( <i>Glycine max</i> ) extruidos.
Aerobios Mesófilos ufc/ml.	< 10
<i>Salmonella sp. 25 g.</i>	Ausencia
Coliformes ufc/ ml	Ausencia
<i>Bacillus cereus ufc/ ml</i>	Ausencia
Mohos ufc/ ml.	< 10

< 10= Ausencia

**METODOLOGÍA :**  
Se siguió la metodología recomendada por la Norma Sanitaria de Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano indicado por la DIGESA.

**CONCLUSIÓN :**  
La muestra analizada del Alimento instantáneo para niños elaborados con harinas de maíz (*Zea mays L*) y soya (*Glycine max*) extruidos de acuerdo a los criterios analizados, el producto no presenta microorganismos patógenos indicando que la higiene en el proceso de producción es eficiente desde el punto de vista microbiológico. Los resultados se encuentran dentro de los límites de aceptación de los criterios de alerta- límites críticos e indicativos de higiene aprobados por el Ministerio de Salud-Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

Dra. Biga. Hedy Y. Espinoza Carrasco  
DOCENTE DEL AREA DE MICROBIOLOGIA Y PARASITOLOGIA



# Tablas Peruanas de Composición de Alimentos

## A - CEREALES Y DERIVADOS

Composición en 100 g de alimentos

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía <ENERG> kcal	Energía <ENERG> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PRONT> g	Grasa total <FAT> g	Carbohidratos totales <CHOCHF> g	Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	Fibra cruda g	Fibra soluble <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
A 1	Achita, linchita o cebita	343	1434	9,2	12,80	6,6	69,1	59,8	2,5	9,3	2,3
A 2	Avena pilada o pilada cocida	115	480	72,2	2,40	0,1	25,2	25,2	0,1	*	0,1
A 3	Avena blanca comente	358	1500	13,4	7,80	0,7	77,6	77,6	0,4	*	0,3
A 4	Avena con cáscara	325	1362	11,9	5,90	2,0	75,7	71,6	9,9	4,1	4,3
A 5	Avena envasada	380	1592	6,1	13,70	4,7	71,3	71,3	0,5	*	4,2
A 6	Avena, hojuela cocida	34	224	87,1	1,30	0,5	10,9	10,9	0,2	*	0,2
A 7	Avena, hojuela cruda	326	1361	8,8	13,30	4,0	72,2	61,6	1,7	10,6	1,7
A 8	Cebitruva amarilla	344	1439	12,0	14,30	5,0	62,8	62,8	9,4	*	5,9
A 9	Cebitruva gris	343	1437	12,4	14,00	4,5	64,0	64,0	9,8	*	5,1
A 10	Cebitruva, hojuelas de	376	1572	8,1	17,60	8,3	60,7	60,7	10,2	*	5,3
A 11	Cebitruva panda	343	1435	12,2	13,80	3,5	66,2	66,2	11,0	*	4,3
A 12	Cebitruva con cáscara	289	1210	9,7	8,40	2,0	77,5	60,2	7,3	17,3	2,4
A 13	Cebitruva, llujita de (marón americano)	352	1054	18,5	1,90	0,7	77,1	59,8	1,3	17,3	1,8
A 14	Cebitruva, machita o machitica	306	1279	10,0	8,60	0,7	77,4	67,3	6,6	10,1	3,3
A 15	Cebitruva para leche, pelada	328	1372	15,4	8,20	1,1	73,3	73,3	1,3	*	2,0
A 16	Cebitruva tostada, harina integral	282	1180	5,6	8,68	3,2	80,2	54,6	*	25,4	2,5
A 17	Cebitruva perlada o rebolada cocida	60	251	81,0	1,00	0,1	17,7	18,9	0,1	3,8	0,2
A 18	Cebitruva perlada o rebolada cruda	281	1174	13,3	5,30	0,6	79,8	64,2	0,5	15,6	1,0
A 19	Cebitruva tostada y molida (chocupeño)	349	1460	9,9	7,70	0,8	79,7	79,7	5,3	*	1,9
A 20	Chenopio (hojuelito)	355	1485	19,4	8,80	6,9	64,4	64,4	1,1	*	0,5
A 21	Frijoles crudos fortificados con hierro	337	1412	12,1	9,40	0,2	77,7	74,3	0,5	3,2	0,6
A 22	Frijoles tallarin crudos fortificados con hierro	305	1274	20,4	9,00	0,1	69,6	66,4	1,1	3,2	0,4
A 23	Frijoles tallarin envasados fortificados con hierro	90	378	75,5	3,10	0,0	21,3	19,5	0,4	1,8	0,1
A 24	Guiliver de sésame (tostado)	433	1810	4,8	10,10	14,7	68,0	65,0	0,7	3,0	2,4
A 25	Guiliver de vainilla (dulce)	434	1814	4,8	6,00	12,7	74,9	73,8	0,9	1,1	1,6
A 26	Mais blanco	346	1449	13,7	8,20	3,7	72,7	72,7	2,2	*	1,7
A 27	Mais blanco (para fideos)	289	1210	28,1	5,40	2,8	62,3	60,3	0,5	*	1,4
A 28	Mais blanco (para sésame)	347	1450	13,8	7,00	3,6	73,8	73,8	1,7	*	1,8
A 29	Mais amarillo	355	1486	13,5	6,70	4,8	73,6	73,6	3,8	*	1,4
A 30	Mais blanco crudo	341	1428	12,7	5,90	4,0	76,1	72,9	1,9	3,2	1,3
A 31	Mais blanco tostado	389	1628	4,6	7,20	4,6	85,1	82,1	4,4	*	1,5
A 32	Mais, cancha tostada	339	1420	9,5	6,70	2,7	79,8	74,6	4,3	5,2	1,3
A 33	Mais (chocupeño)	349	1462	13,0	5,20	2,5	78,0	78,0	3,4	*	1,3
A 34	Mais, grano fresco (hojuelo)	115	482	67,3	3,30	0,8	27,8	25,1	1,5	2,7	0,8

## T - LEGUMINOSAS Y DERIVADOS

Composición en 100 g de alimentos

CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía <ENERG> kcal	Energía <ENERG> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PROCONT> g	Grasa total <FAT> g	Carbohidratos totales <CHOCDT> g	Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	Fibra cruda g	Fibra dietaria <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
T 1	Aveja parida, harina de	346	1448	10,1	21,6	1,1	64,4	64,4	5,5	*	2,8
T 2	Aveja, fresca sin vaina	106	444	79,6	7,1	0,6	18,8	13,7	3,4	5,1	0,9
T 3	Aveja, seca sin cáscara	351	1469	11,3	21,7	3,2	61,1	35,6	4,5	25,3	2,5
T 4	Avejaón	342	1431	12,1	21,4	1,9	61,9	36,4	5,7	25,9	2,7
T 5	Frijol equino	333	1393	12,6	22,7	1,6	59,1	34,2	4,4	24,9	4,0
T 6	Frijol amarillo común	334	1397	12,6	21,1	1,5	61,0	35,9	3,5	25,1	3,8
T 7	Frijol bayo	331	1385	12,9	19,0	0,9	63,2	38,3	3,6	24,9	4,0
T 8	Frijol bayo americano	333	1393	13,4	20,3	1,5	61,3	36,6	3,7	24,9	3,3
T 9	Frijol botón o ahijado (Sanandajal)	323	1351	11,9	22,2	0,5	65,0	37,1	4,5	24,9	3,4
T 10	Frijol bonito/bean	334	1397	12,9	17,3	0,9	65,2	17,3	3,5	65,2	3,7
T 11	Frijol bush bean	329	1377	13,3	24,2	1,6	56,8	31,9	3,1	24,9	4,1
T 12	Frijol caballero	329	1377	12,3	22,9	1,5	58,3	42,1	3,9	13,2	4,8
T 13	Frijol caballo o blanco cocido	92	385	75,8	5,1	0,4	17,5	11,2	1,0	6,3	1,2
T 14	Frijol californio	333	1393	13,2	20,7	2,1	59,9	35,0	6,3	24,9	4,1
T 15	Frijol canario	339	1418	11,7	21,9	2,1	60,1	35,0	2,9	25,1	4,2
T 16	Frijol canario cocido	85	356	77,8	5,2	0,5	15,5	5,1	0,7	15,4	1,0
T 17	Frijol canario fresco	166	695	56,5	9,7	0,5	31,5	31,5	2,2	*	1,8
T 18	Frijol canario serrano	339	1418	12,2	19,2	1,8	63,3	38,4	3,6	24,9	3,5
T 19	Frijol cascabel	329	1377	13,5	21,2	1,4	60,0	35,1	3,5	24,9	3,9
T 20	Frijol castilla	330	1381	13,6	22,5	1,8	58,3	33,4	4,7	24,9	3,8
T 21	Frijol chevin	335	1402	12,6	19,2	1,4	63,1	38,2	3,7	24,9	3,7
T 22	Frijol chichayo	325	1360	13,1	21,4	1,6	58,2	33,3	5,5	24,9	3,7
T 23	Frijol chichayo domesino fresco	104	435	73,2	8,4	0,4	16,6	16,6	2,4	*	1,4
T 24	Frijol cococha	331	1385	13,1	21,3	1,2	60,8	35,9	3,9	24,9	3,6
T 25	Frijol dulce (Ancash)	338	1414	12,4	19,4	1,8	65,7	37,8	3,7	24,9	3,7
T 26	Frijol negro	322	1359	13,6	18,2	1,3	63,4	48,2	3,6	15,2	3,5
T 27	Frijol nuyva blanco	338	1414	12,3	20,0	1,9	62,1	37,2	4,4	24,9	3,5
T 28	Frijol nuyva plomo	334	1397	12,9	19,8	1,6	65,0	37,1	3,2	24,9	3,7
T 29	Frijol palo	345	1443	10,3	18,4	1,4	66,1	66,1	7,8	*	3,8
T 30	Frijol palo fresco sin vaina	143	598	60,7	8,9	0,8	26,0	26,0	3,2	*	1,6
T 31	Frijol panamita	336	1406	12,7	21,5	1,7	60,7	35,8	6,0	24,9	3,9
T 32	Frijol plomo	337	1410	12,7	20,1	1,8	62,0	37,1	6,2	24,9	3,4
T 33	Frijol palo bean	331	1385	13,2	22,4	1,2	59,7	34,8	4,1	24,9	3,5
T 34	Frijol red kidney	332	1389	13,6	19,2	1,2	62,4	47,4	5,0	15,2	3,4
T 35	Frijol shimo* fresco	51	213	86,0	3,7	0,1	9,1	9,1	2,3	*	1,1
T 36	Frijol soya	401	1678	11,7	28,2	18,9	35,7	26,4	4,6	9,3	5,5



## ANEXO 2

Factores específicos *atwater* para alimentos

	Proteína kcal/g (kJ/g) <sup>§</sup>	Grasa kcal/g (kJ/g) <sup>§</sup>	Carbohidrato total kcal/g (kJ/g) <sup>§</sup>
<b>Huevos, productos cárnicos, productos lácteos:</b>			
Huevos	4,36 (18,2)	9,02 (37,7)	3,68 (15,4)
Carne/pescado	4,27 (17,9)	9,02 (37,7)	3,87 (16,2)
Leche/ productos lácteos	4,27 (17,9)	8,79 (36,8)	3,87 (16,2)
<b>Grasas y aceites:</b>			
Mantequilla	4,27 (17,9)	8,79 (36,8)	3,87 (16,2)
Margarina, vegetal	4,27 (17,9)	8,84 (37,0)	3,87 (16,2)
Otros grasas y aceites vegetales	--	8,84 (37,0)	--
<b>Frutas:</b>			
Todas, excepto limones y limas	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	3,60 (15,1)
Jugo de fruta, excepto limón y lima*	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	3,92 (16,4)
Limón, limas	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	2,48 (10,4)
Jugo de limón, jugo de lima*	3,36 (14,1)	8,37 (35,0)	2,70 (11,3)
<b>Cereales y productos:</b>			
Cebada, perlada	3,55 (14,9)	8,37 (35,0)	3,95 (16,5)
Harina de Maíz, integral	2,73 (11,4)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Fideos, macarrones, espagueti	3,91 (16,4)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Avena, harina de avena	3,46 (14,5)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Arroz integral	3,41 (14,3)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Arroz blanco o pulido	3,62 (16,0)	8,37 (35,0)	4,16 (17,4)
Centeno, harina integral	3,05 (12,8)	8,37 (35,0)	3,86 (16,2)
Centeno, harina ligera	3,41 (14,3)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
Sorgo, harina integral	0,91 (3,8)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Trigo, 97 - 100 % extracción	3,59 (15,0)	8,37 (35,0)	3,78 (15,8)
Trigo, 70 - 74 % extracción	4,05 (17,0)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
Otros cereales - refinados	3,87 (16,2)	8,37 (35,0)	4,12 (17,2)
<b>Leguminosas, nueces:</b>			
Frijoles maduros secos, arvejas, nueces	3,47 (14,5)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
Soya	3,47 (14,5)	8,37 (35,0)	4,07 (17,0)
<b>Vegetales:</b>			
Papas, almidón de raíces	2,28 (11,6)	8,37 (35,0)	4,03 (16,9)
Otros raíces y tubérculos	2,28 (11,6)	8,37 (35,0)	3,84 (16,1)
Otros vegetales	2,44 (10,2)	8,37 (35,0)	3,57 (14,9)

Fuente: **Food and Agriculture Organization**. Food energy - methods of analysis and conversion factors. Rome: FAO; 2002. Report of Technical Workshop. Food and Nutrition Paper N.º 77

\* El factor de carbohidrato para sesos, corazón, riñón e hígado es 3,87 kcal/g y 4,11 kcal/g para lengua, crustáceos y mariscos.

§ Sin endulzar.

‡ Los datos entre paréntesis indican la energía expresada en kilojoules.

### **Anexo 13: Recomendaciones nutricionales para el ser humano**

*Dr. Manuel Hernández Triana*

#### RESUMEN

Se realizó una actualización de las recomendaciones nutricionales de energía y nutrientes, los cuales constituyen el instrumento básico de trabajo de nutricionistas, trabajadores y planificadores de salud y economía. Desde el año 1943 se han publicado al nivel internacional documentos que trazan las pautas de la cantidad de nutrientes que debe ser ingerida por poblaciones para satisfacer sus requerimientos. Se entiende por recomendación nutricional la cantidad de un nutriente determinado capaz de facilitar un normal funcionamiento del metabolismo del ser humano en casi la totalidad de una población. Las recomendaciones tienen fines prácticos y un enfoque meramente poblacional. Estas recomendaciones se actualizan con regularidad por organismos internacionales de acuerdo con los resultados de la investigación nutricional. Para este trabajo se han tomado como documentos de referencia las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de los EE.UU., 2002, los Comités de Expertos de Energía y Proteínas de FAO/OMS/UNU, 2004 y las Recomendaciones Nutricionales y Guías de Alimentación para la Población Cubana, 1996.

*Palabras clave:* Energía, nutriente, requerimientos, recomendación.

El requerimiento de un nutriente se define como la cantidad necesaria para el sostenimiento de las funciones corporales del organismo humano dirigidas hacia una salud y rendimiento óptimos. Los requerimientos nutricionales del ser humano tienen 3 componentes: el requerimiento basal; el requerimiento adicional por crecimiento, gestación, lactancia o actividad física; y la adición de seguridad para considerar pérdidas de nutrientes por

manipulación y procesamiento. El requerimiento de nutrientes del ser humano está influido por la esencialidad y función del nutriente, por diferencias individuales, factores ambientales y por la adaptación al suministro variable de alimentos.<sup>1</sup>

La ausencia de manifestaciones carenciales específicas a determinados niveles de ingestión, ha sido la base estructural sobre la cual se ha fundamentado una gran parte del establecimiento de los requerimientos de nutrientes del ser humano. Adicionalmente, los valores de la concentración normal de diferentes nutrientes en el organismo, sus pérdidas estimadas diarias y el cálculo de una relativa capacidad de reserva han sido medidos, establecidos o referidos para seres humanos con estado de salud aceptable y buena alimentación. Estos valores han sido utilizados como fundamento para el establecimiento de recomendaciones de ingestión.

La simple observación de la cantidad de nutrientes que ingieren poblaciones que crecen y viven normalmente, brinda una cierta estimación de sus requerimientos nutricionales. Un ejemplo clásico y típico de ello lo constituyen los requerimientos nutricionales de energía alimentaria de niños. El establecimiento de las recomendaciones nutricionales para este grupo de edad en los Comités de Expertos de FAO/OMS/UNU (Universidad de las Naciones Unidas) de 1957, 1973 y 1985 se basaba en ingestiones observadas en niños que crecían de acuerdo con estándares internacionales. Sin embargo, tal metodología requiere de consideraciones más individuales en el momento actual y de hecho se ha recomendado se utilice, más bien el gasto de energía que la ingestión, como punto de partida para el establecimiento de recomendaciones.

En los años 40 se llevaron a cabo mediciones de los requerimientos de nutrientes en gran escala fundamentalmente mediante estudios de privación de nutrientes en seres humanos,

los cuales han sido prohibidos en su totalidad en el momento actual. Los requerimientos de proteína han sido establecidos mediante estudios de balance de nitrógeno; los requerimientos de energía fueron medidos durante años por calorimetría indirecta y en la actualidad se estructuran sobre la base de estudios de gasto de energía diaria. Para todos los minerales los estudios de balance han resultado apropiados para medir requerimientos. Sin embargo, para las vitaminas estas técnicas resultan improcedentes porque se modifican químicamente y pueden ser, además, sintetizadas por bacterias de la flora intestinal.

#### FUNDAMENTOS DE LA MEDICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES

El establecimiento del requerimiento diario de cada uno de los nutrientes necesita de un conocimiento exacto de fisiología nutricional sobre su digestión, absorción, transporte celular, metabolismo, retención y excreción. La retención de nutrientes depende fundamentalmente de su capacidad de almacenamiento en el organismo. Las vitaminas liposolubles y los minerales se almacenan, por ejemplo, de manera central en importantes órganos de almacenamiento como hígado, esqueleto óseo y tejido adiposo; mientras que, contrariamente, las vitaminas hidrosolubles carecen de un depósito específico de almacenamiento y solo su participación como cofactores enzimáticos o metabolitos activos puede ser considerada como un relativo espacio frágil de almacenamiento.<sup>1,2</sup> Cuando se conoce con exactitud el lugar y la dimensión de la reserva, puede calcularse con fidelidad su contribución parcial al requerimiento del nutriente. De esta manera el recambio de los diferentes nutrientes en el organismo y su excreción por la orina, bilis o piel, establece un mecanismo de regulación de la concentración en los líquidos corporales, que también está en relación directa con el requerimiento del organismo.

En la tabla 1 se muestran los valores estimados de la concentración normal de diferentes nutrientes en el organismo, las pérdidas estimadas diarias y el cálculo de una relativa capacidad de reserva en el organismo. Estos valores han sido establecidos o referidos para seres humanos con estado de salud aceptable y buena alimentación, lo cual varía considerablemente en el caso de que se presenten desviaciones de esta acepción de normalidad.

*Tabla 1.* Almacenes corporales y capacidad de reserva calculada de diferentes nutrientes en el organismo

	<b>Contenido corporal total</b>	<b>Pérdida corporal total</b>	<b>Pérdida diaria</b>	<b>Capacidad de reserva</b>
<b>Grasa (g)</b>	9 000	6 500	150 <sup>(a)</sup>	6-7 semanas
<b>Proteína (g)</b>	11 000	2 400 <sup>(b)</sup>	60 <sup>(c)</sup>	6-7 semanas
<b>Carbohidratos (g)</b>	500	150	-	Pocas horas
<b>Agua (g)</b>	40 000	4 000	1 000 <sup>(d)</sup>	4 d
<b>Sodio (mEq)</b>	2 600	800 <sup>(e)</sup>	320 <sup>(f)</sup>	2-3 d
<b>Potasio (mEq)</b>	3 500	300	260 <sup>(g)</sup>	1-2 d
<b>Calcio (g)</b>	1 500	500 <sup>(h)</sup>	0,1 <sup>(i)</sup>	10-20 años
<b>Hierro (mg)</b>	4 000	3 000 <sup>(j)</sup>	23 <sup>(k)</sup>	4-5 meses
<b>Vitamina A (µg Ret Eq)</b>	151 000		300 <sup>(l)</sup>	1-2 años
<b>Vitamina B<sub>12</sub> (µg)</b>	5 000		1 <sup>(m)</sup>	10-20 años
<b>Vitamina B<sub>1</sub> (mg)</b>	25 <sup>(n)</sup>		0,35 <sup>(o)</sup>	2-3 meses

a) Grasa: valor correspondiente a una ingestión de 1 400 kcal.

b) Proteína: la pérdida de tejido muscular puede elevar el valor hasta 20 % del contenido proteico

- c) Proteína: en caso de suministro de 240 kcal, junto con 150 g de grasa, esta cantidad de proteínas representa 1 640 kcal, lo cual es suficiente para satisfacer el ayuno del ser humano.
- d) Agua: en caso de ayuno el ser humano pierde 800 g de agua por piel y pulmones y 400 g por la orina. Por ello 200 g de agua tienen que ser compensados por el metabolismo.
- e) Sodio: una disminución del líquido extracelular de 15 L ( $\text{Na} = 140 \text{ mEq/L}$ ) a 13 L ( $\text{Na} = 123 \text{ mEq/L}$ ) y una pérdida de 300 mEq Na de los huesos.
- f) Sodio: pérdida de 4 L de sudor por día con un contenido de 40 mEq Na/L.
- g) Diarrea y vómitos considerables.
- h) Calcio: con la consideración de que la osteoporosis clínica se instaura cuando un tercio de los minerales óseos se pierden.
- i) Calcio: expresión de un balance de calcio manifiestamente negativo.
- j) Hierro: pérdidas en Hb de 20 % y de 1 g de hierro de los almacenes de ferritin.
- k) Hierro: asumiendo una pérdida crónica de 50 mL de sangre por una hemorragia crónica y una pérdida fisiológica de 1 mg Fe/d, que se compensa por una absorción incrementada de 3 mg/d.
- l) Vit A: una estimación muy aproximada, porque muchos seres humanos en Asia viven con un suministro muy inferior, sin manifestaciones clínicas de deficiencia.
- m) Vit B<sub>12</sub>: cantidad capaz de generar mejorías en pacientes con anemia perniciosa. El requerimiento fisiológico diario puede ser muy inferior.
- n) Vit B<sub>1</sub>: de ellos se captan 0,5 µg/g en músculo esquelético y 1 µg/g en los principales órganos digestivos.
- o) Vit B<sub>1</sub>: con la consideración de un requerimiento mínimo diario de 0,7 mg y una alimentación con arroz pulido que solo suministra 0,35 mg.

Para algunos grupos poblacionales existen datos asegurados solo parcialmente sobre los exactos requerimientos nutricionales de varios componentes. Esto es muy marcado para niños pequeños, gestantes y adultos mayores. Mediante la interpolación de los datos de que se disponían para grupos de edad opuestos, es decir, lactantes y adultos, se han obtenido muchos de los datos actuales disponibles de requerimientos. Cuando no se ha dispuesto de datos consistentes en seres humanos se ha hecho uso entonces de la información disponible de la experimentación animal.

### **RECOMENDACIONES PARA EL SUMINISTRO DE NUTRIENTES**

El valor óptimo o deseado de suministro de un nutriente determinado siempre se encuentra por encima de su requerimiento real. La recomendación nutricional con todas las adiciones en relación con los requerimientos reales se corresponde con la cantidad de un nutriente determinado que *en diferentes condiciones ambientales y en todas las posibles situaciones de la vida* es capaz de facilitar un *óptimo o normal* funcionamiento del metabolismo del ser humano. Mientras que el establecimiento de los requerimientos nutricionales ha sido obtenido mediante la realización de ensayos bioquímicos, fisiológicos o clínicos, el establecimiento de las recomendaciones nutricionales responde más a fines prácticos y tiene un enfoque meramente poblacional.<sup>1,3</sup>

Como ejemplos pioneros de recomendaciones nutricionales para grupos poblacionales se toman siempre las primeras existentes establecidas por la Liga de las Naciones en el año 1938 y la primera edición de las *Recommended Dietary Allowances* de EE.UU. en el año 1943, las cuales cumplieron funciones de hilo conductor en consejería nutricional en conexión con la defensa nacional en esos años. Las guerras y las limitaciones alimentarias

de diverso tipo contribuyeron de forma significativa al desarrollo del establecimiento de recomendaciones nutricionales al nivel internacional.

Las recomendaciones para el suministro de alimentos al ser humano deben reflejar los resultados obtenidos u observados por vías experimentales y clínicas y no deben ser solo un ejemplo de justeza estadística o de buenos resultados epidemiológicos, sino que deben reflejar lo más exactamente posible, la necesidad real cuantificada de la cantidad de alimentos a suministrar para cubrir los requerimientos exactos de cada nutriente para el ser humano.

Los campos de aplicación y la capacidad de dictamen de las recomendaciones nutricionales para la población son los siguientes:

1. La planificación de una alimentación que cubra requerimientos nutricionales.
2. La producción alimentaria y el abastecimiento nutricional de diferentes grupos de población.
3. La orientación en la toma de decisiones sobre el abastecimiento nutricional.
4. La calificación de datos de consumo de alimentos.
5. La valoración de la oferta nutricional en relación con las necesidades fisiológicas.
6. El desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria.
7. El etiquetado de alimentos que contenga informaciones nutricionales.
8. La estructuración de guías alimentarias para la población.
9. El desarrollo de programas de formación en nutrición y alimentación.

En el tema de recomendaciones nutricionales son de uso común los conceptos siguientes:



*Suministro dietario recomendado (RDA):* es la ingestión dietética diaria promedio de un nutriente suficiente para abastecer los requerimientos de 97,5 % de los individuos sanos de un grupo particular de edad y sexo de la población.

*Ingestión adecuada (IA):* es la ingestión dietética diaria promedio basada en aproximaciones o estimaciones observadas o determinadas de forma experimental, del nivel de ingestión de nutrientes en grupos de personas aparentemente sanas, el cual *se asume* es adecuado y que se usa cuando no se puede determinar la RDA.

*Requerimiento estimado promedio (REP):* es el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se estima sea capaz de mantener los requerimientos de *la mitad* de los individuos saludables de un determinado grupo de edad y sexo.

*Niveles seguros y adecuados de ingestión (NSA):* en años anteriores se había establecido este término cuando las evidencias existentes eran suficientes para establecer un rango de requerimientos, pero insuficientes para la estructuración de una recomendación propia. Esta categoría, junto con la observación de mantener para los oligoelementos el nivel máximo en el rango de seguridad apropiado, se mantuvo en las recomendaciones desde 1985. Porque la vitamina K y el selenio han avanzado ya desde este nivel a recomendaciones establecidas, se movieron a la tabla principal de recomendaciones nutricionales. Se ha considerado que el establecimiento de NSA para sodio, potasio y cloro era difícil de justificar y solo se estimaron los “requerimientos mínimos deseados” para esos electrólitos. Sodio de 120 en los primeros 6 meses de vida a 500 mg/d en el adulto, potasio de 500 a 2 000 mg/d para los mismos grupos y se consideró que 3 500 mg/d de potasio podían reducir la prevalencia de hipertensión y afecciones cardíacas.

*Requerimiento estimado de energía (REE)*: en el caso particular de energía se establece el *requerimiento estimado de energía*, definido como el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se predice sea capaz de mantener el balance energético de un adulto saludable de determina edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física, el cual a su vez, es consistente con un buen estado de salud. En niños, mujeres embarazadas y que lactan, el REE se establece de forma tal que incluye las necesidades asociadas con la deposición tisular y la secreción de leche materna a un ritmo consistente con la buena salud.

*Niveles máximos de ingestión tolerable (IT)*: es el nivel máximo de ingestión dietética diaria promedio que se propone sin riesgos ni efectos adversos para la salud de casi todos los individuos de una población. Cuando la ingestión sobrepasa este límite, se elevan los riesgos para la salud.

Las recomendaciones para la ingestión de energía y nutrientes para el ser humano han sido periódicamente revisadas y actualizadas por los Comités de Expertos de FAO/OMS/UNU, por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE.UU. (FNB/USA) y por los comités nacionales de alimentación y nutrición de diversos países. Las informaciones más recientes de estos grupos datan de los años 2004<sup>3</sup> y 2002.<sup>4-8</sup>

Las más recientes recomendaciones de energía y nutrientes se caracterizan en líneas generales por las modificaciones o innovaciones siguientes:

1. *Grupos de edades*: como el pico de masa ósea no se alcanza hasta los 25 años, el grupo de edades de 19 a 22 se ha extendido hasta 24 años.
2. *Pesos de referencia*: los valores de peso corporal para el establecimiento de recomendaciones habían sido situados en los años 70 en un valor arbitrario ideal; estos fueron sustituidos en 1989 por el valor de la mediana de los valores de peso y

talla de los adultos de referencia de cada grupo de edades de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES II)<sup>9</sup> de EE.UU. y en el 2002 por los valores de la encuesta NHANES III (Johnson CI, Wright JD. Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1991, unpublished data on B vitamins intake from food. National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention:USA;1997). La Organización Mundial de la Salud ha establecido valores de referencia de peso y talla para diferentes grupos poblacionales.<sup>10</sup> En Cuba se dispone de valores establecidos por el Grupo Nacional de Crecimiento y Desarrollo del MINSAP.<sup>11</sup> Una alternativa razonable ha sido recientemente propuesta para el caso particular de las recomendaciones de energía, que se basa en la selección de valores de talla y el valor de peso ideal para esa talla, con el objetivo de alcanzar un *índice de masa corporal* (IMC) que se encuentre dentro de los límites aceptables (18,5-24,99).

3. El establecimiento de REEs para 4 niveles de gasto energético.<sup>4</sup>
4. Actividad física.<sup>3</sup> Paralelo a las recomendaciones de energía alimentaria, se han establecido en el año 2004 recomendaciones de niveles a desarrollar de actividad física, para el sostenimiento de la salud y la disminución del riesgo de enfermedades crónicas.
5. El establecimiento de RDAs para carbohidratos dietarios y proteínas.<sup>4</sup>
6. El desarrollo de definiciones de fibra dietética, fibra funcional y fibra total.<sup>4</sup>
7. El establecimiento de ingestiones adecuadas para fibra total.<sup>4</sup>
8. El establecimiento de ingestiones adecuadas para ácido linoleico y ácido  $\alpha$ -linolénico.<sup>4</sup>

9. El establecimiento de rangos aceptables de distribución de macronutrientes como porcentaje de la ingestión de energía para grasas, carbohidratos, proteínas y ácidos linoleico y  $\alpha$ -linolénico.<sup>4</sup>
10. El estimado de nuevos factores de conversión de carotenoides provitamina A, a equivalentes de retinol.<sup>7,8</sup>
11. Definición de antioxidante dietario.<sup>7,8</sup>
12. Similares recomendaciones de vitamina E y selenio para adultos de uno y otro sexos.<sup>7</sup>
13. Diferente recomendación de vitamina C para hombres y mujeres basadas en distinta composición corporal.<sup>7</sup>
14. Establecimiento de requerimientos de vitamina E basados solo en niveles de  $\alpha$ -tocoferol.<sup>7</sup>

Grupos de edades	kcal/d		
	Masculino	Femenino	
0-6 meses	570	520	3 m
7-12 meses	743	676	9 m
1 a 2 años	1 046	992	24 m
3 a 8	1 742	1 642	6 a
9 a 13	2 279	2 071	11 a
14 a 18	3 152	2 368	16 a
> 18	3 067	2 403	19 a

15. Utilización de los equivalentes dietarios de folato para establecimiento de sus requerimientos, requerimientos diferenciados para hombres y mujeres y recomendación especial para el folato proveniente de alimentos enriquecidos.<sup>6</sup>
16. Recomendación del uso de alimentos fortificados o suplementos de vitamina B<sub>12</sub> con vistas a cubrir los requerimientos.<sup>6</sup>
17. Elevación de las ingestiones adecuadas de calcio y fósforo y de las recomendaciones nutricionales de magnesio.<sup>8</sup>
18. Nuevas recomendaciones para la ingestión de colina.<sup>6</sup>
19. Establecimiento de RDAs para cobre y molibdeno.<sup>8</sup>
20. Establecimiento de nuevos niveles máximos de ingestión tolerable para vitamina A, vitamina C, vitamina E, niacina, vitamina B<sub>6</sub>, vitamina D, fólico de alimentos fortificados, colina, calcio, fósforo, magnesio, selenio, flúor, boro, cobre, yodo, manganeso, molibdeno, níquel, vanadio y cinc.
- 21.

## **RECOMENDACIONES PARA LA INGESTIÓN DE ENERGÍA**

La energía alimentaria que es requerida para el sostenimiento de la respiración, circulación sanguínea, trabajo físico y síntesis de proteínas corporales es suministrada por carbohidratos, proteínas, grasas y alcohol de la dieta. El balance energético de un individuo depende de la ingestión y el gasto de energía. Se define como *requerimiento estimado de energía* (REE) la ingestión promedio consistente con un buen estado de salud que se predice pueda mantener el balance energético en adultos saludables de una edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física definidos. En niños, mujeres embarazadas y que lactan, se utilizan los valores de REE para adicionarle las necesidades asociadas con la deposición tisular o la secreción de leche materna a rangos consistentes con un buen estado de salud. Aunque las

más actuales recomendaciones de energía alimentaria estiman los REE mediante ecuaciones específicas (basadas en el peso corporal o en el gasto energético medido por métodos isotópicos) para 4 rangos diversos de actividad física, el nivel de actividad física que se recomienda para el cálculo de las recomendaciones de población es el de “activo”, con el objetivo de mantener la salud y reducir el riesgo de enfermedades crónicas.<sup>3,4</sup>

Las recomendaciones de energía alimentaria así propuestas por el FNB/USA,2002<sup>4</sup> para individuos activos se presentan en la tabla 2.

*Tabla 2.* Requerimientos estimados de energía para individuos saludables moderadamente activos

Por encima de los 19 años deben sustraerse 10 kcal/d para hombres y 7 kcal/d para mujeres.

El establecimiento de recomendaciones se ha basado fundamentalmente en ingestiones observadas, métodos factoriales y estudios de balance. En la más reciente propuesta de 2004<sup>3</sup> el gasto real de energía para niños y adolescentes ha sido medido mediante la utilización de técnicas isotópicas. Para adultos las recomendaciones de energía se han establecido por el método factorial que comprende la estimación de la *tasa metabólica basal* (TMB), mediante ecuaciones de predicción y su multiplicación por factores de actividad física típicos de diferentes estilos de vida.<sup>3</sup>

Basado en el hecho de la elevada prevalencia de sobrepeso corporal y factores de riesgo de enfermedades crónicas en algunas sociedades, se ha recomendado una combinación de propuesta del Comité de FAO/OMS/UNU, 2004,<sup>3</sup> en relación con la estimación de la TMB por las ecuaciones de Schofield<sup>12,13</sup> y los múltiplos de la TMB y además la consideración adicional del Grupo Consultivo de Expertos de OMS/FAO sobre Dieta, Nutrición y

Prevención de Enfermedades Crónicas de 2003,<sup>14</sup> el cual ha propuesto el valor de IMC= 21 como meta a alcanzar para la prevención de enfermedades crónicas.

## **RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DE ENERGÍA ALIMENTARIA PARA NIÑOS Y ADOLESCENTES**

### Requerimientos de energía para niños de 0 a 3 años de edad

Los valores de las más actuales recomendaciones de energía alimentaria para lactantes, son aproximadamente 80 % del valor que había sido establecido en las Recomendaciones del Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU 1985.<sup>15</sup> En estas las recomendaciones para lactantes y niños hasta 3 años de edad se basaron en las ingestiones de energía observadas en esas edades, las cuales fueron recolectadas de datos de la literatura desde 1940 hasta 1980. Datos de años recientes de medición de la ingestión de energía en estas edades han mostrado resultados que son 2-15 % más bajos que los de 1985.<sup>3</sup> Adicionalmente, en el Comité de Expertos de 1985 se añadió un extra de 5 % a los requerimientos estimados, con el objetivo de corregir posibles subestimaciones de la medición de la ingestión de energía. En las recomendaciones del FNB/USA 2002,<sup>4</sup> y en el Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU 2004<sup>3</sup> se prescinde de esta corrección de 5 %.

La leche materna es el alimento óptimo para los lactantes durante el primer año de vida y se recomienda como única fuente de leche para los niños durante los primeros 4 a 6 meses de edad.<sup>16</sup> Cuando un niño está bajo lactancia materna exclusiva durante estas edades suele ingerir alrededor de 500 kcal/d. Este valor ha sido obtenido de una ingestión promedio de 0,78 L de leche/d y una densidad calórica promedio de la leche de 650 kcal/L. Por esta razón las actuales recomendaciones concuerdan más con los valores de ingestión de energía de niños que reciben lactancia materna que las anteriores recomendaciones existentes del

Comité de 1985;<sup>15</sup> sin embargo, las presentes recomendaciones contienen valores que son superiores a 500 kcal/d. Para su establecimiento, se utilizaron los pesos de referencia para niños de estas edades establecidos por la Organización Mundial de la Salud en el año 1994.<sup>17</sup>

Las reducciones son más manifiestas a partir del 5to. mes de vida. Según los datos de las investigaciones actuales, no existen razones convincentes para mantener la elevada recomendación de propuestas anteriores. La propuesta anterior de 970 y más de 1 000 kcal diarias para niños de más de 10 meses de edad, no encuentra una justificación actual de peso para ser sostenida. Estas consideraciones han sido ampliamente debatidas y aceptadas por todos los comités de expertos sobre este tópico, y la acumulación de datos de 1985 a la fecha sobre los requerimientos de lactantes justifica estos cambios.

El establecimiento de la nueva propuesta de recomendaciones energéticas para niños y adolescentes se establece sobre la base de ecuaciones para la predicción del gasto energético total diario, obtenidas en estudios de agua doblemente marcada con deuterio y oxígeno 18 o monitoreo cardiaco de 24 h.<sup>16-22</sup>

El Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU de 2004<sup>3</sup> ha establecido los valores de requerimientos de niños, también sobre la base de los resultados de estudios de agua doblemente marcada para el grupo de edad comprendido entre 1 y 10 años de edad. Los valores que se obtienen para todos estos niños con el uso de las ecuaciones del Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU, 2004 son mucho más bajos que los del FNB/USA 2002.<sup>4</sup>

*La recomendación de energía para el embarazo* consideró valores de aumento de peso de 12,5 kg, un peso del niño al nacimiento de 3,4 kg y un costo energético de la deposición tisular de 3,32 kcal/g. La deposición total de energía durante el embarazo fue calculada entonces a partir de los valores medios de deposición grasa de 3,7 kg, una deposición



proteica de 925 g y valores de equivalentes energéticos de 9,25 y 5,65 kcal, respectivamente. La deposición total de energía durante el embarazo calculada fue de 39 862 kcal (180 kcal/d). Se establecieron recomendaciones de 85, 285 y 475 kcal adicionales por deposición energética para el primero, segundo y tercer trimestre del embarazo.<sup>23</sup>

*Para mujeres que lactan* se han estructurado recomendaciones de energía alimentaria con valores medidos de cantidad de leche producida de 750-780 y 600 mL en los primeros y segundos 6 meses de lactancia. Se ha asumido un contenido energético de 0,67 kcal/g de leche materna, por lo que la producción de energía con la leche materna sería alrededor de 500 kcal/d y la eficiencia de conversión de energía en leche materna de 80-85 %. Se estructuraron así ecuaciones para las recomendaciones de energía para mujeres de menos y más de 19 años, basadas en su recomendación de energía para la edad más la corrección correspondiente a la producción de leche y la pérdida de peso inicial.<sup>24</sup>

*El establecimiento de recomendaciones para la ingestión de carbohidratos* constituye una de las novedades introducidas en las más actuales recomendaciones. Producto de la dependencia del cerebro humano de los carbohidratos, se utilizó la cantidad promedio de glucosa utilizada por este órgano para establecer un *requerimiento estimado promedio* (EAR). Sobre la base de estos datos se ha propuesto una recomendación de *130 g diarios de CHO para niños y adultos*. Para azúcares añadidos se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 25 % o menos de la energía alimentaria. Un valor máximo de 55 % del total de la energía ingerida ya había sido recomendado con anterioridad.<sup>25</sup>

*Fibra dietética* es definida como carbohidratos no digeribles y lignina que se encuentran de forma intrínseca en los productos vegetales. La *fibra funcional* se ha descrito como aquellos carbohidratos aislados y no digestibles para los cuales se han acumulado evidencias de

efectos fisiológicos beneficiosos para la salud del ser humano. La denominada *fibra total* proviene entonces de la suma de *fibra dietética* más la *funcional*. La fibra dietética es capaz de retardar el vaciamiento gástrico de los alimentos ingeridos hacia el intestino delgado, lo cual trae como resultado una reducción de las concentraciones posprandiales de glucosa sanguínea; adicionalmente es capaz de interferir con la absorción de la grasa dietaria, el colesterol y la recirculación enterohepática de colesterol y ácidos biliares, lo cual puede resultar en la reducción de las concentraciones séricas de colesterol. La acumulación de evidencias en años recientes sobre estos datos fundamentó el establecimiento de una *ingestión adecuada* (AI) de fibra total de 38 y 25 g/d para hombres y mujeres de 19 a 50 años de edad.

*Grasas*: la grasa es la mayor fuente de energía para el organismo humano, además de ser factor fundamental para la absorción de vitaminas liposolubles y carotenoides; porque la cantidad de energía consumida en forma de grasa puede variar grandemente, a pesar de que se cubran los requerimientos diarios de energía total, se decidió no establecer niveles de ingestión adecuada ni requerimiento estimado promedio de grasas para adultos.

La ingestión mínima recomendada para adultos de grasa en la dieta es de 15 % para hombres y 20 % para mujeres. El límite superior de la ingestión de grasas debe ser 35 % si el aporte de ácidos grasos esenciales es suficiente y si el aporte de ácidos grasos saturados no es superior a 10 % de la energía consumida. La ingestión de colesterol debe ser inferior a 300 mg/d. Para individuos sedentarios las grasas no deben superar 30 % de la energía diaria. Se deben consumir preferentemente grasas líquidas y blandas a temperatura ambiente, en lugar de grasas duras y sólidas que son ricas en ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans (FAO. Grasas y Aceites en la nutrición humana. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 1997:57).

Para los niños sí se han establecido niveles de *ingestión adecuada* (AI), que no son equivalentes a recomendaciones de 31 g/d para hembras y varones hasta los 6 meses de edad y 30 g/d para niños en el segundo semestre de vida. No se establecieron en estas recomendaciones niveles máximos tolerables de ingestión para grasas, sino que solo se recomendó mantener tan baja como fuera posible la ingestión de ácidos grasos saturados, ácidos grasos trans y colesterol; pero los niños durante el destete y hasta los 2 años de edad deben consumir de 30 a 40 % de la energía diaria en forma de grasa, con niveles de ácidos grasos similares a los de la leche materna.<sup>4</sup>

*Ácidos grasos*: los ácidos grasos saturados, moninsaturados y el colesterol se sintetizan en el organismo humano. Hasta el momento actual no se ha podido identificar ningún efecto beneficioso para la prevención de enfermedades crónicas, motivo por el cual se les considera como no necesarios en la dieta del ser humano y no se establecen para estos AI, EAR o RDAs.

*El ácido linoleico* es un ácido graso esencial cuya deficiencia genera piel rugosa y escamosa, dermatitis y una elevación del cociente eicosatrienoico/araquidónico. Con estas fundamentaciones se estableció un nivel de *ingestión adecuada* para ácido linoleico de 17 y 12 g/d para hombres y mujeres jóvenes, que se basó en el valor de la mediana de ingestión de grupos de población de diferente sexo y edad en los EE.UU., grupos en los cuales la deficiencia de este ácido graso no ha sido detectada.<sup>4</sup>

*Ácidos grasos poliinsaturados*: desempeñan un papel fundamental en los lípidos estructurales de las membranas celulares, particularmente en el tejido nervioso y en la retina de los ojos. Estos también son capaces de modular el metabolismo de los ácidos grasos n-6, e influir así, el balance de los eicosanoides derivados de n-6 y n-3. Por estas razones se

estableció también una *ingestión adecuada* de 1,6 y 1,1 g/d para mujeres y hombres sobre la base también de ingestiones observadas en la población norteamericana.<sup>4</sup>

*Recomendación de proteínas:* el aporte nutricional recomendado (ARN) es la expresión práctica actualmente aceptada de las recomendaciones nutricionales de proteínas. Según los datos más recientes, la ingestión necesaria para mantener el balance de nitrógeno en el organismo es de *75 mg de nitrógeno por kg de peso corporal*, lo cual se equipara con los requerimientos nutricionales de proteínas dietarias. Estos datos se han tomado como la base para el establecimiento de los valores de ARN. Por trabajos de metanálisis de estudios de balance de nitrógeno en seres humanos se han establecido entonces los nuevos valores propuestos de recomendación (RDA) de:

1,5 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 7-12 meses.

1,1 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 1 a 3 años.

0,95 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 4 a 13 años de edad.

0,85 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 14 a 18 años.

0,80 g proteína/kg peso corporal/d para adultos de más de 18 años de edad.

El Comité de Expertos de Proteínas de FAO/OMS/UNU de 1985<sup>15</sup> había establecido un valor de 0,75 g/kg peso por día para adultos. Las recomendaciones totales de la actual propuesta se encuentran en un margen similar o discretamente superior.

*Requerimientos de aminoácidos esenciales:* estudios isotópicos con la utilización del método del punto crítico de oxidación del exceso dietario de aminoácidos esenciales, han sido utilizados en años recientes para la medición de sus requerimientos. Los valores así

obtenidos para muchos son más elevados que los determinados por *Rose* y otros<sup>26,27</sup> mediante el método del balance nitrogenado (tabla 3).

*Tabla 3.* Patrones de composición aminoacídica de las proteínas dietarias, basados en requerimientos de aminoácidos esenciales de niños y adultos desde 1985 hasta la fecha, para el cálculo de la calidad de las proteínas dietarias.

	Patrón de composición (mg AA/ g proteína)						
	FAO OMS UNU  1985  Adultos	FAO OMS UNU  2001  adultos	FNB/ USA  2002  6 a 10 años	Reeds Comité Expertos  2004  1 a 4 años	Reeds Comité Expertos  2004  10 a 14 años	Reeds Comité Expertos  2004  14 a 18 años	Millward  1999  adultos
Histidina	16		18				
Isoleucina	13	29	25	36	32	30	30
Lisina	16	45	55	63	58	53	31
Leucina	19	59	47	52	47	42	33
Met + Cys	17	20	25	32	28	26	27

Phen + Tyr	19	59	47	52	47	42	33
Treonina	9	23	27	43	36	34	26
Triptófano	5	8	7	11	9	8	6
Valina	13	38	32	40	36	32	23

Los resultados previos del grupo de *Rose* y otros,<sup>28,29</sup> en los cuales se basaban las previas estimaciones de las necesidades de aminoácidos, adolecen de 2 deficiencias fundamentales: por una parte, errores en las mediciones del balance nitrogenado que conducían en los estudios a balances positivos constantes y adicionalmente el diseño de estas investigaciones conducía a un cálculo excesivamente bajo de los requerimientos de aminoácidos, porque los estudios fueron hechos siempre tras un período de ingesta manifiestamente baja de aminoácidos y en el período pre-ensayo, la ingestión de energía no proteica era siempre alta, todo lo cual conducía inevitablemente a una adaptación a bajas ingestiones de aminoácidos, que se reflejó en los resultados. Estos resultados obtenidos con anterioridad fueron considerados como “mínimos absolutos” y no podían entonces utilizarse para el establecimiento de recomendaciones de ingestión de aminoácidos esenciales. Las diferencias entre las recomendaciones del Comité de Expertos de Energía y Proteína de FAO/OMS/UNU de 1985<sup>16</sup> y estas consideraciones de *Vernon Young* (*Young VR. Protein and Amino Acid Requirements in Adults. Protein Working Paper - No. 6 Prepared for the FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5, 2001*) son considerables (tabla 3) y los nuevos valores tendrán serias implicaciones para la política alimentaria, principalmente en el análisis de la adecuación de dietas de poblaciones que ingieren diversos alimentos básicos.

Paralelamente a estos resultados existen contradicciones entre los resultados del grupo de investigaciones del Instituto de Tecnología de Massachussetts<sup>(MIT)</sup><sup>30</sup> y el grupo de trabajo

de la Escuela Londinense de Higiene y Medicina Tropical (Millward J. Conceptual Framework for Estimating Protein and Amino Acid Requirements- Recent Recommendations and Methodological Issues Relating to Balance. Protein Background Paper-No.3.1 Prepared for the FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5, 2001) sobre los requerimientos de aminoácidos esenciales para el ser humano.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los requerimientos de aminoácidos de niños y adultos medidos en años recientes, según la metodología isotópica de oxidación del exceso de aminoácidos por los 2 grupos que han estado al frente de estas investigaciones. Durante los años posteriores a 2001, el Comité de Expertos de Proteínas de FAO/OMS/UNU, 2004, ha estado sesionando sobre este tema y hasta el momento actual (septiembre 2004) no existe un documento de propuesta concreto que defina el camino a seguir en esta controversia de resultados.

*Tabla 4.* Patrón de composición aminoacídica para el cálculo de la calidad de las proteínas de la dieta

Aminoácido esencial	Patrón recomendado (mg AA/ g proteína)		
	(1) FNB/USA,2002 Niños 1-3 años	(2) FAO/OMS/UNU,1985 Niños 2-5 años	(3) Millward, 1999 Niños 2-5 años
Histidina	18 <sup>(4)</sup>	19	-
Isoleucina	25	28	22
Lisina	55	58	26
Leucina	51	66	34

Metionina + Cisteína	25	25	19
Fenilalanina + Tirosina	47	63	27
Treonina	27	34	20
Triptófano	7	11	5
Valina	32	35	18

- (1) Basado en los *requerimientos promedio estimados* (EAR) de aminoácidos esenciales y proteína total de niños de 1 a 3 años de edad. FNB/USA, 2002, los cuales tienen una recomendación de proteínas de 0,88 g/kg peso/d.
- (2) Basado en valores de requerimientos de aminoácidos de niños de edad preescolar y una recomendación diaria de proteínas de 1,1 g/kg peso corporal.
- (3) Millward, 1999.
- (4) Consideró también para adultos un requerimiento de 8-12 mg/kg peso/d.

Ciertamente los requerimientos de aminoácidos esenciales medidos por el método isotópico son superiores para adultos (tabla 3), a los que fueron propuestos por el Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU, 1985. Discrepancias considerables se observan entre los resultados de los 2 grupos de trabajo para la lisina y los aminoácidos de cadena ramificada leucina, y valina. El documento de FAO/OMS/UNU de 2004 dictaminará, en el futuro, sobre los valores definitivos que deben ser asumidos como requerimientos para adultos.

Los valores para niños muestran un comportamiento similar (tabla 4) y aunque los requerimientos por el método isotópico son mayores que los que se encontraban en el comité de 1985, las discrepancias persisten entre las recomendaciones del Massachusetts Institute of Technology (MIT) de EE. UU. (FNB/USA;2002) y el grupo de trabajo de Londres, Inglaterra (Millward J. A Suggested Conceptual Framework for Estimating Protein Requirements J. Millward. Protein Background Paper - No. 3.3 Prepared for the



FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5,2001).

### **RANGOS ACEPTABLES DE DISTRIBUCIÓN DE MACRONUTRIENTES (RAM) PARA DIETAS SALUDABLES**

Con el doble objetivo de cumplir con las observaciones ya existentes de la potenciación de su exceso al riesgo de enfermedades crónicas, así como cumplir con sus funciones de abastecimiento suficiente de nutrientes esenciales para el organismo, se han desarrollado los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables. Los RAM se expresan como porcentaje de la cantidad de energía de la dieta, porque su requerimiento en sentido clásico, no es dependiente de ninguna otra fuente de energía o del requerimiento total de energía del individuo.

Cuando la ingestión de grasas es baja y la de carbohidratos alta, los estudios que se realizan en esas poblaciones muestran una reducción del HDL-colesterol en plasma, un incremento del colesterol total y una elevación de los triglicéridos, todo lo cual es consistente con una elevación del riesgo de enfermedad coronaria. Contrariamente, estudios de intervención muestran que cuando las dietas son ricas en grasa, los individuos aumentan mucho de peso. En aquellos susceptibles los riesgos de enfermedad coronaria aún se incrementan más. Las dietas ricas en grasas suelen ser también ricas en ácidos grasos saturados, los cuales elevan el LDL-colesterol y más aún el riesgo.

Por estas razones y basándose en el riesgo más elevado de enfermedades crónicas que se presenta a bajos y altos niveles de grasas en la dieta, y de la observación del mayor riesgo de enfermedad coronaria con dietas elevadas en carbohidratos, se establecieron los valores de los rangos aceptables de distribución de macronutrientes que se muestran en la tabla 5 y

se propone que el consumo de dietas con esta composición debe mantener en un valor mínimo el riesgo de enfermedad coronaria, obesidad y diabetes mellitus.

*Tabla 5. Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002<sup>4</sup>*

	% de la ingestión de energía
Grasas	20-35 %
Carbohidratos	45-65
Proteínas	10-35
Energía total (100 gr)	Min. 400 kcal.

**Anexo 14: Ficha técnica Programa Integral de Nutrición – Sub Programa Escolar**

**PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION  
SUB - PROGRAMA ESCOLAR**

---

**MEZCLA FORTIFICADA DE CEREALES Y LEGUMINOSAS PARA  
USO ESCOLAR**

**I. DEFINICIÓN GENERAL**

Es una mezcla de cereales y leguminosas cocidas mediante el proceso de extrusión a la que se le adiciona diversos componentes: azúcar, aceites vegetales, leche en polvo, minerales, vitaminas y estabilizadores. Todos los aditivos a ser usados deben ser de grado alimenticio y reconocidos por el Codex Alimentarius. Su proceso y composición deberá ajustarse a lo dispuesto en la Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a Programas Sociales de Alimentación.

**II. RACION**

La ración diaria es de 50 gramos de producto, diluido en 200 ml de agua hervida tibia. El producto deberá presentar como mínimo 3 sabores naturales (vainilla, canela- clavo, anís, etc), a excepción de sabor chocolate, lo que serán entregados alternadamente en el período de la entrega, permitiéndose 2 sabores como mínimo.

**III. REQUISITOS FISICO - QUIMICOS**

Peso de la ración	:	50 gramos
Energía por ración	:	200 - 230 Kcal
Proteína	:	10 - 20 % de la energía total
Grasa	:	20 - 30 % de la energía total
Carbohidratos	:	la diferencia
Proteína Animal	:	Mín. 20% de la proteína total.
Acidez	:	Menor o igual a 0.4% expresado en ácido sulfúrico
Cenizas	:	< 5%
Densidad energética	:	Mín. 0.70 Kcal/g en producto preparado
Computo Químico	:	Mayor a 85%
Indice de Peróxido	:	< a 10 meq/ Kg grasa extraída, presente en el producto
Gelatinización	:	> 94 %
Humedad	:	Máx. 5%
Fibra dietaria	:	Menor de 5gr/100 gr de producto
Saponina	:	Ausente
Aflatoxina	:	No detectable en 5 ppb

## PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB - PROGRAMA ESCOLAR

Cada ración de 50 gramos debe contener como mínimo:

Hierro (mg)	6.0
Calcio(mg)	600
Fósforo ( mg)	300
Zinc( mg)	6.0
Vitamina A ( ug RE)	800
Acido Fólico (ug)	75.0
Vitamina B12 ( ug)	1.02
Vitamina B6(mg)	0.89
Tiamina ( mg)	0.66
Riboflavina ( mg)	0.78
Niacina ( mg)	8.70
Vitamina C ( mg)	47.50

#### IV. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

Agentes microbianos	Categoría	Clases	n	c	Límite por g/ml	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	$10^4$	$10^5$
Coliformes	6	3	5	1	10	$10^2$
Bacillus cereus	8	3	5	1	$10^2$	$10^4$
Mohos	6	3	5	1	$10^2$	$10^4$
Levaduras	3	3	5	1	$10^4$	$10^4$
Staphylococcus aureus	8	3	5	1	10	$10^2$
Salmonella/25 g(*)	12	2	20	0	0	—

Fuente: Resolución Ministerial N° 451-2008/MVSA

(\*) hacer compuesto para analizar n=5

#### V. CALIDAD ORGANOLEPTICA Y ACEPTABILIDAD

El producto preparado debe ser de consistencia homogénea y no presentar sedimentación al gramo.

De color, olor y sabor característico.

## PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB - PROGRAMA ESCOLAR

### COMPOSICIÓN ESENCIAL DEL PRODUCTO

- 6.1. Las materias primas y los insumos deben ser preferentemente de origen local, regional o nacional, pudiendo utilizar mezcla de dos o más productos como cereales (trigo, arroz, cebada, avena, maíz, kiwicha, quinua, etc), leguminosas (lentejas, garbanzo, frijoles, tarwi, soya, arveja, etc) y/o raíces o tubérculos (papa, yuca, camote, etc.), proteínas de origen animal entre otros.
- 6.2. Los cereales a utilizar deben ser aptos para el consumo humano, elaborados en forma tal que se reduzca el contenido de fibra, tanino y otras sustancias fenólicas, que puedan inhibir la digestibilidad de las proteínas y la absorción del hierro.
- 6.3. Las leguminosas tienen que ser procesadas debidamente para eliminar los factores antinutricionales presentes normalmente, tales como las lecitinas y los inhibidores de la tripsina, quimiotripsina, lo que se logra sometiendo al alimento a descascarillado, lavado, cocción por extrusión, pre-digestión enzimática, etc.
- 6.4. Los aceites deben ser de origen vegetal para añadirse al preparado para aumentar la densidad energética del producto y satisfacer los requisitos mínimos en cuanto a los ácidos grasos esenciales. Para lo cual se permitirá solo el uso de aceite vegetal y manteca de palma.
- 6.5. En cuanto a la soya solo puede ser utilizada entera y como ingrediente derivado de la soya, solo se permite el uso de proteína aislada de soya.
- 6.6. La cantidad de ácido linoleico (en forma de ácidos glicéridos = linolatos) no debe ser menor a 300 mg/100Kcal y no debe ser mayor a 1200 mg/100Kcal.
- 6.7. Los carbohidratos complejos digeribles y/o azúcares pueden ser utilizados para incrementar la densidad energética.
- 6.8. Las proteínas de origen animal y vegetal pueden utilizarse para consumo humano, siempre que sean las establecidas por el CODEX.
- 6.9. Los antioxidantes fenólicos, deben encontrarse por debajo de los valores máximos permitidos para las materias primas o producto terminado de acuerdo al siguiente detalle:
- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| PG                               | 100 mg/kg grasa |
| BHT                              | 75 mg/kg grasa  |
| BHA                              | 175 mg/kg grasa |
| TBHQ                             | 200 mg/kg grasa |
| Cualquier mezcla de PG, BHT, BHA | 200mg/kg grasa  |
- 6.10. Las tecnologías empleadas para la elaboración del alimento, especialmente en la preparación de harina de cereales, harina de leguminosas y semillas de leguminosas, serán procesos que logren obtener un producto plenamente gelatinizado, cocido y de reconstitución instantánea (Ej. Hidrolizado, estruido, tambor, atomizado, etc.) Deben ser elaborados en forma tal que se eliminen sustancias que puedan reducir la digestibilidad e interacciones con otros nutrientes. Todos los procedimientos de elaboración y de desecación se deben llevar a cabo de forma que las pérdidas en el valor nutritivo del producto sean mínimas, especialmente en la calidad de sus proteínas.
- 6.11. Todos los insumos declarados en la formulación deben ser identificables y verificables para su control por el personal de PRONAA o certificadores acreditadas durante la etapa contractual. Los insumos, cuando corresponda, deben contar con las

## PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB - PROGRAMA ESCOLAR

correspondientes autorizaciones otorgadas por la autoridad sanitaria como es el Registro Sanitario. Los insumos alimentarios deben tener fecha de vencimiento-vigente indicada en el rótulo, la cual en ningún caso debe caducar antes que la fecha de vigencia del producto final y debe ser claramente identificable por quien lo adquiere y por la autoridad sanitaria. En caso de insumos pre-procesados deben contar con ficha técnica que indique el lote de procedencia, fecha de producción, composición, fecha de vencimiento, entre otros.

### 6.12. Contaminantes:

- Residuos de plaguicidas: el producto deberá prepararse siguiendo las buenas prácticas de manufactura, de acuerdo a lo recomendado por el CODEX.
- Otros contaminantes: Los productos no deben tener contaminantes ni sustancias indeseables en cantidades que representen un riesgo para la salud de los niños.
- Los ingredientes, incluso los ingredientes facultativos deben ser inocuos y de buena calidad según lo establecido en el CODEX.

## VII. INGREDIENTES FACULTATIVOS

Además de los ingredientes antes descritos, podrá usarse otros ingredientes recomendados por el CODEX como:

- Ingredientes de alto valor biológico.
- Aminoácidos esenciales, pero sólo se podrá utilizar formas L de aminoácidos.
- La adición de azúcares en el componente sólido no debe ser mayor del 35% del total del producto en polvo.
- Miel y jarabe de glucosa
- Almidones, incluso almidones modificados con enzimas y almidones tratados con medios físicos.

## VIII. ADITIVOS ALIMENTARIOS

En la preparación de los alimentos elaborados a base de cereales para pre-escolares y escolares, se permiten los siguientes aditivos alimentarios en 100 g de producto:

<i>ADITIVOS ALIMENTARIOS</i>	<i>Dosis máxima en 100 g de producto ( peso seco)</i>
<b>Emulsionantes</b>	
<i>Lecitina</i>	1,5 g
<i>Mono-y diglicéridos</i>	1,5 g

**PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION  
SUB - PROGRAMA ESCOLAR**

**Antioxidantes**

Concentrado de varios tocoferoles	300 mg/kg de grasa, solas o mezclados
$\alpha$ -tocoferol	300 mg/kg de grasa, solas o mezclados
Palmitato de L-ascorbilo	200 mg/kg de grasa
Acido L-ascórbico y sus sales de Sodio y potasio	50 mg. Expresados en ácido ascórbico y dentro del límite para el sodio que no exceda de 100 mg/100 g. de producto listo para consumo.

**Reguladores de pH**

Hidrogen carbonato de sodio	Limitado por las BPM y dentro del límite para el sodio que no exceda de 100 mg/100 g de producto listo para consumo.
Bicarbonato de potasio	Limitados por las BPM
Carbonato de calcio	Limitados por las BPM
Acido L(+)-láctico	1.5 g
Acido cítrico	2.5 g

**Aromas**

Extracto de vainilla	Limitada por las BPM
Etilvainillina	7 mg en producto listo para consumo
Vainillina	7 mg en producto listo para consumo
Otros aromas naturales y artificiales permitidos por el Codex Alimentarius y por la autoridad sanitaria	Limitadas por las BPM

**Enzimas**

Carbohidrasas de malta	Limitadas por las BPM
------------------------	-----------------------

**Leudantes**

Carbonato de amonio	Limitadas por las BPM
Hidrogenocarbonato de amonio	Limitadas por las BPM

**X. PROHIBICIONES ESPECIFICAS**

- El producto y sus componentes no deberán ser tratados con radiaciones ionizantes
- No contendrán residuos de hormonas, ni de antibióticos y estarán exentos de sustancias farmacológicamente activas.
- Se prohíbe el uso de grasas hidrogenadas ( grasas trans)
- Ingredientes destinados a la alimentación animal
- No se debe utilizar soja, concentrados intermedios de soja, felen, suero de leche y derivados de este, cacao, habas (vicia faba)
- No se debe utilizar edulcorantes artificiales

## PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICIÓN SUB – PROGRAMA ESCOLAR

---

### ENVASADO

#### 10.1 Envase mediano o bolsón:

El envase exterior deberá ser bolsas de polietileno transparente de alta densidad de mínimo 3.5 milésimas de pulgada de espesor (con antideslizante y fuelle en la base) y sellado herméticamente al calor, con capacidad para 25 bolsas de 1Kg cada una.

#### 10.2 Envase inmediato o bolsa:

El envase interior deberá ser de material opaco con barrera protecta luz y barrera de oxígeno pudiendo ser: **material bilaminado** (BOPP polipropileno de 20 micrones mínimo con polietileno de 40 micrones mínimo) o **polietileno coextruido**. En ambos casos el espesor de lámina deberá ser 70 micrones mínimo. El cual deberá estar sellado automático herméticamente al calor por ambos extremos y transversalmente o sellado manual con adecuado vacío. No deberá permitir la visualización del producto. El peso neto por cada bolsa será de 1 Kg.

### XI. TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Seis meses como mínimo contados a partir de la fecha de producción (el tiempo de vida útil debe ser avalado por el registro Sanitario otorgado por DIGESA)

El producto deberá ser procesado específicamente para cada entrega y como máximo deberá procesarse 30 días antes de la fecha de entrega establecida, para asegurar su vigencia.

### XII. ETIQUETADO

El envase exterior deberá tener un envase de presentación unitaria, con caracteres de fácil lectura, de colores indelebles, expresado en idioma español, en forma completa y clara.

En el envase interior, de acuerdo al modelo logotipo de PRONAA impresa)

- Distribución gratuita
- Nombre del producto
- Declaración de ingredientes y aditivos (indicando su codificación internacional) que se han empleado en la elaboración del producto, expresados cualitativa y cuantitativamente y en orden decreciente según sus proporciones empleadas.
- Prohibida su venta
- Fecha de producción (Formato: DD-MM-AA). La impresión debe ser codificada o impresa.
- Fecha de vencimiento ( Formato : DD-MM-AA). La impresión debe ser codificada o impresa.
- Nombre y dirección del Proveedor
- Valor nutricional por 100 gramos de producto y por ración.
- Peso neto
- Producto peruano
- Número de Registro sanitario del producto



## PROGRAMA INTEGRAL DE NUTRICION SUB - PROGRAMA ESCOLAR

- Indicaciones de preparación en español y gráfico del flujo de preparación, así como recomendaciones de almacenamiento y conservación.
- Código o clave del lote.

La tinta que se use en la impresión del empaque deberá ser apropiada para rotular alimentos (no tóxica) y mantenerse legible y no borrosa, ni manchar los empaques.

La fecha de producción, vencimiento y número de lote deben estar bien grafados y el mes deberá indicarse en letras para que no induzca a confusión al consumidor.

No se aceptará las marcas y/o marcados manualmente en los cuadros calendarios, en caso de usar sello fechor, este deberá ser especial para el marcado de bolsas.

### XIII. METODOS DE ENSAYO

DETERMINACION	METODO
Determinación de Proteína. Método Kjeldahl	NTP 209.262.2001
Determinación de Grasa. Método Gravimétrico	NTP 209.263.2001
Determinación de Humedad. Método Gravimétrico	NTP 209.264.2001
Determinación de Cenizas. Método Gravimétrico	NTP 209.265.2001
Determinación de Acidez Método Volumétrico	NTP 209.266.2001
Determinación del Índice de Peróxido. Método Volumétrico	NTP 209.267.2001
Determinación de porcentaje de gelatinización. Método enzimático/espectrofotométrico	209.268.2004

**Anexo 15: Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación**

Aprobada mediante Resolución Ministerial N°451-2006/MINSA el 17 de Mayo de 2006

CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1°.- Base Legal

La presente Norma Sanitaria tiene como base legal la Ley 26842, Ley General de Salud y el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas aprobado por Decreto Supremo 007-98-SA, que en su Cuarta Disposición, Complementaria, Transitoria y Final dispone la expedición de normas sanitarias aplicables a la fabricación de productos alimenticios.

Artículo 2°.- Referencias técnicas

La presente Norma Sanitaria contiene referencias técnicas de las Normas del *Codex Alimentarius* para Alimentos Elaborados a base de Cereales para Lactantes y Niños y el Código Internacional Recomendado de Prácticas y Principios Generales de Higiene de los Alimentos y referencias técnicas de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) para Alimentos Cocidos de Reconstitución Instantánea.

Artículo 3°.- Objeto

Establecer las condiciones y requisitos sanitarios a que deben sujetarse la fabricación, almacenamiento y distribución de los alimentos producidos a base de granos y otros, para garantizar su calidad sanitaria e inocuidad en protección de la salud de los consumidores beneficiarios de los programas sociales de alimentación.

#### Artículo 4°.- Alcance

Están comprendidas dentro de los alcances de la presente Norma Sanitaria, todas las personas naturales o jurídicas que participan o intervienen en cualquiera de los procesos u operaciones que involucra el desarrollo de actividades y servicios relacionados con los alimentos materia de esta norma destinados a Programas Sociales de Alimentación.

#### Artículo 5°.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Sanitaria es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional y se aplica a los alimentos a base de granos y otros (tubérculos, raíces, frutas, etc), sean cocidos o que requieren cocción (extruídos, expandidos, tostados, en polvo, hojuelas, otros), y de reconstitución instantánea que no requieren cocción (enriquecidos y sustitutos lácteos, mezclas fortificadas y papillas), que están destinados a Programas Sociales de Alimentación (PSA). No incluye a los productos de la panificación.

#### Artículo 6°.- Aplicación del Sistema HACCP

Dado que los alimentos destinados a programas sociales son considerados de alto riesgo y por la vulnerabilidad de los beneficiarios, el fabricante conforme a la legislación sanitaria vigente, debe aplicar el Sistema HACCP para el control de la calidad sanitaria e inocuidad de los productos que fabrica.

## CAPITULO II

### DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES EN VIGILANCIA SANITARIA Y

### VIGILANCIA NUTRICIONAL

Artículo 7°.- Ministerio de Salud.

a. Vigilancia Sanitaria

El Ministerio de Salud a través de su Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA- es la autoridad sanitaria en materia de alimentos y bebidas que ejerce la vigilancia sanitaria a nivel nacional de los establecimientos de fabricación y almacenamiento de los alimentos materia de la presente norma sanitaria. Los alimentos donados por entidades y organismos nacionales y extranjeros que tengan como destino la alimentación de grupos beneficiarios de los Programas Sociales de Alimentación, están sujetos a vigilancia sanitaria según la legislación vigente.

Las dependencias desconcentradas de salud ambiental de nivel territorial, que cuenten con personal profesional capacitado en sistemas de vigilancia sanitaria con enfoque de riesgo, y en evaluación del sistema HACCP, ejercerán por delegación del Ministerio de Salud la vigilancia sanitaria de dichos establecimientos.

b. Vigilancia Nutricional

El Ministerio de Salud a través del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud, es el responsable de conducir el sistema de vigilancia nutricional de los alimentos y las investigaciones que se requiere en el campo nutricional, así como la validación de tecnologías orientadas al cambio de comportamiento alimentarios nutricionales relacionados a la salud. Realiza el control de calidad nutricional de alimentos, y recomienda la combinación óptima de productos de origen regional o local para la preparación de raciones. En materia de su competencia, realiza la supervisión de las plantas que elaboran alimentos y verifica el

cumplimiento de los valores nutricionales mínimos que deben cumplir los alimentos destinados a los diferentes programas de alimentación social.

Se encuentra dentro de su competencia la supervisión y control de las formulaciones alimenticias y la correcta adición de micronutrientes a la ración diaria establecida para el Programa del Vaso de Leche, así como el pronunciamiento sobre la aplicación correcta de los criterios de evaluación relacionados con la calidad nutricional, porcentajes y componentes nutricionales establecidas por las disposiciones legales correspondientes.

#### Artículo 8°.- Municipalidades

En materia sanitaria, las Municipalidades en el ámbito de su competencia, son responsables de promover y vigilar el estricto cumplimiento de las condiciones higiénicas sanitarias y la aplicación de las buenas prácticas de manipulación de los alimentos a nivel del transporte, distribución y consumo final.

En materia nutricional, las Municipalidades son responsables de que los alimentos que adquieren y distribuyen en el marco de los Programas Sociales de Alimentación de su competencia, cumplan con los valores nutricionales mínimos establecidos por el Ministerio de Salud, a través del CENAN y otros que disponga el CENAN, los cuales deben ser establecidos clara y específicamente en las bases de licitaciones y tablas de evaluación correspondientes, con el fin de asegurar el cumplimiento de la calidad nutricional de los alimentos materia de la presente norma sanitaria.

### CAPITULO III DEL PRODUCTO

#### Artículo 9°.- Definiciones

Para la aplicación de la presente Norma Sanitaria están comprendidos los alimentos industrializados a base de granos como las gramíneas (trigo, cebada, avena, otros), las leguminosas (soya, tarwi, frijoles, otros) y las quenopodiáceas (quinua, kiwicha, cañihua, otros), y otros vegetales como tubérculos, raíces y frutas. Siendo descriptos los siguientes:

- a. Productos cocidos de reconstitución instantánea, como enriquecidos lácteos, sustitutos lácteos, mezclas fortificadas, papilla (destinada a niños entre 6 y 36 meses), otros similares.
- b. Productos crudos, deshidratados y precocidos que requieren cocción, como harinas, hojuelas, otros similares.
- c. Productos cocidos de consumo directo como extruidos, expandidos, hojuelas instantáneas, otros similares.

#### Artículo 10º.- Características de composición, calidad sanitaria e inocuidad

Para que un producto sea considerado apto para el consumo humano en el marco de los Programas Sociales de Alimentación deben cumplir con las características de composición y calidad sanitaria siguientes:

##### a. CRITERIOS NUTRICIONALES

Las características de composición y calidad nutricional deben cumplir con lo establecido por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) del Instituto Nacional de Salud. Los valores nutricionales mínimos de la ración alimenticia de los programas sociales a cargo de las municipalidades se ajustarán a lo establecido en la legislación correspondiente.

## b. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Los aditivos alimentarios utilizados en estos productos y los niveles máximos permitidos se sustentan en lo dispuesto por el *Codex Alimentarius* y la legislación nacional.

Los aditivos para productos cocidos de reconstitución instantánea son:

ADITIVOS ALIMENTARIOS		Dosis Máxima en 100 g de producto (peso
	Lecitina	1.5 g.
	Mono y Di glicérido	1.5 g.
	Hidrogen carbonato de sodio	Limitado por las BPM y dentro del límite
	Bicarbonato de potasio	Limitados por las BPM.
	Ácido L(+) láctico	1.5 g.
	Ácido cítrico	2.5 g.
	Concentrado de varios tocoferoles	300mg/kg de grasa, solas o mezcladas.
	Palmitato de L-ascórbico	200mg/Kg de grasa.
	Ácido L-ascórbico y sus sales de	50 mg expresado en ácido ascórbico y
	Extracto de vainilla	Limitada por las BPM.
	Etil vainillina	7 mg en el producto listo para consumo.
ENZIMAS	Carbohidrasas de malta	Limitadas por las BPM.
LEVADURAS	Carbonato de amonio	Limitados por las BPM.

(\*) Solo para productos destinados a niños de 6 a 36 meses. Para los otros grupos etarios se podrán utilizar otros aromas naturales y artificiales permitidos por el *Codex Alimentarius* y por la autoridad sanitaria, limitado por las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM).

## c. CRITERIOS FISICO QUÍMICOS

Los criterios físico químicos se sustentan en lo dispuesto por el *Codex Alimentarius* quedando sujetos a las enmiendas y actualizaciones correspondientes.

Los criterios físico químicos relacionados a la calidad nutricional se sujetarán a lo dispuesto por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición del Instituto Nacional de Salud.

Criterios físico químicos de implicancia sanitaria de los alimentos cocidos de reconstitución instantánea:

Humedad	Menor o igual a 5%
Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	Menor o igual a 0.4%
Gelatinización	Mayor a 94%
Indice de peróxido	Menor a 10mEq/Kg de grasa
Saponina (formulación con quinua)	Ausente
Aflatoxina	No detectable en 5ppb



**Anexo 16: Fotografías que evidencian el trabajo realizado**

Obtención de alimento instantáneo



Evaluación sensorial del alimento instantáneo

