

## Formulación y evaluación de galletas enriquecidas con micronutrientes y proteínas de origen animal y vegetal para desayunos escolares

Formulation and evaluation of cookies and proteinen riched with microanimal and plant for school breakfast

Cecilia, Mejía Domínguez<sup>1</sup>; Edwin, Macavilca Ticlayauri<sup>2</sup>; Julia, Velásquez Gamarra<sup>1</sup>; Betty, Palacios Rodríguez<sup>1</sup> y Luciano, García Alor<sup>3</sup>

### RESUMEN

**Objetivo.** Formular y evaluar galletas enriquecidas con micronutrientes y proteína de origen animal y vegetal para desayunos escolares. **Método.** Se utilizó harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) y concentrado proteico foliar de alfalfa (*Medicago sativa*) como insumo para la elaboración de galletas. Se formularon galletas con siete tratamientos considerando un nivel mínimo de 0% y nivel alto de 10% de concentrado proteico foliar de alfalfa y 5% para harina de pescado para lograr una formulación óptima mediante la metodología de superficie de respuesta. A estas galletas se les determinó la composición proximal, contenido de hierro y la aceptabilidad de los atributos sensoriales: sabor, textura, olor y color, a nivel de laboratorio utilizando 5 panelistas semi-entrenados y una escala hedónica no estructurada de 5 puntos. **Resultados.** A medida que se incrementan los niveles de estos concentrados en la formulación de galletas, los niveles de proteínas y hierro aumentan y siendo de buena aceptabilidad. La formulación óptima hallada para elaborar galletas enriquecidas con proteína foliar de alfalfa y de pescado, en función a proteína y hierro fue: concentrado proteico de alfalfa 7,23%; harina de pescado 2,77% y harina de trigo 90%, logrando una galleta con un contenido proteico de 13,4g%, hierro 5,95 mg% y una aceptabilidad moderada, según la metodología aplicada de superficie de respuesta. **Conclusiones.** El uso del concentrado proteico foliar de alfalfa y harina de pescado elevan los niveles de proteínas y hierro en las galletas.

**Palabras clave:** Proteína foliar, superficie de respuesta, formulación óptima.

### ABSTRACT

**Objective.** Develop and evaluate micronutrient-fortified cookies and animal protein and vegetable for school breakfasts. **Method.** Flour anchoveta (*Engraulis ringens*) was used and leaf protein concentrate from alfalfa (*Medicago sativa*) as an input for the production of cookies. Cookies made with seven treatments considering a minimum of 0% and high 10% alfalfa leaf protein concentrate and 5% for fish meal, for optimum formulation by response surface methodology. These cookies were determined proximate composition, iron content and acceptability of sensory attributes: taste, texture, smell and color, on a laboratory scale using 5 semi-trained panelists and unstructured hedonic scale of 5 points. **Results.** As these levels increase concentrated in the formulation of cookies, protein and iron levels increase and remain in good acceptability. The optimal formulation found to produce fortified cookies alfalfa leaf protein and fish, according to protein and iron was: alfalfa protein concentrate 7.23%, 2.77% fish meal and wheat flour 90%, achieving a cookie with a protein content of 13.4 g%, iron 5.95 mg% and moderate acceptability according to the methodology applied response surface. **Conclusions.** The use of alfalfa leaf protein concentrate and fish meal elevates levels of protein and iron in the cookies.

**Keywords:** leaf protein, response surface, optimum formulation.

<sup>1</sup> Facultad de Bromatología y Nutrición. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Agraria, Industria Alimentarias y Ambiental. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos enriquecidos son a los que se han adicionado nutrientes esenciales con el objeto de resolver deficiencias de la alimentación que se traducen en fenómenos de carencia colectiva. La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia en la infancia y la vitamina A directamente relacionada con la ceguera y problemas visuales, afectando a un 20% de la población mundial (Cook, Skikne y Baynes, 1994).

Una alternativa para mejorar el valor biológico de la proteína de los alimentos es a través de mezclas fortificadas y enriquecidas con aminoácidos con el fin de lograr una mayor calidad de la proteína. En muchas investigaciones se han dado alternativas de fortificación y/o enriquecimiento de alimentos o galletas con granos de cereales, leguminosas y proteínas de origen animal, pero muy poco con concentrado proteico foliar, siendo ésta muy rico en vitaminas y minerales, especialmente en los dos micro nutrientes más deficitarios en la dieta, como vitamina A y hierro.

Según Kennedy (1993), la composición de 100 g de concentrado foliar al 60% de humedad contiene aproximadamente: 24 g de proteínas, 5 000 UI Vitamina A ( $\beta$ -caroteno), 40 mg% de hierro, 720 mg% de calcio, 140 calorías y 140  $\mu$ g % de ácido fólico.

El concentrado proteico foliar desecado de alfalfa contiene; 51,8% de proteína; hierro 32,7 mg%;  $\beta$ -caroteno 57,54  $\mu$ g/g y digestibilidad 78,06 (Pico, 2008) y el concentrado proteico foliar de zanahoria en base seca: proteína 43,8%;  $\beta$ -caroteno 2,3 mg% y hierro 117 mg% (Mejía, 2009).

En la Universidad Nacional Federico Villarreal, elaboraron galletas sustituyendo la harina de trigo por harina de merluza en 5, 10 y 15% en la formulación patrón, encontrándose que es aceptado por los consumidores la formulación del 10% y el 7% de los panelistas detectaron la incorporación de la harina de pescado en las galletas (López y Dávila, 2002). Mejía (2009), encontró valores de sustitución en un 5% de concentrado proteico foliar de zanahoria en la elaboración de galletas, obteniendo una aceptabilidad en un 87% de los panelistas y con contenido nutricional de 8,84% de proteína; 3,8 mg% de hierro y 0,10 mg% de  $\beta$ -caroteno.

La necesidad de suplementos alimenticios nutritivos, fáciles de preparar, se hace necesario investigar las concentraciones óptimas de sustitución de harina de trigo y evaluar la factibilidad de enriquecer alimentos y/o productos de panificación con proteína foliar y proteína animal.

El Método de Superficie de Respuesta (MSR) se utiliza para crear prototipos de productos donde se pueden modelar los efectos de los niveles de los ingredientes y/o las condiciones de procesamiento, así como para economizar dinero y reducir el tiempo de pruebas al disminuir el número de ensayos que se llevan a cabo (Ordaz-Trinidad, Beltrán-Orozco, Pineda y Arana-Errasquin, 2010; Salamanca, Osorio y Montoya, 2010 y Villar-Marcano, Millán-Trujillo y Di Scipio, 2007).

La tendencia actual en el desarrollo de productos está orientada a responder a las nuevas exigencias de los consumidores, cada vez más conscientes de adquirir alimentos nutritivos, con características sensoriales lo más similares a las materias primas que le dan origen (Sloan, 1998), de fácil preparación, que haga más sencillas las labores de preparación de otros alimentos (Katz, 1999 y Sloan, 1999).

En el Perú el 25,4% de la población infantil menores de 5 años sufren desnutrición crónica y el 56% presenta deficiencia de Vitamina A, y que la gran mayoría está consumiendo más calorías que alimentos ricos en micronutrientes, presentando anemia en un 56% (Cortéz, 2004). En nuestra Región Lima, los niños de 6 a 9 años presentan desnutrición crónica un 14,7%, correspondiendo a la anemia de Hierro un 11% (Ministerio de Educación – INEI, 2005).

Por lo que la hipótesis general planteado es: Las galletas enriquecidas con micronutrientes y proteínas de origen animal y vegetal mejoran el estado nutricional de los escolares.

Por ello, el objetivo de la investigación es formular y evaluar galletas con micronutrientes y proteínas de origen animal y vegetal como la harina de pescado y concentrado proteico foliar de alfalfa, a través del método de superficie de respuesta, para encontrar la formulación óptima en relación a proteína y hierro, que permitan obtener un producto de alta calidad nutricional y de buena aceptabilidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Materia prima

Las materias primas utilizadas para elaborar la galleta fueron, la proteína foliar de alfalfa (*Medicago sativa*), harina de anchoveta (*Engraulis ringens*) y harina de trigo.

### Procedimiento experimental

Extracción de proteína foliar de alfalfa  
Se realizó según lo indicado por SOYNICA (1989); Cortés y Gallardo (2005)

### Elaboración de galleta

Para la elaboración de las galletas se consideró añadir a la harina de trigo un concentrado de origen vegetal como la proteína foliar de alfalfa y otra fuente de proteína animal como harina de pescado.

El diseño planteado para la formulación fue considerar un nivel bajo de 0% para ambas proteínas y un nivel alto de 5 % de harina de pescado y 10% de concentrado proteico foliar de alfalfa (Tabla 1).

**Tabla 1.** Concentración de los insumos para la formulación de galletas

Insumos	Concentración (%)	
	Nivel bajo	Nivel alto
Concentrado proteico foliar de alfalfa	0	10
Harina de pescado para consumo humano	0	5
Harina de trigo	90	100

Para la preparación de las galletas según los niveles de combinación de cada insumo indicado, se procedió a encontrar una formulación óptima en base a la aceptabilidad, sabor, cantidad de proteínas y minerales.

### Diseño Experimental

Para encontrar la mejor muestra o formulación se procedió a aplicar la metodología de superficie de respuesta (MSR) empleando el diseño experimental de mezclas donde los factores tienen la restricción de que su suma es

la unidad o 100%. En este diseño las mezclas o componentes que varían son: Harina de trigo, harina de pescado y concentrado proteico foliar de alfalfa, mientras que los otros insumos son constantes.

### Formulación

Se realizaron 7 formulaciones de galletas. En la tabla 2 se muestran las variables en estudio con los respectivos tratamientos experimentales propuestos para el diseño de mezclas tipo centroide simplex.

**Tabla 2.** Tratamientos experimentales

Preparación (T)	Factor componente (X)			Otros insumos
	X1 Proteína foliar de alfalfa %	X2 Harina de anchoveta %	X3 Harina de trigo %	
6	0,00	5,00	95,00	Constante
5	1,33	1,67	97,00	Constante
4	10,00	0,00	90,00	Constante
7	0,00	0,00	100,00	Constante
3	5,00	0,00	95,00	Constante
2	0,00	2,50	97,50	Constante
1	5,00	2,50	92,50	Constante

En la figura 1 se puede apreciar la distribución espacial de los 7 tratamientos experimentales en la superficie de respuesta según la metodología.

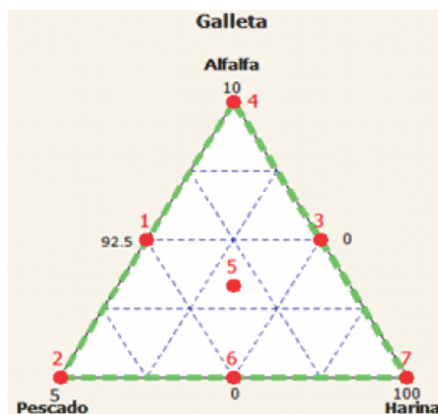


Figura 1. Distribución espacial de los 7 tratamientos experimentales

El modelo estadístico propuesto por este método fue:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$$

Donde:

Y: Es la respuesta esperada (contenido de proteína, hierro,  $\beta$ -caroteno, sabor, color, aceptabilidad, etc.)

X1, X2 y X3: son los componentes como factores variables (Concentrado proteico de alfalfa, concentrado de pescado y harina de trigo)

Las constantes  $\beta$  son valores correlacionados por el modelo.

### Flujograma de la preparación de galleta

La elaboración de las galletas de los 7 tratamientos en mención se preparó según el flujo indicado en la siguiente figura.

La formulación básica incluyó harina de trigo, azúcar, manteca vegetal, sal, vainilla y agua suficiente para obtener una masa de consistencia óptima. El concentrado proteico foliar de alfalfa y harina de pescado se realizó según lo indicado en tabla 2.

Las mezclas fueron amasadas, laminadas y cortados en círculos de 7 cm de diámetro, 0.5 cm de espesor y 20 gr de peso aproximadamente. Seguidamente se hornearon a 150°C x 10 minutos, se dejaron enfriar y se almacenaron en bolsas de polietileno hasta la realización de los análisis sensoriales y químicos (ver Figura 2).

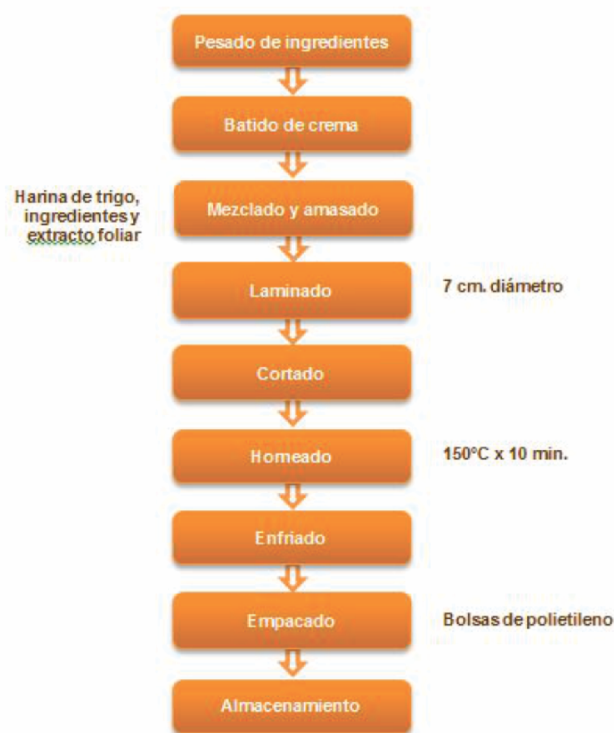


Figura 2. Elaboración de galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de alfalfa y harina de anchoveta



Las galletas obtenidas en las formulaciones se muestran en la figura 3.

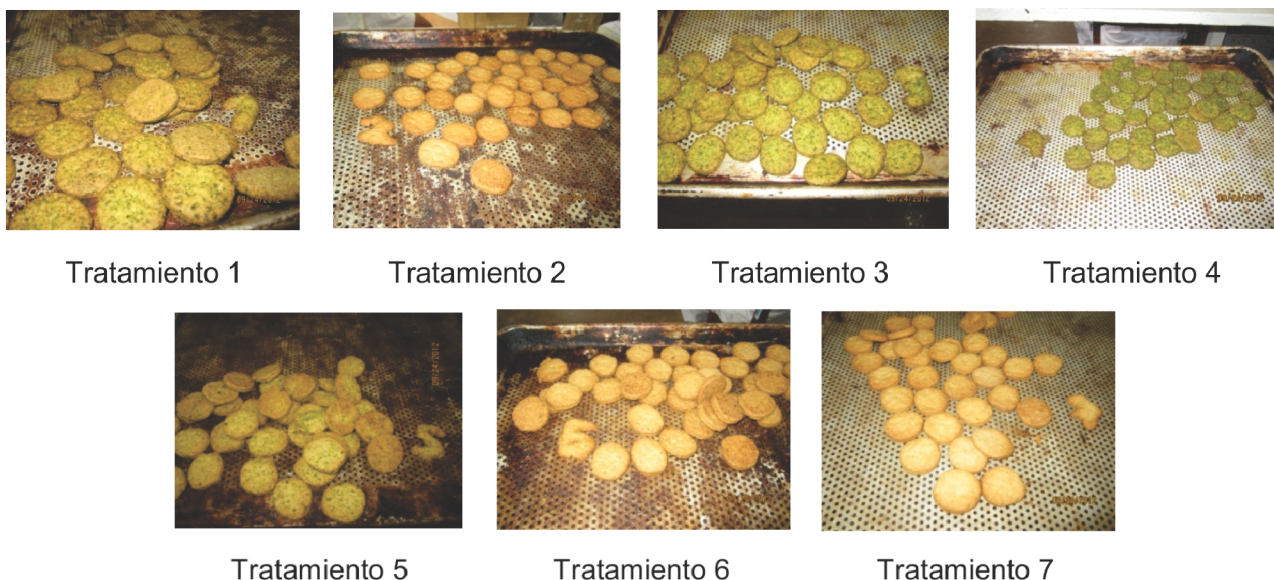


Figura 3. Galletas elaboradas con siete tratamientos diferentes

### Análisis Químico Bromatológico de las galletas

- Humedad: Método Gravimétrico (NTP 205.003.1980)
- Proteínas: Método Kjeldahl (AOAC 920.041-1976)
- Fibra bruta: Hidrólisis acida básica (NTP 2005-003-1980)
- Extracto Etéreo: Método Soxhlet (NTP 205.041-1976).
- Cenizas: Método de Incineración directa (FAO Food and Nutrition - 1986)
- Hierro: Método por Espectrofotometría de Absorción Atómica (AOAC- 975.03-2005)

### Análisis sensorial

Se evaluó el nivel de aceptabilidad con 5 panelistas semi-entrenados usando una escala Hedónica de 5 puntos:

- Muy aceptable: 5 puntos
- Moderadamente aceptable: 4 puntos
- Aceptable: 3 puntos
- Poco aceptable: 2 puntos
- No aceptable: 1 punto

### Optimización de la Formulación

Las variables que se evaluaron para la obtención de la formulación óptima de las galletas con los respectivos tratamientos experimentales que se propusieron para el diseño de mezcla tipo centroide simple,

fueron: evaluación del contenido de proteína y hierro, tal como se indica en la tabla 2.

### Técnicas para el procesamiento de la información

Para la evaluación estadística de los datos obtenidos empleando el diseño experimental de mezclas se utilizó el programa Design Expert 7.0, trial versión (Stat-Ease, Inc)

### RESULTADOS

El concentrado proteico foliar de alfalfa se obtuvo por termo coagulación, presentando características organolépticas siguientes: color verde oscuro, olor: a hierba, sabor: a hierba; textura: granuloso.

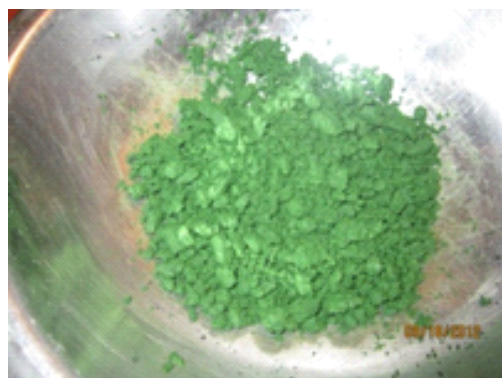


Figura 4. Concentrado proteico foliar de alfalfa en base húmeda

**Tabla 3.** Composición química de las galletas de los siete tratamientos

Tratamiento	Proteína %	Fe mg%	Grasa %	Fibra %	Cenizas %	Humedad %
1	13,05	4,88	40,5	2,5	3,5	2
2	10,43	1,43	33,75	2,1	3,5	1
3	11,63	4,45	35,00	2,0	3,5	1
4	14,26	7,9	31,25	2,15	4,0	2
5	10,65	2,20	33,0	2,5	3,5	2
6	11,85	1,85	33,75	2,0	2,5	1
7	9,31	1,21	40,0	2,10	3,5	1

### Caracterización química de las galletas de las siete formulaciones

En la tabla 3 se reporta la composición química proximal de las diferentes galletas formuladas con concentrado proteico foliar de alfalfa, harina de pescado y harina de trigo, en la que se aprecia el incremento de los nutrientes que son aportados por el concentrado proteico foliar y la harina de pescado, notándose que el tratamiento 4 presenta mejor composición, como es: 14,26% de proteínas; hierro 7,9 mg%, 31,25% de grasa y 2,15% de fibra.

### Evaluación sensorial

Las muestra de los 7 tratamientos fueron evaluados por 5 panelistas semi-entrenados

usando una escala hedónica de 5 puntos, los cuales indicaron que la galleta del tratamiento 5 alcanzaron la escala muy aceptable en todo los atributos, seguido del tratamiento 4 como moderadamente aceptable, influyendo de manera negativa el atributo del color dado por el concentrado foliar de alfalfa.

### Evaluación de las variables para la optimización de la formulación de la galleta

Las variables que se evaluaron para la obtención de la formulación óptima fue el contenido de proteína, hierro y aceptabilidad

**Tabla 4.** Variables evaluadas en las siete formulaciones de galletas

Orden corrida	Factor componente (x)			Variable respuesta (y)		
	x1	x2	x3	Evaluación contenido		Aceptabilidad
	Alfalfa %	Pescado %*	Harina %	Proteína	Hierro	
6	0,00	5,00	95,00	11,85	1,85	3
5	1,33	1,67	97,00	10,65	2,20	5
4	10,00	0,00	90,00	14,26	7,90	4
7	0,00	0,00	100,00	9,31	1,21	3
3	5,00	0,00	95,00	11,63	4,45	3
2	0,00	2,50	97,50	10,43	1,43	1
1	5,00	2,50	92,50	13,05	4,88	3

Para la evaluación estadística de los datos obtenidos empleando el diseño experimental de mezclas se usó el programa Design Expert 7.0, trial versión (Stat-Ease, Inc)

Evaluación del contenido de Proteína; con los datos expuestos en la tabla anterior para el contenido de proteínas en las muestras se construyó la figura de la superficie de respuesta empleando el diseño experimental de mezclas, obteniendo lo siguiente;

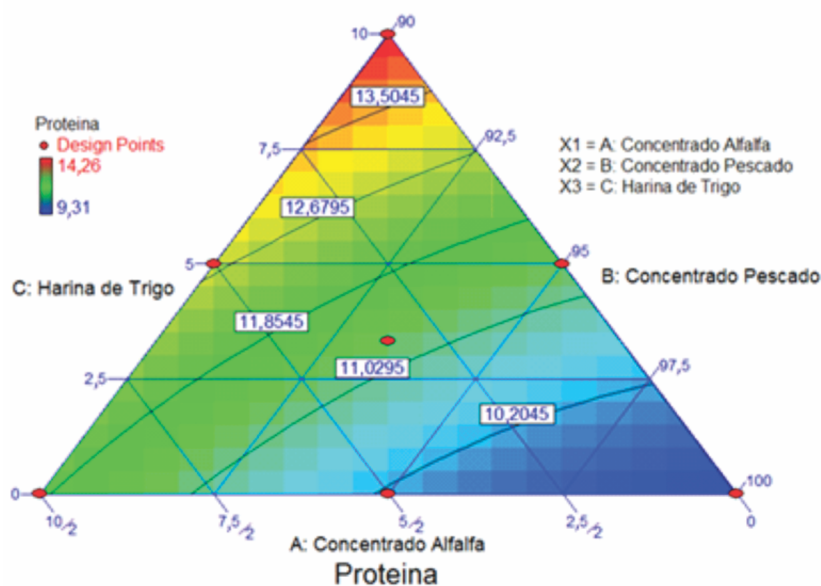


Figura 5. Curvas de contorno para la evaluación del contenido de proteína en las galletas a base de concentrado de alfalfa y pescado con harina de trigo.

**Tabla de Análisis de varianza [Suma parcial de los cuadrados - Tipo III]**

Source	Sum of squares	df	Mean square	F value	p-value Prob>F	
Model	16,12	5	3,22	5,06	0,3247	not significant
Linear Mixture	15,68	2	7,84	12,31	0,1976	
AB	0,095	1	0,095	0,15	0,7657	
AC	0,19	1	0,19	0,30	0,6800	
CB	0,19	1	0,19	0,30	0,6827	
Residual	0,64	1	0,64			
Cor Total	16,76	6				

Std. Dev.	0,80	R-Squared	0,9620
Mean	11,60	Adj R-Squared	0,7719
C.V. %	6,88	Pred R-Squared	-15,0573
PRESS	269,07	Adeq Precision	6,699

Asimismo, el resultado con respecto a los coeficientes de regresión se muestran a continuación:

**Los coeficientes en términos de componentes reales:**

Component	Coefficient estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High
A-Concentrado alfalfa	239,72	1	329,44	-3946,21	4425,66
B-Concentrado pescado	213,82	1	329,44	-3972,11	4399,76
C-Harina de trigo	9,38	1	0,80	-0,72	19,48
AB	-140,94	1	365,49	-4784,96	4503,08
AC	-200,94	1	365,49	-4744,96	4443,08
BC	-198,94	1	365,49	-4842,96	4445,08

Las magnitudes de los coeficientes para las tres mezclas indicaron que el concentrado de alfalfa (239,72) es el componente que más influye de modo positivo en el contenido de proteína seguido del concentrado de pescado (213,82), mientras que la harina de trigo(9,38) lo hace con una baja intensidad, estos 3 componentes inciden de forma individual en el contenido de proteína ya que las interacciones combinadas influyen de manera negativa.

Ecuación del modelo obtenido para la proteína es;

$$\text{Proteína} = +239,72 \cdot A + 213,82 \cdot B + 9,38 \cdot C - 140,94 \cdot A \cdot B - 200,94 \cdot A \cdot C - 198,94 \cdot B \cdot C$$

**Resultados para el contenido de hierro:** Con los datos expuestos en la tabla de resultados para el contenido de hierro en las muestras se construyó la figura de la superficie de respuesta empleando el diseño experimental de mezclas, obteniendo lo siguiente;

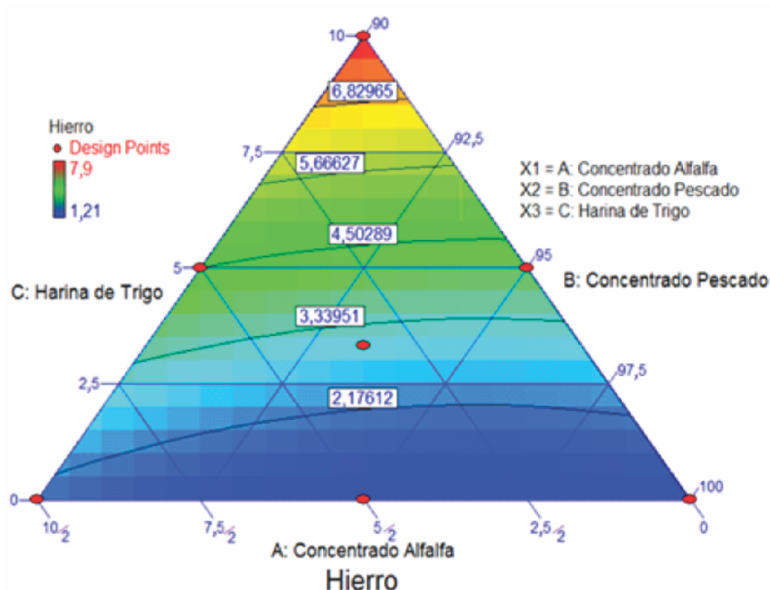


Figura 6. Curvas de contorno para la evaluación del contenido de hierro en las galletas a base de concentrado de alfalfa y pescado con harina de trigo

El ANOVA para estos resultados fueron:

Tabla de Análisis de varianza [Suma parcial de los cuadrados - Tipo III]

Source	Sum of squares	df	Mean square	F value	p-value Prob>F	
Model	34,92	5	6,98	6,11	0,2974	not significant
Linear Mixture	34,32	2	17,6	15,02	0,1795	
AB	0,16	1	0,6	0,14	0,7710	
AC	0,25	1	0,25	0,22	0,7224	
CB	0,24	1	0,24	0,21	0,7245	
Residual	1,14	1	1,14			
Cor Total	36,06	6				

De los resultados expuestos en la tabla anterior se aprecia que las magnitudes de los coeficientes para las tres mezclas indica que el concentrado de alfalfa (273,46) es componente que más influye de modo positivo en el contenido de hierro seguido del concentrado de pescado(211,16), mientras que la harina de

trigo(1,30) lo hace a baja intensidad, estos 3 componentes inciden de forma individual en el contenido de hierro en las galletas, ya que las interacciones combinadas influyen de manera negativa.



Ecuación del modelo obtenido para el Hierro es;  
 $Hierro = +273,46*A + 211,16*B + 1,30*C - 184,06*A*B - 228,06*A*C - 226,06*B*C$

concentrado de harina de pescado y harina de trigo en función del contenido de proteína, contenido de hierro y de su aceptabilidad de las galletas, se obtuvieron los siguientes resultados;

**Proceso de Optimización**

La Optimización de la mezcla con los componentes; Concentrado proteico de alfalfa,

**Condiciones**

Nombre	Objetivo	Mínimo Límite	Máximo Límite
Concentrado alfalfa	maximizar	0,00	10,00
Concentrado pescado	maximizar	0,00	5,00
Harina de trigo	maximizar	90,00	100,00
Proteína	maximizar	9,31	14,26
Hierro	maximizar	1,21	7,90
Aceptabilidad	maximizar	1,00	5,00

Luego el resultado de la optimización nos permitió obtener dos posibles soluciones;

**Soluciones:**

Nº	Conc. alfalfa	Conc. pescado	Harina de trigo	Proteína	Hierro	Aceptabilidad	Conveniencia	
1	7,227	2,773	90,000	13,3797	5,94648	3,93718	0,745	<u>Seleccionado</u>
2	6,667	3,333	90,000	13,2129	5,56734	3,92677	0,742	

De estos resultados se aprecia que la mejor opción es la primera, donde la mejor combinación para obtener mayor cantidad de proteína, mayor cantidad de hierro y una mejor aceptabilidad se debe emplear:

Concentrado Alfalfa = 7,23%  
 Concentrado Pescado = 2,77%  
 Harina de Trigo = 90,0%

Estos resultados y las condiciones expuestas para su optimización se puede apreciar en la siguiente figura;

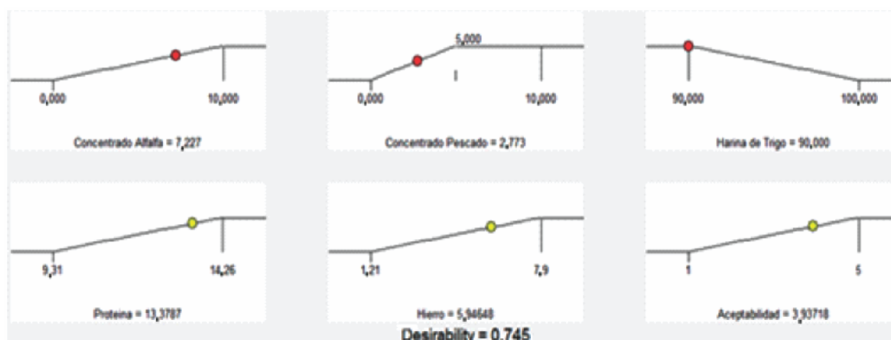


Figura 7. Condiciones, restricciones y la mezcla optimizada para una mejor cantidad de proteína y hierro con un producto de mejor aceptabilidad

## DISCUSIÓN

La riqueza de nutrientes como proteínas de alta calidad,  $\beta$ -caroteno y minerales del concentrado proteico foliar de alfalfa permite reequilibrar raciones compuestas de granos, lo cual favorece el crecimiento y la resistencia hacia las enfermedades y por ello podemos incluirlas en las formulaciones de alimentos como productos de panificación y galleterías. Según la empresa Luzerne de Francia mencionado por SOYNICA (2005) indica que el extracto foliar de alfalfa contiene:  $\beta$  caroteno 55 mg% y minerales como: hierro 89 mg%; calcio 3140 mg%; zinc 1,26 mg% y cobre 0,78 mg%. También presenta proteínas un 51% y aminoácidos como: lisina 3210 mg%; triptófano 1000 mg%; treonina 2390 mg%; cisteína 590 mg%; metionina 1120 mg%; valina 3080 mg%; leucina 4430mg%; isoleucina 2420 mg%; tirosina 2420 mg% y fenilalanina 2500 mg%.

La cantidad recomendada de extracto foliar por Dillon (2002) es de 10 gramos diarios para un(a) niño(a) de 10 kg de peso corporal, aporta 200% de sus necesidades de vitamina A, 100% de hierro, 50% de ácido fólico, 40% de vitamina E y 20% de proteínas.

Los siete tratamientos o formulaciones de galletas elaboradas se añadieron niveles desde 0 hasta 10% del concentrado proteico foliar de alfalfa y en el caso de la proteína animal desde 0 hasta un 5% como nivel alto. Como se aprecia en las tablas 3 y 4, a medida que se aumentaron los niveles de estos concentrados se incrementaron los valores de proteína y micronutrientes, esto debido a la calidad nutricional del concentrado proteico foliar de alfalfa que es una buena fuente de proteína, y micronutrientes como el hierro y  $\beta$ - caroteno, tal como lo han indicado SOYNICA (1989); Keneddy (2003) y en el estudio reportado por Pico (2008) que indica que el concentrado proteico foliar de alfalfa contiene proteína 51,8%, hierro 32,7 mg%, zinc 1,16 mg%, triptófano 0,374%, de  $\beta$ - caroteno 57,54 ug/g, digestibilidad 78,06.

Al utilizar un 10% de concentrado foliar de alfalfa y 90% harina de trigo (T4), se obtuvo una galleta con alto valor de proteína (14,26%) en relación a las demás así como de hierro (7,29 mg%) pero con una aceptabilidad de 4 (moderadamente aceptable). Lo contrario

ocurre con el tratamiento cinco (T5) se obtuvo una aceptabilidad muy alta y que corresponde a la formulación de 1,33% de concentrado proteico de alfalfa; 1,67% de harina de pescado y un 90% de harina de trigo, pero con un contenido proteico de 10,65% y de 2,20 mg% de hierro.

Los valores obtenidos del T5 son similares a los reportados por Lorenz (1983); Warren, Hnat y Michnowski (1983) quienes evaluaron galletas con queso (10,48% de proteína) y galletas crackers con harina completa de trigo (10,78% proteína), pero a diferencia de que contienen más hierro y otros micronutrientes que no se han cuantificado pero por las referencias bibliográficas mencionadas anteriormente indican que estos concentrados proteico foliar de alfalfa aporta proteína, hierro y  $\beta$ -carotenos, pero si consideramos los reportes de Mejía (2009) quien elaboró galletas con un concentrado proteico foliar de zanahorias de 5 al 15% encontró valores de una gran aceptabilidad en el 5% de sustitución cuya composición de esa galleta fue: 8,84% proteína, 3,80 mg% hierro y 0,10 mg% de  $\beta$ -caroteno. Además hubo una aceptabilidad apreciable con la sustitución del 10% y que ésta presenta mayor valor nutricional que el anterior.

En la optimización de la formulación para obtener una galleta de mejor calidad nutricional según la metodología de respuesta de superficie (Figuras 5, 6, 7) fue muy adecuado pues nos ha permitido encontrar esta formulación óptima: concentrado proteico foliar de alfalfa 7,23%, harina de pescado 2,77% y harina de trigo 90%, con estas proporciones obtendremos una galleta de calidad nutricional adecuada y de mayor aceptabilidad, como es proteína 13,4% y hierro 5,95 mg%, por lo que, según los tratamientos estadísticos señalados en el diseño experimental nos permite aplicar en todo tipo de formulación de enriquecimiento de alimentos.

El uso de concentrado proteico foliar de alfalfa y harina de pescado eleva los niveles de proteínas y hierro en las galletas, por lo que puede ser utilizada como alimento complementario energético proteico para el desayuno escolar.

La formulación óptima con aceptación moderada hallada según la metodología de

superficie de respuesta para la elaboración de galleta enriquecida para los desayunos escolares es: concentrado proteico foliar de alfalfa 7,23%; harina de pescado 2,77% y harina de trigo 90%, cuyo aporte en proteínas es 13,4%; hierro 5,95 mg%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official Methods of Analysis* (15 Th. Ed.) Washington D.C.: Pub. B y AOAC.
- Cook, J., Skikne, B., & Baynes, R. (1994). *Iron deficiency: The global perspective*. En: Progress in Iron Research. Hershko et al Eds. New York: Plenum Press.
- Cortés, S., & Gallardo, N. (2005). *Obtención de Concentrado proteico a partir de alfalfa (Medicagosativa)*. VII Congreso Nacional de Ciencia de los Alimentos y III Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. México. Universidad Autónoma de Nuevo León
- Cortés, R. (2004). *El estado de la niñez en el Perú*. UNICEF, INEI, Perú. Biblioteca Virtual de la Cooperación Internacional (bvci).
- Dillon, J.C. (2002, septiembre, 07). El concentrado proteico foliar. *El Nuevo Diario de Nicaragua, sección, Sucesos*.
- INDECOPI. (1992). Galletas - Requisitos. Norma Nacional NTP 206 - 001. Lima.
- Kennedy, D. (1993). *El concentrado de Hoja Verde: Un Manual Práctico*. (pp 240). Nicaragua. Disponible en: [www.leafforlife.org/PDFS/espanol/conchoja.pdf](http://www.leafforlife.org/PDFS/espanol/conchoja.pdf)
- Katz, F. (1999). How nutritious? How convenient?. *Food Technology*, 53, 44-50.
- López, L. & Dávila, S. (2002). Galletas con Valor nutricional agregado. *Industrial data*, 5(1), 3-7
- Lorenz, K. (1983). Protein fortification of Cookies. *Cereal Foods World*, 28(8), 449-452.
- Mejía, D. C. (2009). *Elaboración de Galletas enriquecidas con concentrado proteico foliar de zanahoria (Daucus carota)*. Tesis para optar el Grado de Maestro, Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Ministerio de Educación (2005). *Censos Nacionales de talla en escolares 1999 – 2005*. Unidad de Estadística Educativa. Lima.
- Ordaz-Trinidad, N., Beltrán-Orozco, M. del C., Pineda, T. & Arana-Erasquín, (2010). *Desarrollo de un pan adicionado con semilla de chía y amaranto destinado a personas celíacas*. Presentada en el XVII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica-VI Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica-VIII Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular. Acapulco, México.
- Pico, F. S. (2008). *Evaluación Nutricional de Extractos Foliar de yuca, frijol, batata y alfalfa*. Universidad Industrial de Santander. Nutrición y Dietética. Disponible en [http://www.agrosalud.org/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&id=187&Itemid=30](http://www.agrosalud.org/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&id=187&Itemid=30)
- Salamanca, G., Osorio, T. M. & Montoya, L. M. (2010). Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrec.). *Revista Chilena de Nutrición*, 37(1), 87-96.
- Sloan, E. (1998). Food industry forecast: Consumer trends to 2020 and beyond. *Food Technology*, 52, 37-44.
- Sloan, E. (1999). Top ten trends to watch and work on for the millennium. *Food Technology*, 53, 40-59.
- SOYNICA. (2005). Proteína foliar. Asociación Soya de Nicaragua (SOYNICA). Disponible en [www.soynica.org.ni](http://www.soynica.org.ni)
- Warren, A., Hnat, D. & Michnowski, J. (1983). Protein fortification of cookies, crackers and snacks: uses and needs. *Cereal FoodWorld*, 28, 441.
- Villar-Marcano, F., Millán-Trujillo, F. & Di Scipio Cimetta, S. (2007). Uso de la metodología de superficie de respuesta en el estudio del protocolo de mezcla para obtención de emulsiones concentradas O/W. *Interciencia*, 32(6), 404-409.

Correo Electrónico: Email: [cecimejiad@yahoo.es](mailto:cecimejiad@yahoo.es)