

FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN PROTEICA DE FIDEOS, ENRIQUECIDOS CON HARINA DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*)

FORMULATION AND EVALUATION OF PROTEIN NOODLES, ENRICHED FLOUR ANCHOVETA (*Engraulis ringens*)

Dennys Delgado Vasquez¹
Dante Delgado Cordova²
Lourdes Esquivel Paredes³

Fecha de recepción: 23 octubre 2013

Fecha de aceptación: 16 mayo 2014

Resumen

Tiempos en que la obesidad, diabetes y desnutrición están aumentando en todo el mundo, las pastas y otros alimentos de bajo índice glicémico ayudan a controlar los niveles de azúcar en sangre y el peso. El índice glicémico es uno de los muchos factores que hacen saludable a los alimentos (Sociedad española de nutrición, 2010), modo de valorar los alimentos que contienen carbohidratos según el grado en el que se eleva la “glicemia” o azúcar sanguínea después de consumirlos.

Los fideos productos no fermentados obtenidos del empaste y amasado mecánico de harinas de trigo ricos en gluten y demás ingredientes, con un índice glicémico, provechoso para diabéticos, obesos y población desnutrida, manifestada en niños menores de 5 años en las comunidades de Salas, Cañarís e Incahuasi Región Lambayeque representando un 17,8% a nivel nacional. (INEI 2010),

Se formuló y evaluó el contenido proteico de fideos enriquecidos con harina de anchoveta, para incentivar el aprovechamiento de la harina de pescado empleado actualmente solo como alimento balanceado para animales, sin embargo su alto contenido proteico no provenientes del gluten (65% a 72%) y bajo en carbohidratos (4.76%) resultarían oportunas de ser consumidas (Ciencia y tecnología, 2009). El objetivo fue determinar la formulación óptima y evaluación proteica de los fideos enriquecidos con harina de anchoveta, las variables independientes porcentaje de harina de anchoveta (5% – 15%) y harina de trigo (85% – 95%), establecidas en 6 tratamientos por el Diseño Experimental D-óptimo tipo mezcla, y como variable respuesta al % de Proteínas, grado de gelatinización, temperatura de inicio y máxima de gelatinización.

1 Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismos. Egresado. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Lambayeque. Perú. denysdv@crece.uss.edu.pe.

2 Escuela de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismos. Bachiller. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Lambayeque. Perú. moisesdc@crece.uss.edu.pe.

3 Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismos. Magister en Gerencia de Industrias Agropecuarias y Pesqueras. Universidad Señor de Sipán. Pimentel. Lambayeque. Perú. eparedes@crece.uss.edu.pe.

La temperatura de secado entre los 40°C – 48°C por un tiempo de 20 horas, formulación optimizada 90% de harina de trigo y 10% de harina de anchoveta, con 11.17% de proteínas gelatinización que demuestra una actividad enzimática adecuada con 950 AU propia de harinas duras (Industria alimentaria, 2012).

Palabras claves: *anchoveta (Engraulis ringens), D-optimo, enriquecido, fideos, formulación, gelatinización, harina, proteínas.*

Abstrac

Times when obesity, diabetes and malnutrition are increasing worldwide, pasta and other foods of low glycemic help control blood sugar levels and weight. The glycemic index is one of the many factors that make healthy foods (Spanish Nutrition Society, 2010) , how to assess the carbohydrate-containing foods according to the degree to which the glycemic or blood sugar rises after consuming .

The noodles, products not fermented obtained for filling and mechanical kneading wheat flour rich in gluten and other ingredients, with, helpful for diabetics glycemic index , obese and malnourished population, manifested in children under five years in the communities of Salas, Canaris Incahuasi rLambayeque Region epresenting 17.8 % nationally . (INEI 2010) .

Its high protein content not from the gluten (65 % is formulated and evaluated the protein content of fortified flour anchoveta, to encourage the use of fish meal currently used only for balanced animal food noodles , however to 72 %) and low in carbohydrates (4.76 %) would be appropriate to be consumed (Science and Technology, 2009). The objective was to determine the optimal formulation and evaluation protein of noodles enriched flour anchoveta, the independent variables percentage of anchovy fish meal (5% - 15%) and wheat flour (85 % - 95 %), established in 6 treatments Experimental Design for the type D- optimal mixture , and the response variable to % protein, degree of gelatinization, maxima and starting temperature of gelatinization .

The drying temperature between 40 °C - 48 °C for 20 h, optimized 90 % wheat flour and 10% anchovy fish meal , with 11.17 % protein gelation demonstrating adequate enzyme activity 950 AU own flour formulation hard (food and Drink Industry , 2012).

Keywords: *Anchoveta, optimal, enriched D, noodles, formulation, gelatinization, flour, proteins,*

1. Introducción

La desnutrición es uno de los grandes problemas que atraviesa el Perú aproximadamente 3'248,000 niños y niñas de 0 a 5 años, alrededor de 753,597 fueron afectados por la desnutrición crónica, representando el 23,2% de la población infantil. En el Perú, 14 de cada 100 niños y niñas menores de 5 años que viven en el

área urbana sufren de desnutrición crónica (14,1%), mientras que 39 de cada 100 padecen de ella en el área rural (38,8%). A nivel de regiones naturales, la zona de sierra presenta los promedios más altos de desnutrición crónica (34,4%). (Infobarómetro de la Primera Infancia, 2012)

La desnutrición infantil va en aumento en la Región Lambayeque habiendo alcanzado en los últimos años niveles de 17,8%, sobre todo en aquellas poblaciones que se encuentran ubicados en las zonas rurales como el distrito de Incahuasi, en el cual de cada 100 niños unos 50 sufren de desnutrición crónica, con falta de educación y conciencia sobre una alimentación saludable, sin conocer sobre una dieta basada en un equilibrio de micro y macro nutrientes, sumado a ello los mínimos ingresos económicos con los que cuentan para adquirir alimentos suficientes que satisfagan los requerimientos nutricionales de los niños. (Infobarómetro de la Primera Infancia, 2012)

Estos alimentos contienen carbohidratos que constituyen el combustible necesario para un buen funcionamiento del cerebro, pulmones, corazón y para mantener una temperatura adecuada del cuerpo, sirven como fuente de energía para realizar las actividades diarias tanto físicas como mentales, por ejemplo caminar, correr, jugar, leer, estudiar. (Sociedad Ecuatoriana de Medicina Familiar, 2010)

Ante esta problemática se propuso formular fideos enriquecidos con harina de anchoveta, que posteriormente sirvan como alimento a las comunidades con altos índices de desnutrición como Incahuasi en la Región Lambayeque, la hipótesis fue la formulación y evaluación proteica de fideos enriquecidos con harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la empresa de fideos DOMINIONI S.A.C.– Chiclayo.2012, será de 80% de harina de trigo y 20% de harina de pescado, con un punto de gelificación de 2.5; teniendo como objetivo determinar la formulación y evaluación proteica de fideos, enriquecidos con harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) en la empresa de fideos DOMINIONI S.A.C. – Chiclayo.2012.

Esta investigación fue de tipo descriptiva – experimental, con un diseño Diseño Experimental D-óptimo tipo mezcla, se tuvo como variable respuesta al % de Proteínas y Punto de Gelatinización, para la elaboración de los fideos enriquecidos con harina de Anchoveta (*Engraulis ringens*) se utilizó harina de trigo y de anchoveta, las cuales fueron adquiridas en el mercado de abastos de Moshoqueque – Lambayeque, las pruebas experimentales se desarrollaron en la Empresa DOMINIONI S.A.C., el análisis de los tratamientos se realizaron en los laboratorios de la Universidad del Santa y Universidad Pedro Ruiz Gallo.

Este estudio sobre la formulación y evaluación proteica de fideos, enriquecidos con harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) es importante, debido a que es un proceso que favorece el desarrollo social, pues al formular y evaluar el contenido proteico de fideos enriquecidos con harina de anchoveta (*Engraulis ringens*), podemos cambiar la realidad nutricional, ya que al elaborar fideos enriquecidos a base de harina de trigo y de harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) buscamos una combinación adecuada de diversas proteínas de origen animal, que eleven su valor nutritivo, que alivien en algo la crisis y la problemática nutricional que afecta mayormente a la población infantil.

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

Harina de trigo
Harina de anchoveta
Agua
Colorante

2.2 Equipos

Amasadora
Extrusora
Cortadora
Secador
Equipo Kjeldahl
Farinógrafo-AT
Alveógrafo

2.3 Metodología

Para la elaboración de los fideos enriquecidos con harina de anchoveta se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Se recibió la materia prima harina de trigo y harina de anchoveta en un ambiente fresco y seco para la posterior elaboración de los fideos enriquecidos con harina de Anchoveta (*Engraulis ringens*).

A. Dosificación de materia prima:

En esta operación consistió en adicionar a la amasadora harina de trigo y harina de anchoveta según las formulaciones indicadas en la matriz experimental tabla 1 y se le añadirá el agua y el colorante en los porcentajes indicados en la figura 1.

B. Mezclado:

En esta operación se procedió al mezclado de los ingredientes dosificados por un tiempo de 15 minutos a una velocidad media, para cada una de las experiencias establecidas en la matriz experimental tabla 1.

C. Amasado:

Se forzó el paso de la masa en estado plástico a través de un molde apropiado y con presión relativamente alta. Normalmente esta presión se consiguió con un tornillo sin fin por el que pasara la masa. La temperatura de la masa será constante, por eso llevara una camisa de refrigeración en la prensa extrusora, el tiempo de amasado es de 15 minutos

D. Extruido:

En esta operación se le dio forma a la pasta en fideo tallarín.

E. Trefilado (forma de la pasta):

En esta operación se dio la forma a los fideos en diferentes presentaciones atractivas para el cliente o consumidor.

F. Corte:

En esta operación se cortó de aproximadamente de 20 - 30 cm.

G. Extendido de la pasta:

Esta operación se llevó a cabo en una varilla para así formar los fideos tipo tallarín y tenderlos en un bastidor para después ponerlos en el secador por pisos.

H. Secado:

Se secaron los fideos a temperaturas de 40 – 48 °C, por un tiempo de 20 horas y humedad relativa inicial de 70% y final de 38%, estas condiciones son para todas los tratamientos establecidos por la matriz experimental tabla 00.

I. Pesado y envasado:

Las muestras fueron envasadas en bolsas de polipropileno por 120 gramos.

J. Almacenamiento:

Se almacenaron teniendo las precauciones adecuadas y los riesgos de trisado para obtener un buen producto. Lugar fresco y seco a 22°C

2.4 Plan de análisis estadístico de datos:

Matriz de los tratamientos experimentales, obtenidos por el paquete estadístico Desing – Expert 8.0

Los datos obtenidos, fueron tabulados, ordenados de acuerdo a las etapas de los procesos, para determinar la mejor formulación de los fideos enriquecidos con harina de anchoveta aplicando un diseño de mezclas, donde las variables respuestas serán: aceptabilidad, proteínas y textura.

Tabla 1.

Matriz experimental decodificada de los tratamientos para la formulación de fideos.

Variables Independientes			Variables Dependientes			
T	Harina trigo	Harina de pescado	Proteína %	°Gelificación	T _{max} G °C	T _{inicio} G °C
1	95	5				
9	95	5				
4	92.48	7.52				
2	90	10				
7	95	5				
3	85	15				
5	87.52	12.48				
8	85	15				
6	86.26	13.74				

Fuente: Desing Expert 8.0

3. Resultados

3.1 Características de la materia prima

En las tablas del 2 al 4 se muestra la composición química de la harina de trigo y harina de pescado y los diversos tratamientos experimentales establecidos en el tabla 1. La harina de trigo empleada presenta un contenido de proteínas del 8% inicial antes del procesamiento y con una humedad del 12%.

Tabla 2.

Composición química de la harina de trigo.

Componente	Porcentaje
Glúcidos	74-76%
Prótidos	8 %
Lípidos	1-2%
Agua	11-14%
Minerales	1-2%

Fuente: Laboratorio de composición de productos agroindustriales de la UNS

Tabla 3.

Características físicas-organolépticas de la harina de trigo.

Característica	Porcentaje
Color	Blanco, marfil y natural
Olor	Característico
Textura	Suave al tacto
Humedad	Máx. 15.0 %
Cenizas	0.65 – 1.00 %
Acidez	Máx. 0.15 %

Fuente: Laboratorio de composición de productos agroindustriales de la UNS

Tabla 4.

Características nutricionales de la harina de trigo.

Característica	Porcentaje
Proteína	9.6 gr.
Grasa	1.7 gr.
Hidratos de Carbono	70%
Colesterol	0%
Energía	334 kcal

Fuente: Ficha técnica del producto

Tabla 5.

Características químicas de la harina de pescado.

Componente	Cantidad
Proteína	70% 65% Min
Grasa	12% Max (10-12%)
Humedad	10% Max (8-10%)
Cenizas	11% Max (10-11%) o 16% Max
Sales y arena	3% Max (1,5-3%) o 5 % Max
Antioxidante	150 m al momento de embarque

Fuente: Ficha técnica del producto

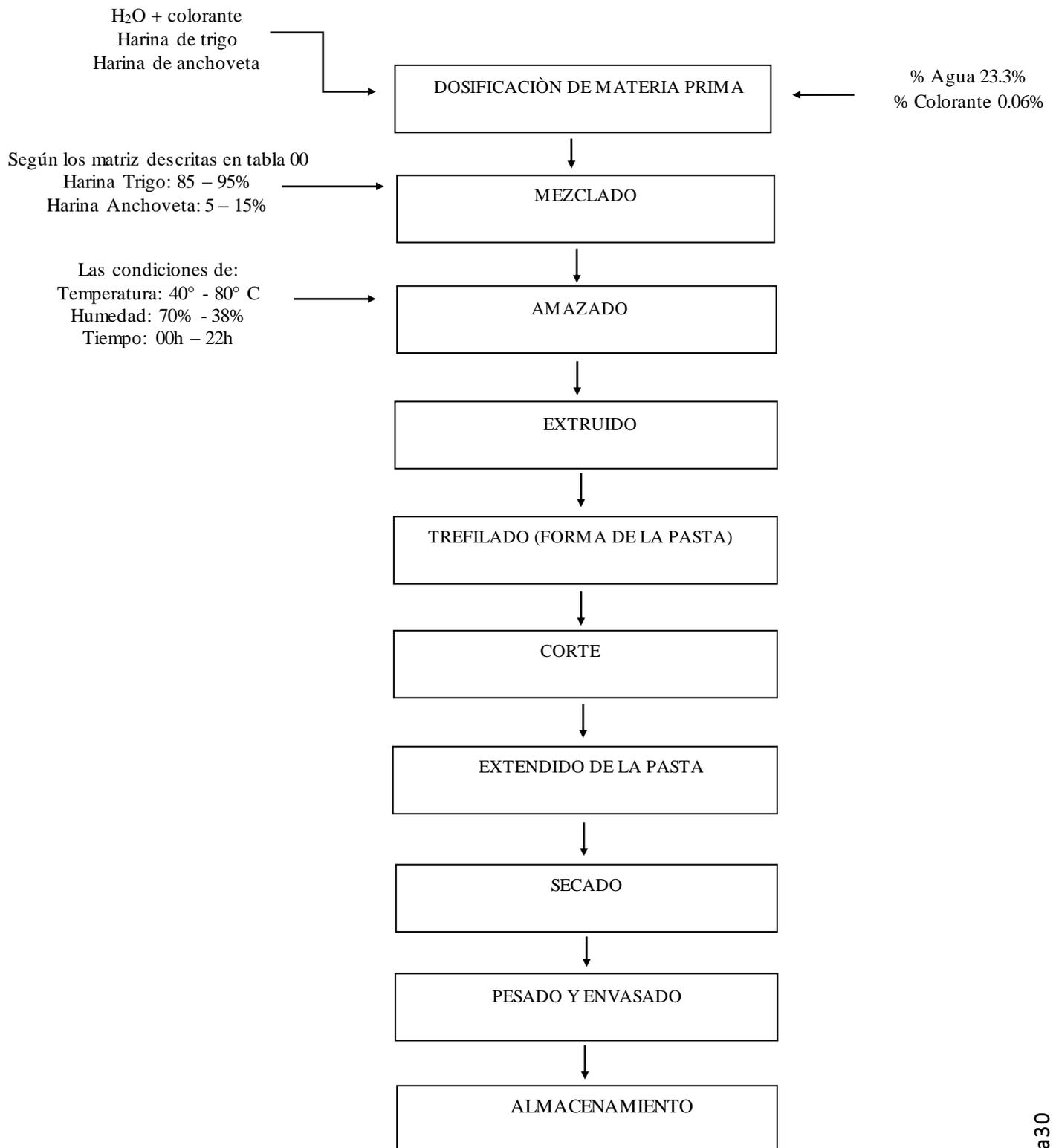


Figura 1: Diagrama de flujo para la elaboración de fideos enriquecidos con H. de trigo y H. anchoveta

3.2 Análisis estadístico:

Tabla 6.

Matriz experimental decodificada de los tratamientos para la formulación de fideos.

Variables independientes			Variables dependientes				
Tratamientos	Harina trigo	Harina de pescado	Proteína %	°Gelificación	T _{max} G °C	T _{inicio} G °C	
1	1	95	5	9.57	984	90.1	65.4
9	2	95	5	9.57	984	90.1	65.4
4	3	92.48	7.52	10.37	1005	90.3	63.9
2	4	90	10	11.17	831	90.3	63.9
7	5	95	5	9.57	984	90.1	65.4
3	6	85	15	8.78	829	89.7	63.5
5	7	87.52	12.48	10.77	854	92.4	65.4
8	8	85	15	8.78	829	89.7	63.5
6	9	86.26	13.74	9.57	842	91.1	64.5

Fuente: Desing Expert 8.0

a) Evaluación estadística del contenido proteico

Tabla 7.

Análisis de varianza para la variable respuesta % de proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-value Prob >F
Mezcla	0.29	1	0.29	5.25	0.0419
AB	4.81	1	4.81	86.94	< 0.0001
Residuo	0.33	6	0.055		
Falta de ajuste	0.33	3	0.11		
Error puro	0	3	0		
Cor Total	5.43	8			

Fuente: Desing Expert 8.0

El ajuste del modelo fue expresado por el coeficiente de regresión R² el cual fue de 0.9389. El estadístico R² indica que 93.89% de la variabilidad en la respuesta pueden ser explicada por el modelo. El valor también indica que sólo el 6.11% de la variación total no se explica por el modelo. Esto muestra que la ecuación 01 es un modelo conveniente para describir la respuesta del experimento que indica el % de proteína.

$$\text{Proteína} = (4.16907 * \text{Harina Trigo}) - (609.86461 * \text{Harina Pescado}) + (758.82788 * \text{Harina Trigo} * \text{Harina Pescado}) \longrightarrow (01)$$

b) Evaluación estadística del grado de gelificación

El ajuste del modelo fue expresado por el coeficiente de regresión R² el cual fue de 0.9970. El estadístico R² indica que 99.70% de la variabilidad en la respuesta pueden ser explicada por el modelo. El valor también indica que sólo el 0.30% de la variación total no se explica por el modelo. Esto muestra que la ecuación 02 es un modelo conveniente para describir la respuesta del experimento que indica el grado de gelificación.

Tabla 8.

Análisis de varianza para la variable respuesta grado de gelificación

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-value Prob >F
Mezcla	1.15E+06	1	1.15E+06	12.71	0.0091
AB	1.15E+06	1	1.15E+06	12.71	0.0091
Residuo	6.30E+05	7	90029.37		
Falta de ajuste	6.30E+05	4	1.58E+05		
Error puro	0	3	0		
Cor Total	1.78E+06	8			

Fuente: Desing Expert 8.0

$$\text{Grado Gelificación} = +438.38908 * \text{Harina Trigo} + 5.12192E+005 * \text{Harina Pescado} - 8.50253E+005 * \text{Harina Trigo} * \text{Harina Pescado} + 3.58955E+005 * \text{Harina Trigo} * \text{Harina Pescado} * (\text{Harina Trigo} - \text{Harina Pescado}) \longrightarrow (02)$$

c) Evaluación estadística temperatura de máxima de gelificación (T_{max} G)

Tabla 9.

Análisis de varianza para la variable respuesta temperatura de máxima de gelificación

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-value Prob >F
Mezcla	0.19	1	0.19	0.76	0.4240
AB	1.72	1	1.72	6.89	0.0419
Residuo	1.25	5	0.25		
Falta de ajuste					
Error puro	0.000	3	0.000		
Cor Total					

Fuente: Desing Expert 8.0

El ajuste del modelo fue expresado por el coeficiente de regresión R² el cual fue de 0.7824. El estadístico R² indica que 78.24% de la variabilidad en la respuesta pueden ser explicada por el modelo. El valor también indica que sólo el 21.76% de la variación total no se explica por el modelo. Esto muestra que la ecuación 03 es un modelo conveniente para describir la respuesta del experimento que indica la T_{max} G.

$$T_{max} G = +104.35914 * \text{Harina Trigo} - 17165.68860 * \text{Harina Pescado} + 28334.84998 * \text{Harina Trigo} * \text{Harina Pescado} - 11616.90282 * \text{Harina Trigo} * \text{Harina Pescado} * (\text{Harina Trigo} - \text{Harina Pescado}) \longrightarrow (03)$$

d) Evaluación estadística temperatura de inicio de gelificación (T_{inicio} G)

El ajuste del modelo fue expresado por el coeficiente de regresión R² el cual fue de 0.9302. El estadístico R² indica que 93.02% de la variabilidad en la

respuesta pueden ser explicada por el modelo. El valor también indica que sólo el 0.30% de la variación total no se explica por el modelo. Esto muestra que la ecuación 04 es un modelo conveniente para describir la respuesta del experimento que indica el inicio de la temperatura de gelificación.

Tabla 10.

Análisis de varianza para la variable respuesta temperatura de inicio de gelificación

Fuente	Suma de Cuadrados	df	Cuadrados Medios	Valor F	P-value Prob >F
Mezcla	2.44	1	2.44	30.51	0.0027
AB	0.050	1	0.050	0.63	0.4644
Residuo	2.84	1	2.84	35.46	0.0019
Falta de ajuste	0.40	2	0.20		
Error puro	0	3	0		
Cor Total	5.74	8			

Fuente: Desing Expert 8.0

$T_{inicio} G = +85.05258 * Harina Trigo - 17446.35883 * Harina Pescado + 28911.69080 * Harina Trigo * Harina Pescado - 12078.82007 * Harina Trigo * Harina Pescado * (Harina Trigo - Harina Pescado) \longrightarrow (04)$

e) Optimización de la mezcla

Tabla 11.

Formulación optimizada

Component	Nam	Level	Low Level	High Level
A	Harina Trigo	90.0085.00	95.00	0.000
B	Harina Pescado	10.005.00	15.00	0.000
	Total =	100.00		
Response	Prediction	SE Mean	95% CI low	95% CI high
Proteína	11.0602	0.16	10.68	11.45
Gelificación	930.591	3.57	926.63	944.99
T _{max} G	91.0883	0.34	90.21	91.94
T _{inicio} G	64.588	0.19	63.80	64.78

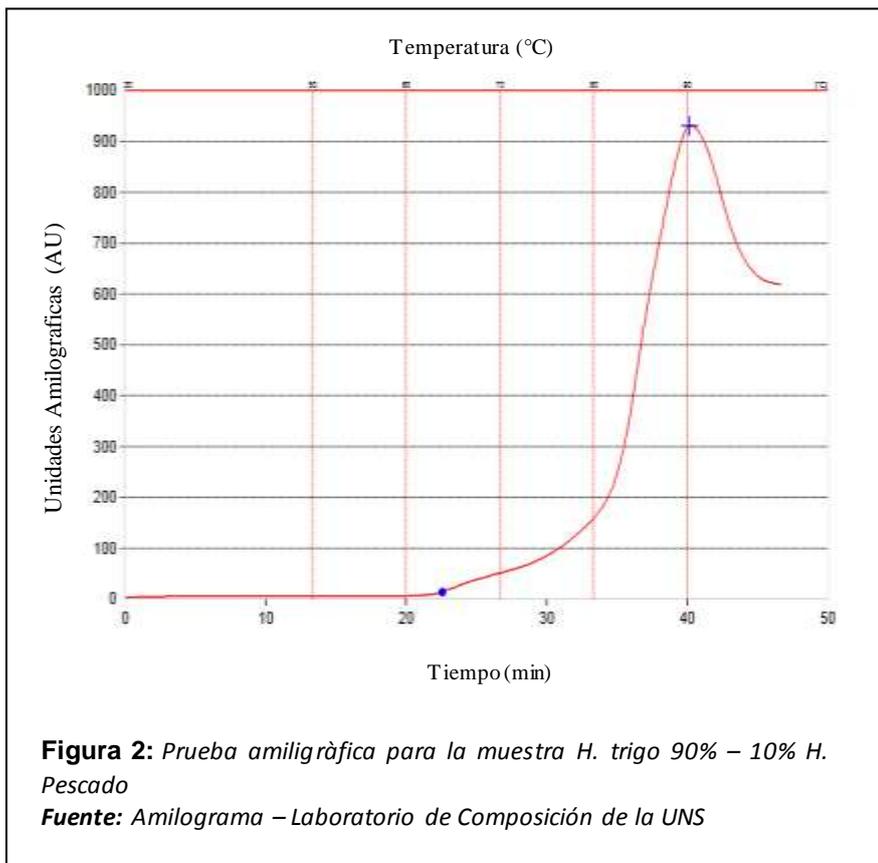
Fuente: Desing Expert 8.0

f) Propiedades viscoelásticas de la mezcla optimizada

Tabla 12.

Prueba amiligráfica para la muestra H. trigo 90% – 10% H. Pescado

Flour - Amylogram (80.0 g / 450.0 ml)
Evaluation of sample: Harina de Trigo
Moisture: 10.6 %
Sample weight corr. to 14.0 %: (77.0 g / 453.0 ml)
Begin of gelatinization: 63.9°C
Gelatinization temperature: 90.3°C
Gelatinization maximum: 931AU
Remarks: Harina de Trigo

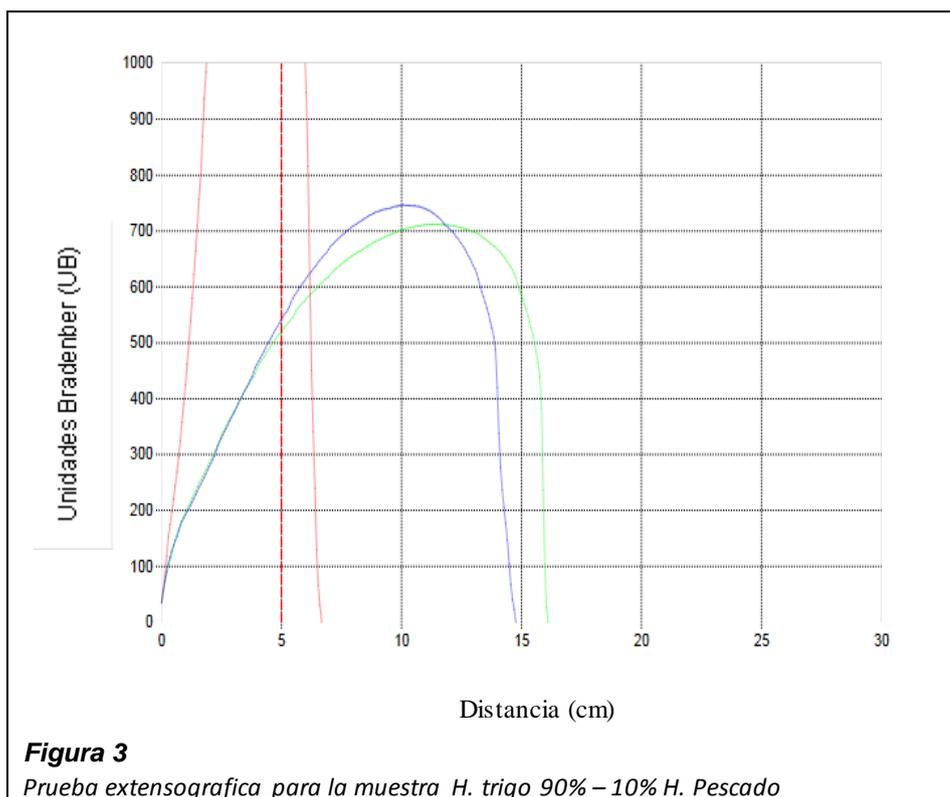


Los análisis reportados por el amilografo para la formulación harina de trigo 90% y harina de anchoveta 10% representada en la figura 2 indican °T inicial de gelificación 63.9 °C a los 24 min y la °T de máxima gelificación 90.3 °C temperatura a los 40,01min, condiciones donde se logra la mayor captación de agua por parte de sus almidones, gelatinización máxima de 931 unidades amilograficas (AU), indicando una harina destinada para panificación y pastas por presentar valor AU superiores a 500 (Manual de Usuario del AMILOGRAFO-E de Brabender®).

Tabla 13.

Prueba extensografica para la muestra H. trigo 90%– 10% H. Pescado

Fecha:	09/09/2013		
Operador:			
Experimento	30/60/90 Minutos		
Absorción de agua:	56.0 %		
Demostrando tiempo[min]:	30	60	90
Energia [cm²]:	154	129	139
La resistencia a la extensión [BU]:	523	1638	545
Extensibilidad [mm]:	161	67	148
Maxima [BU]:	712	1638	747
Numero de ratio:	3.2	24.5	3.7
Numero de ratio (Max.):4.4	24.5	5.1	



Las pruebas extensográficas buscan determinar la menor resistencia a la extensión y mayor extensibilidad, los análisis representados en la tabla 13 muestran valores de resistencia a la extensión y extensibilidad en harinas dura, no viéndose afectado por el 5% de sustitución de harina de pescado.

A un tiempo de amasado de 30 minutos se reportaron de energía de 149 cm², resistencia a la extensión de (BU) 550 y extensibilidad de 156 (mm), estos valores corresponden a una masa rígida y dura, ya que los valores indicados se encuentran dentro de los rango establecidos en la tabla 14.

Tabla 14.

Evaluación de resultados Extensografo®

	Harina Débil	Harina de Fuerza	Masa rígida, dura
Energía	< 100	110 - 130	120- 150
Resistencia a la Extensión	< 300	400 - 600	> 600
Extensibilidad	50 – 180	130 - 160	< 120
Extensión, máximo	150 – 400	500 - 700	> 700
Numero de Ratio	< 2,5	3,0 – 4,5	> 5,0

4. Conclusiones

La formulación óptima teórica para los fideos enriquecidos con harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) es la mezcla de harina de trigo 90% y harina de pescado 10% para obtener el 11.0602% de proteína, punto de gelificación de 930.591 AU, una temperatura de inicio de gelificación de 64.1588°C y temperatura máxima de gelificación 91.0883°C.

Experimentalmente se observó T inicial de gelificación 63.9 °C a los 33 min y la T de máxima gelificación 90.3 °C temperatura a los 42 min donde la mezcla logra la mayor captación de agua por parte de sus almidones, logrando una gelatinización máxima de 931 unidades amilografías (AU), manteniéndose las características de harina dura apta para la elaboración de fideos.

5. Referencia

Sociedad española de nutrición, 2010

Instituto nacional de estadística e informática, 2010

Temas de ciencia y tecnología. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales Citado el 9 de agosto del 2009. Disponible en: URL: http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf.

Industria alimentaria. Parámetros Industriales de la Calidad del Trigo y de la harina. Citado el 3 de julio del 2012. Disponible en: URL: <http://edgardopedullarodriguez.wordpress.com/tag/farinografo-de-brabender/>