



AL-013/14

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO**

Cliente:	Jenny Liliana Colque Espinosa
Solicitante:	Jenny Liliana Colque Espinosa
Dirección del cliente:	Av. Itati s/n - Barrio El Constructor
Procedencia: localidad/provincia/departamento	Tarija - Cercado - Bolivia
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración
Fecha de muestreo:	2014-02-10
Responsable(s) del muestreo:	Jenny L. Colque E.
Fecha de recepción de la muestra	2014-02-11
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 2014-02-11 al 2014-02-17
Caracterización de la muestra:	Huevos de codorniz : Muestra 1
Tipo de muestra:	Puntual
Envase:	Plástico
Código CEANID:	023 FQ 017

Parámetro	Técnica	Unidad	Muestra 1 023 FQ 017
Calcio total	SM 3500-CaB	mg/100 g	76,5
Cenizas	NB 075-74	%	0,13
Fosforo total	SM 4500-P-D	mg/100 g	226,0
Materia grasa	NB 103-97	%	11,45
Hierro total	SM 3500-FeB	mg/100 g	5,02
Humedad	NB 074-2000	%	70,58
Proteínas totales (N*6,25)	NB 076-2000	%	11,93

SM : Standard Methods

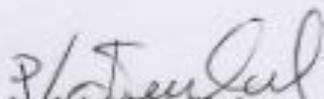
NB : Norma Boliviana

NOTA.- Los resultados se refieren sólo a la muestra ensayada.

Este informe de ensayo sólo puede ser reproducido en su forma total con aprobación escrita del CEANID.

Los datos de la muestra y del muestreo fueron suministrados por el solicitante.

Tarija, 17 de febrero de 2014

  
 Lic. Isabel Cossio Sánchez  
 TÉCNICO ANALISTA  
 CEANID



  
 V. B. Inocuidad Aceituno C.  
 JEFE  
 CEANID

c.c. Arch.



AL-00814

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO**

Cliente:	Juan Liliana Colque Espinoza
Solicitante:	Juan Liliana Colque Espinoza
Dirección del cliente:	Av. Tacu-sin - Barrio El Comarcero
Provincia (localidad) y municipio/desplazamiento:	Tarija - Cercado - Bolivia
Lugar de muestra:	Lugar de elaboración
Fecha de muestra:	2014-02-21
Responsable(s) del muestra:	Jenny L. Colque E.
Fecha de recepción de la muestra:	2014-02-24
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 2014-02-24 al 2014-02-28
Caracterización de la muestra:	Encurtido de huevas de codorniz - Muestra 1
Tipo de muestra:	Sólida
Envase:	Plástico
Código CEANID:	002 EQ 0 28 MS 043

Parámetro	Técnica	Unidad	Muestra 1 002 EQ 0 28 MS 043
Calcio total	SM 2100-CaD	mg/100 g	67,1
Fósforo total	SM 4100-P-D	mg/100 g	197,0
Hierro total	SM 2100-FeD	mg/100 g	4,21
plb (Zn, Pb)	SM 4100-H-D		4,06
Coliformes totales	NB 32001	ufc/g	< 10 (*)
Mohos y levaduras	NB 32006	ufc/g	< 10 (*)
Bacterias aerobias mesófilas	NB 21001	ufc/g	< 10 (*)

(\*) = No se observó desarrollo de colonias

SM - Standard Methods

NB - Norma Boliviana

NOTA - Los resultados se refieren sólo a la muestra analizada.

Este informe de ensayo sólo puede ser reproducido en su forma total con aprobación escrita del CEANID.

Los datos de la muestra y del momento fueron suministrados por el solicitante.

Tarija, 28 de febrero de 2014

*[Firma]*  
 Lic. Jenny Colque Espinoza  
 TÉCNICO ANALISTA  
 CEANID

*[Firma]*  
 Yenny L. Colque Espinoza  
 JEFE  
 CEANID



cc. Apr.

## ANEXO B.1

### TEST PARA ELEGIR EL TIEMPO DE COCCIÓN DE LAS MUESTRAS DE HUEVO DE CODORNIZ

Fecha: .....

Nombre: .....

#### INSTRUCCIONES

*Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe cuanto le gusta o le desagrada en cada una de las muestras presentadas. Tenga presente que Usted es el Juez y el único que puede decir lo que le gusta.*

*Nadie sabe si este alimento debe ser considerado bueno, malo o indiferente. La sincera expresión de su sensación personal nos ayudará a decidir sobre el trabajo experimental.*

#### Escala hedónica

- (9) *GUSTA MUCHÍSIMO*
- (8) *GUSTA MUCHO*
- (7) *GUSTA MODERADAMENTE*
- (6) *GUSTA LIGERAMENTE*
- (5) *NI GUSTA NI DISGUSTA*
- (4) *DESAGRADA LIGERAMENTE*
- (3) *DESAGRADA MODERADAMENTE*
- (2) *DESAGRADA MUCHO*
- (1) *DESAGRADA MUCHÍSIMO*

Muestras	Textura
M <sub>1</sub>	
M <sub>2</sub>	
M <sub>3</sub>	

Observaciones:

.....  
.....

## ANEXO B.2

### TEST PARA ELEGIR LA MUESTRA DE PREFERENCIA

Fecha: .....

Nombre: .....

#### INSTRUCCIONES

*Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe cuanto le gusta o le desagrada en cada una de las muestras presentadas. Tenga presente que Usted es el Juez y el único que puede decir lo que le gusta.*

*Nadie sabe si este alimento debe ser considerado bueno, malo o indiferente. La sincera expresión de su sensación personal nos ayudará a decidir sobre el trabajo experimental.*

#### Escala hedónica

- (9) *GUSTA MUCHÍSIMO*
- (8) *GUSTA MUCHO*
- (7) *GUSTA MODERADAMENTE*
- (6) *GUSTA LIGERAMENTE*
- (5) *NI GUSTA NI DISGUSTA*
- (4) *DESAGRADA LIGERAMENTE*
- (3) *DESAGRADA MODERADAMENTE*
- (2) *DESAGRADA MUCHO*
- (1) *DESAGRADA MUCHÍSIMO*

Muestras	Sabor
M <sub>1</sub>	
M <sub>2</sub>	
M <sub>3</sub>	
M <sub>4</sub>	
M <sub>5</sub>	
M <sub>6</sub>	
M <sub>7</sub>	
M <sub>8</sub>	

Observaciones:

.....  
.....

**ANEXO B.3**  
**TEST PARA ELEGIR EL PRODUCTO ENCURTIDO**  
**DE HUEVOS DE CODORNIZ**

**Fecha:** .....

**Nombre:** .....

**INSTRUCCIONES**

*Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe cuanto le gusta o le desagrada en cada una de las muestras presentadas. Tenga presente que Usted es el Juez y el único que puede decir lo que le gusta.*

*Nadie sabe si este alimento debe ser considerado bueno, malo o indiferente. La sincera expresión de su sensación personal nos ayudará a decidir sobre el trabajo experimental.*

**Escala hedónica**

- (9) *GUSTA MUCHÍSIMO*
- (8) *GUSTA MUCHO*
- (7) *GUSTA MODERADAMENTE*
- (6) *GUSTA LIGERAMENTE*
- (5) *NI GUSTA NI DISGUSTA*
- (4) *DESAGRADA LIGERAMENTE*
- (3) *DESAGRADA MODERADAMENTE*
- (2) *DESAGRADA MUCHO*
- (1) *DESAGRADA MUCHÍSIMO*

<b>Muestras</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Aspecto</b>
<b>M<sub>1</sub></b>			
<b>M<sub>2</sub></b>			
<b>M<sub>3</sub></b>			

**Observaciones:**

.....  
.....

## ANEXO C.1

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

*Según (Ureña-D'Arrigo, 1999), para realizar el análisis estadístico de la prueba de Duncan consta de los siguientes pasos:*

#### ***I. Planteamiento de la hipótesis***

- *Hp: No hay diferencia entre los tratamientos (muestras).*
- *Ha: Al menos una muestra es diferente a las demás.*
  
- *Hp: No hay diferencia entre jueces.*
- *Ha: Al menos un juez emitió una opinión diferente.*

#### ***II. Nivel de significancia: 0.05 (5%).***

#### ***III. Prueba de significancia: "F" de Snedecor.***

#### ***IV. Suposiciones***

- *Los datos siguen una distribución normal.*
- *Los datos son extraídos de un muestreo al azar.*

#### ***V. Establecer los criterios de aceptación o rechazo para $\alpha = 0.05$ :***

- *Se acepta la Hp si  $F_c \leq F_{tab}$ , no se realiza la prueba de Duncan.*
- *Se rechaza la Hp si  $F_c \geq F_{tab}$ , se realiza la prueba de Duncan.*

#### ***VI. Construcción del cuadro de ANVA:***

*Para realizar la construcción del cuadro de ANVA, se tomó en cuenta las expresiones matemáticas.*

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{\sum y_i^2}{b} - \frac{(y_i^2)}{bn} \quad (C.I)$$

**Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SCB = \frac{\sum y_j^2}{n} - \frac{(y_j^2)}{bn} \quad (C.II)$$

**Suma de cuadrados del error:**

$$SCE = (SCT_{ij} - SCTr - SCB) \quad (C.III)$$

**Suma del cuadrado total:**

$$SCT_r = \sum y_{ij}^2 - \frac{(Y_{...})^2}{bn} \quad (C.IV)$$

**VII. Reestablen los criterios de aceptación o rechazo:**

Se acepta la  $H_p$  si la diferencia de promedios entre tratamientos es  $\leq$  que el límite de significancia de Duncan (ALS (D)).

Se rechaza la  $H_p$  si la diferencia de promedios entre tratamientos es  $\geq$  que el (ALS (D)).

**VIII. Desarrollo de la prueba estadística.**

- Determinar el valor de la varianza muestral  $S^2/y$

$$S^2/y = \sqrt{CME}/b \quad (C.V)$$

Encontrado los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , se determina el límite de significación de Duncan (ALS (D)) en base a la ecuación (C.VI).

$$ALS (D) = AES (D) S_y \quad (C.VI)$$

***IX. Ordenamiento de los promedios:***

*Encontrando los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan y los límites de Significación de Duncan: con los grados de libertad del error y el nivel de significación 0.05; para cada número de promedios de ordenamiento que se están probando.*

***X. Determinación de la existencia de diferencias significativas:***

- < *No hay diferencia.*
- > *Si hay diferencia.*

## ANEXO C.2

### PRUEBA DE DUNCAN PARA ELEGIR EL TIEMPO DE COCCIÓN

*En la tabla C.2.1, se muestra los resultados obtenidos (ANEXO B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica del tiempo de cocción de las muestras de huevo de codorniz.*

**Tabla C.2.1**  
**Evaluación sensorial para elegir el tiempo de cocción de los huevos de codorniz:**  
**Atributo textura**

N° DE JUECES	MUESTRAS			ΣYj
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	
1	9	7	7	23
2	8	7	5	20
3	7	9	8	24
4	5	8	7	20
5	8	9	5	22
6	9	8	7	24
7	7	9	8	24
8	8	8	6	22
9	9	8	6	23
10	9	8	7	24
<b>PROMEDIO</b>	7,9	8,1	6,6	
<b>ΣYij</b>	79	81	66	226
<b>ΣYij<sup>2</sup></b>	639	661	446	

**Fuente:** *Elaboración propia*

*De acuerdo a las expresiones matemáticas (C.I), (C.II), (C.II), y (C.IV), se realizó el cálculo del análisis de los diferentes tratamientos.*

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{(79)^2 + \dots + (66)^2}{10} - \frac{(79 + \dots + 66)^2}{10*3} = 13,267$$

**Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SCB = \frac{(23)^2 + \dots + (24)^2}{3} - \frac{(23 + \dots + 24)^2}{10 \cdot 3} = 7,467$$

**Suma del cuadrado total:**

$$SC_{total} = (9^2 + 8^2 + \dots + 6^2 + 7^2) - \frac{(226)^2}{10 \cdot 3} = 43,467$$

**Suma de cuadrados del error:**

$$SCE = (43,467 - 13,267 - 7,467) = 22,733$$

Para estimar el valor de  $F_{tab}$  se recurrió al ANEXO E.

**Tabla C.2.2**  
**Análisis de varianza (ANVA)**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	43,467	29			
<b>Muestras</b>	13,267	2	6,633	5,252	3,555
<b>Jueces</b>	7,467	9	0,830	0,657	2,456
<b>Error</b>	22,733	18	1,263		

Fuente: *Elaboración propia*

Para determinar el valor de la varianza muestral se realiza en base a la ecuación (C.V) y para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , los valores fueron extraídos del ANEXO E.

**Tabla C.2.3**  
**Amplitudes Estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

NÚMEROS DE PROMEDIOS	AES (D)	ALS (D)
		AES (D) * Sy
2	2,97	1,055
3	3,12	1,109

Fuente: *Elaboración propia*

**- Ordenamiento de los promedios**

*Ordenando los promedios de las muestras de mayor a menor:*

**Tabla C.2.4**  
**Valores promedio de las muestras**

<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>
8,1	7,9	6,6

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Análisis de los tratamientos:**

*En la tabla C.2.5, se muestra si existe o no diferencia entre las muestras.*

**Tabla C.2.5**  
**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE VALORES</b>	<b>EFFECTO O SIGNIFICANCIA</b>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>1</sub></b>	<i>0,2 &lt; 1,055</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,5 &gt; 1,109</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,3 &gt; 1,055</i>	<i>Si hay diferencia</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

### ANEXO C.3

#### PRUEBA DE DUNCAN PARA ELEGIR LA MUESTRA DE PREFERENCIA

En la tabla C.3.1, se muestra los resultados obtenidos (ANEXO B.2) de la evaluación sensorial en escala hedónica de las muestras del producto encurtido de huevos de codorniz obtenidas en el diseño experimental.

**Tabla C.3.1**  
Evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia de los huevos de codorniz: Atributo sabor

N° DE JUECES	MUESTRAS								ΣYj
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	
1	8	7	5	7	7	8	6	6	54
2	8	7	6	7	7	8	7	6	56
3	8	6	7	6	7	7	6	5	52
4	8	8	7	7	8	6	7	6	57
5	6	7	4	5	8	8	7	5	50
6	7	6	4	6	6	7	5	6	47
7	7	6	5	6	6	7	6	6	49
8	8	7	6	6	7	7	8	6	55
9	6	6	4	7	6	7	5	5	46
10	8	7	5	6	7	7	6	5	51
<b>PROMEDIO</b>	7,4	6,7	5,3	6,3	6,9	7,2	6,3	5,6	
<b>ΣYij</b>	74	67	53	63	69	72	63	56	517
<b>ΣYij<sup>2</sup></b>	554	453	293	401	481	522	405	316	

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas (C.I), (C.II), (C.II), y (C.IV), se realizó el cálculo del análisis de los diferentes tratamientos.

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{(74)^2 + \dots + (56)^2}{10} - \frac{(74 + \dots + 56)^2}{10 \cdot 8} = 38,188$$

**Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SCB = \frac{(54)^2 + \dots + (51)^2}{8} - \frac{(54 + \dots + 51)^2}{10 \cdot 8} = 16,013$$

**Suma del cuadrado total:**

$$SC_{total} = (8^2 + 8^2 + \dots + 5^2 + 5^2) - \frac{(517)^2}{10 \cdot 8} = 83,888$$

**Suma de cuadrados del error:**

$$SCE = (83,887 - 38,188 - 16,012) = 29,687$$

Para estimar el valor de  $F$  tab se recurrió al ANEXO E.

**Tabla C.3.2**  
**Análisis de varianza (ANVA)**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	83,888	79			
<b>Muestras</b>	38,188	7	5,455	11,581	2,166
<b>Jueces</b>	16,013	9	1,779	3,777	2,036
<b>Error</b>	29,687	63	0,471		

**Fuente:** *Elaboración propia*

Para determinar el valor de la varianza muestral se realiza en base a la ecuación (C.V) y para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , los valores fueron extraídos del ANEXO E.

**Tabla C.3.3**  
**Amplitudes Estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

NÚMEROS DE PROMEDIOS	AES (D)	ALS (D)
		AES (D) * Sy
2	2,828	0,614
3	2,978	0,647
4	3,078	0,668
5	3,138	0,681
6	3,198	0,694
7	3,238	0,703
8	3,278	0,711

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Ordenamiento de los promedios**

*Ordenando los promedios de las muestras de mayor a menor:*

**Tabla C.3.4**  
**Valores promedio de las muestras**

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

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Análisis de los tratamientos:**

*En la tabla C.3.5, se muestra si existe o no diferencia entre las muestras.*

**Tabla C.3.5**  
**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE VALORES</b>	<b>EFFECTO O SIGNIFICANCIA</b>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>6</sub></b>	<i>0,2 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>5</sub></b>	<i>0,5 &lt; 0,647</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>2</sub></b>	<i>0,7 &gt; 0,668</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>4</sub></b>	<i>1,1 &gt; 0,681</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>7</sub></b>	<i>1,1 &gt; 0,694</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>1,8 &gt; 0,703</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>2,1 &gt; 0,711</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>5</sub></b>	<i>0,3 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>2</sub></b>	<i>0,5 &lt; 0,647</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>4</sub></b>	<i>0,9 &gt; 0,668</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>7</sub></b>	<i>0,9 &gt; 0,681</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>1,6 &gt; 0,694</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>6</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,9 &gt; 0,703</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>5</sub> - M<sub>2</sub></b>	<i>0,2 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>5</sub> - M<sub>4</sub></b>	<i>0,6 &lt; 0,647</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>5</sub> - M<sub>7</sub></b>	<i>0,6 &lt; 0,668</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>5</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>1,3 &gt; 0,681</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>5</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,6 &gt; 0,694</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>4</sub></b>	<i>0,4 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>7</sub></b>	<i>0,4 &lt; 0,647</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>1,1 &gt; 0,668</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,4 &gt; 0,681</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>4</sub> - M<sub>7</sub></b>	<i>0,0 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>4</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>0,7 &gt; 0,647</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>4</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,0 &gt; 0,668</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>7</sub> - M<sub>8</sub></b>	<i>0,7 &gt; 0,614</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>7</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,0 &gt; 0,647</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>8</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>0,3 &lt; 0,614</i>	<i>No hay diferencia</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

## ANEXO C.4

### PRUEBA DE DUNCAN PARA ELEGIR EL PRODUCTO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

*En la tabla C.4.1, se muestra los resultados obtenidos (ANEXO B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica del producto encurtido de huevo de codorniz.*

**Tabla C.4.1**  
**Evaluación sensorial para elegir el producto encurtido de huevos de codorniz:**  
**Atributo Sabor**

N° DE JUECES	MUESTRAS			ΣYj
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	
1	8	7	7	22
2	7	4	6	17
3	8	6	5	19
4	8	7	8	23
5	7	5	5	17
6	9	6	7	22
7	6	8	5	19
8	8	8	6	22
9	7	8	6	21
10	8	7	6	21
<b>PROMEDIO</b>	7,6	6,6	6,1	
<b>ΣYij</b>	76	66	61	203
<b>ΣYij<sup>2</sup></b>	584	452	381	

**Fuente:** *Elaboración propia*

*De acuerdo a las expresiones matemáticas (C.I), (C.II), (C.II), y (C.IV), se realizó el cálculo del análisis de los diferentes tratamientos.*

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{(76)^2 + \dots\dots\dots(61)^2}{10} - \frac{(76+\dots\dots\dots61)^2}{10*3} = 11,667$$

*Suma de cuadrados de los jueces:*

$$SCB = \frac{(22)^2 + \dots + (21)^2}{3} - \frac{(22 + \dots + 21)^2}{10 \cdot 3} = 14,034$$

*Suma del cuadrado total:*

$$SC_{total} = (8^2 + 7^2 + \dots + 6^2 + 6^2) - \frac{(203)^2}{10 \cdot 3} = 43,367$$

*Suma de cuadrados del error:*

$$SCE = (43,367 - 11,667 - 14,033) = 17,666$$

*Para estimar el valor de F tab se recurrió al ANEXO E.*

**Tabla C.4.2**  
**Análisis de varianza (ANVA)**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	43,367	29			
<b>Muestra</b>	11,667	2	5,833	5,946	3,555
<b>Jueces</b>	14,034	9	1,559	1,589	2,456
<b>Error</b>	17,666	18	0,981		

**Fuente:** *Elaboración propia*

*Para determinar el valor de la varianza muestral se realiza en base a la ecuación (C.V) y para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , los valores fueron extraídos del ANEXO E.*

**Tabla C.4.3**  
**Amplitudes Estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

NÚMEROS DE PROMEDIOS	AES (D)	ALS (D)
		AES (D) * Sy
2	2,97	0,930
3	3,12	0,977

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Ordenamiento de los promedios**

*Ordenando los promedios de las muestras de mayor a menor:*

**Tabla C.4.4**  
**Valores promedio de las muestras**

<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>
<i>7,6</i>	<i>6,6</i>	<i>6,1</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Análisis de los tratamientos:**

*En la tabla C.4.5, se muestra si existe o no diferencia entre las muestras.*

**Tabla C.4.5**  
**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE VALORES</b>	<b>EFECTO O SIGNIFICANCIA</b>
<b>M<sub>1</sub> – M<sub>2</sub></b>	<i>1,0 &gt; 0,930</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>1,5 &gt; 0,977</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>0,5 &lt; 0,930</i>	<i>No hay diferencia</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

## ANEXO C.5

### PRUEBA DE DUNCAN PARA ELEGIR EL PRODUCTO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

*En la tabla C.5.1, se muestra los resultados obtenidos (ANEXO B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica del producto encurtido de huevo de codorniz.*

**Tabla C.5.1**  
**Evaluación sensorial para elegir el producto encurtido de huevos de codorniz:**  
**Atributo Textura**

N° DE JUECES	MUESTRAS			ΣYj
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	
1	8	8	8	24
2	6	6	4	16
3	7	6	5	18
4	8	9	7	24
5	1	9	3	13
6	6	6	7	19
7	5	8	1	14
8	6	8	6	20
9	7	7	6	20
10	7	7	6	20
<b>PROMEDIO</b>	6,1	7,4	5,3	
<b>ΣYij</b>	61	74	53	188
<b>ΣYij<sup>2</sup></b>	409	560	321	

**Fuente:** *Elaboración propia*

*De acuerdo a las expresiones matemáticas (C.I), (C.II), (C.II), y (C.IV), se realizó el cálculo del análisis de los diferentes tratamientos.*

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{(61)^2 + \dots + (53)^2}{10} - \frac{(61 + \dots + 53)^2}{10 * 3} = 22,467$$

**Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SCB = \frac{(24)^2 + \dots + (20)^2}{3} - \frac{(24 + \dots + 20)^2}{10 \cdot 3} = 41,200$$

**Suma del cuadrado total:**

$$SC_{total} = (8^2 + 6^2 + \dots + 6^2 + 6^2) - \frac{(188)^2}{10 \cdot 3} = 111,867$$

**Suma de cuadrados del error:**

$$SCE = (111,867 - 22,467 - 41,200) = 48,200$$

Para estimar el valor de *F* tab se recurrió al ANEXO E.

**Tabla C.5.2**  
**Análisis de varianza (ANVA)**

FUENTE DE VARIACIÓN	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	111,867	29			
<b>Muestra</b>	22,467	2	11,233	4,194	3,555
<b>Jueces</b>	41,200	9	4,578	1,710	2,456
<b>Error</b>	48,200	18	2,678		

**Fuente:** *Elaboración propia*

Para determinar el valor de la varianza muestral se realiza en base a la ecuación (C.V) y para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , los valores fueron extraídos del ANEXO E.

**Tabla C.5.3**  
**Amplitudes Estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

NÚMEROS DE PROMEDIOS	AES (D)	ALS (D)
		AES (D) * <i>Sy</i>
2	2,97	1,537
3	3,12	1,613

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Ordenamiento de los promedios**

*Ordenando los promedios de las muestras de mayor a menor:*

**Tabla C.5.4**  
**Valores promedio de las muestras**

<b>M<sub>2</sub></b>	<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>
7,4	6,1	5,3

**Fuente:** *Elaboración propia*

**- Análisis de los tratamientos:**

*En la tabla C.5.5, se muestra si existe o no diferencia entre las muestras.*

**Tabla C.5.5**  
**Análisis de los tratamientos**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ANÁLISIS DE VALORES</b>	<b>EFEECTO O SIGNIFICANCIA</b>
<b>M<sub>1</sub> – M<sub>2</sub></b>	<i>1,3 &lt; 1,537</i>	<i>No hay diferencia</i>
<b>M<sub>1</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>2,1 &gt; 1,613</i>	<i>Si hay diferencia</i>
<b>M<sub>2</sub> - M<sub>3</sub></b>	<i>0,8 &lt; 1,537</i>	<i>No hay diferencia</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

## ANEXO C.6

### PRUEBA DE DUNCAN PARA ELEGIR EL PRODUCTO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

*En la tabla C.6.1, se muestra los resultados obtenidos (ANEXO B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica del producto encurtido de huevo de codorniz.*

**Tabla C.6.1**  
**Evaluación sensorial para elegir el producto encurtido de huevos de codorniz:**  
**Atributo Aspecto**

N° DE JUECES	MUESTRAS			ΣYj
	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	
1	7	8	8	23
2	7	7	7	21
3	7	7	8	22
4	8	8	8	24
5	8	7	9	24
6	6	7	6	19
7	7	4	9	20
8	7	7	7	21
9	7	8	7	22
10	6	6	7	19
<b>PROMEDIO</b>	7,0	6,9	7,6	
<b>ΣYij</b>	70	69	76	215
<b>ΣYij<sup>2</sup></b>	494	489	586	

**Fuente:** *Elaboración propia*

*De acuerdo a las expresiones matemáticas (C.I), (C.II), (C.II), y (C.IV), se realizó el cálculo del análisis de los diferentes tratamientos.*

**Suma de cuadrados del tratamiento:**

$$SCTr = \frac{(70)^2 + \dots\dots\dots(76)^2}{10} - \frac{(70+\dots\dots\dots76)^2}{10*3} = 2,867$$

**Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SCB = \frac{(23)^2 + \dots + (19)^2}{3} - \frac{(23 + \dots + 19)^2}{10 \cdot 3} = 10,167$$

**Suma del cuadrado total:**

$$SC_{total} = (7^2 + 7^2 + \dots + 7^2 + 7^2) - \frac{(215)^2}{10 \cdot 3} = 28,167$$

**Suma de cuadrados del error:**

$$SCE = (28,167 - 2,867 - 10,167) = 15,133$$

Para estimar el valor de *F* tab se recurrió al ANEXO E.

**Tabla C.6.2**  
**Análisis de varianza (ANVA)**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	28,167	29			
<b>Muestra</b>	2,867	2	1,433	1,704	3,555
<b>Jueces</b>	10,167	9	1,130	1,344	2,456
<b>Error</b>	15,133	18	0,841		

**Fuente:** *Elaboración propia*

## ANEXO D.1

*Según (Ureña-D'Arrigo, 1999), para realizar el análisis del diseño experimental consta de los siguientes pasos.*

### **Planteamiento de la hipótesis**

*H<sub>0</sub>: No hay diferencia entre los factores.*

*H<sub>1</sub>: Al menos una variable es diferente de las demás.*

*Nivel de significancia: 0,05 (5%).*

*Prueba de significancia: F de Fisher*

### **Suposiciones:**

*Los datos siguen una distribución normal ( $\sim N$ ).*

*Los datos son extraídos de un muestreo al azar.*

*A continuación en la tabla D.1 se plantea la matriz experimental de las variables A, B, y C del diseño experimental y los niveles de variación de los factores.*

**Tabla D.1**  
**Signos algebraicos para calcular los efectos en un diseño 2<sup>3</sup>**

COMBINACIONES DE TRATAMIENTOS	VARIABLES				EFECTO FACTORIAL			
	1	V	S	A	VS	VA	SA	VSA
<i>1</i>	+	-	-	-	+	+	+	-
<i>a</i>	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>b</i>	+	-	+	-	-	+	-	+
<i>ab</i>	+	+	+	-	+	-	-	-
<i>c</i>	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>ac</i>	+	+	-	+	-	+	-	-
<i>bc</i>	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>abc</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla D.2**  
**Matriz de interacciones de las muestras del líquido de cobertura**

Nº de pruebas	V	S	A
1	40	8	1,4
2	50	8	1,4
3	40	10	1,4
4	50	10	1,4
5	40	8	1,8
6	50	8	1,8
7	40	10	1,8
8	50	10	1,8

**Fuente:** *Elaboración propia*

### **Solución**

*Este experimento es un Diseño Factorial  $2^3$  ya que se analizan tres factores y cada uno tiene dos niveles (alto y bajo).*

*Para el factor A nivel bajo 40 % y el alto 50%.*

*Para el factor B el nivel bajo 8 % y el alto 10%.*

*Para el factor C el nivel bajo 1,4 % y el alto 1,8 %.*

### **Datos**

$$a = b = c = 2, n = 2$$

*Forma verbal de la Hipótesis a probar:*

**a)** *Ho: El vinagre no influye significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: El vinagre influye significativamente en el líquido de cobertura.*

**b)** *Ho: La sal no influye significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: La sal influye significativamente en el líquido de cobertura.*

**c)** *Ho: El azúcar no influye significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: El azúcar influye significativamente en el líquido de cobertura.*

**d)** *Ho: El vinagre y la sal no influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: El vinagre y la sal influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

e) *Ho: El vinagre y el azúcar no influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: El vinagre y el azúcar influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

f) *Ho: La sal y el azúcar no influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: La sal y el azúcar influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

g) *Ho: El vinagre, la sal y el azúcar no influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

*H<sub>1</sub>: El vinagre, la sal y el azúcar influyen significativamente en el líquido de cobertura.*

*Posteriormente se muestra la tabla de combinaciones de tratamientos para este Diseño Factorial:*

**Tabla D.3**  
**Matriz de resultados de las variables de la preparación del líquido de cobertura en función a la acidez final del producto**

Combinación de tratamientos	Réplicas		Total	Simbología
	I	II		
<i>A bajo; B bajo; C bajo</i>	2,96	2,96	5,92	<i>l</i>
<i>A alto; B bajo; C bajo</i>	2,96	2,95	5,91	<i>a</i>
<i>A bajo; B alto; C bajo</i>	2,92	2,91	5,83	<i>b</i>
<i>A alto; B alto; C bajo</i>	2,91	2,91	5,82	<i>ab</i>
<i>A bajo; B bajo; C alto</i>	2,91	2,90	5,81	<i>c</i>
<i>A alto; B bajo; C alto</i>	2,89	2,90	5,79	<i>ac</i>
<i>A bajo; B alto; C alto</i>	2,87	2,87	5,74	<i>bc</i>
<i>A alto; B alto; C alto</i>	2,87	2,88	5,75	<i>abc</i>

**Fuente:** *Elaboración propia*

*Para la estimación de los efectos promedios de los factores principales e interacciones se utilizará:*

## EFFECTOS

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \\ &= \frac{1}{4*2} [5,91 - 5,92 + 5,82 - 5,83 + 5,79 - 5,81 + 5,75 - 5,74] \\ &= -0,00375 \\ \\ B &= \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] \\ &= \frac{1}{4*2} [5,83 + 5,82 + 5,74 + 5,75 - 5,92 - 5,91 - 5,81 - 5,79] \\ &= -0,03625 \\ \\ C &= \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] \\ &= \frac{1}{4*2} [5,81 + 5,79 + 5,74 + 5,75 - 5,92 - 5,91 - 5,83 - 5,82] \\ &= -0,04875 \\ \\ AB &= \frac{1}{4n} [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)] \\ &= \frac{1}{4*2} [5,75 - 5,74 + 5,82 - 5,83 - 5,79 + 5,81 - 5,91 - 5,92] \\ &= 0,00375 \\ \\ AC &= \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc] \\ &= \frac{1}{4*2} [5,92 - 5,91 + 5,83 - 5,82 - 5,81 + 5,79 - 5,74 + 5,75] \\ &= 0,00125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc] \\
 &= \frac{1}{4*2} [5,92 + 5,91 - 5,83 - 5,82 - 5,81 - 5,79 + 5,74 + 5,75] \\
 &= 0,00875
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ABC &= \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)] \\
 &= \frac{1}{4*2} [5,75 - 5,74 - 5,79 + 5,81 - 5,82 + 5,83 + 5,91 - 5,92] \\
 &= 0,00375
 \end{aligned}$$

## CONTRASTES

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_A &= [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc] \\
 &= [5,91 - 5,92 + 5,82 - 5,83 + 5,79 - 5,81 + 5,75 - 5,74] \\
 &= -0,03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_B &= [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac] \\
 &= [5,83 + 5,82 + 5,74 + 5,75 - 5,92 - 5,91 - 5,81 - 5,79] \\
 &= -0,29
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_C &= [c + ac + bc + abc - (1) - a - b - ab] \\
 &= [5,81 + 5,79 + 5,74 + 5,75 - 5,92 - 5,91 - 5,83 - 5,82] \\
 &= -0,39
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_{AB} &= [abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)] \\
 &= [5,75 - 5,74 + 5,82 - 5,83 - 5,79 + 5,81 - 5,91 - 5,92] \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_{AC} &= [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc] \\
 &= [5,92 - 5,91 + 5,83 - 5,82 - 5,81 + 5,79 - 5,74 + 5,75] \\
 &= 0,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_{BC} &= [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc] \\
 &= [5,92 + 5,91 - 5,83 - 5,82 - 5,81 - 5,79 + 5,74 + 5,75] \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Contraste}_{ABC} &= [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)] \\
 &= [5,75 - 5,74 - 5,79 + 5,81 - 5,82 + 5,83 + 5,91 - 5,92] \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

## SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{8n} = \frac{(-0,03)^2}{8*2} = 0,00005625$$

$$SS_B = \frac{(\text{Contraste}_B)^2}{8n} = \frac{(-0,29)^2}{8*2} = 0,005256$$

$$SS_C = \frac{(\text{Contraste}_C)^2}{8n} = \frac{(0,39)^2}{8*2} = 0,009506$$

$$SS_{AB} = \frac{(\text{Contraste}_{AB})^2}{8n} = \frac{(0,03)^2}{8*2} = 0,00005625$$

$$SS_{AC} = \frac{(\text{Contraste}_{AC})^2}{8n} = \frac{(0,01)^2}{8*2} = 0,00000625$$

$$SS_{BC} = \frac{(\text{Contraste}_{BC})^2}{8n} = \frac{(0,07)^2}{8*2} = 0,00030625$$

$$SS_{ABC} = \frac{(\text{Contraste}_{ABC})^2}{8n} = \frac{(0,03)^2}{8*2} = 0,00005625$$

### SUMA DEL CUADRADO TOTAL

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 y_{ijkl}^2 - \frac{Y^2 \dots}{8n}$$

$$SS_T = 2,96^2 + 2,96^2 + \dots + 2,87^2 + 2,88^2 - \frac{(46,57)^2}{8*2}$$

$$= 0,01549$$

### SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} - SS_{ABC}$$

$$= 0,00024675$$

Tomando un nivel de significancia = 0,05 para obtener el F de tablas con un grado de libertad del numerador y del denominador, se tiene que:

**Tabla D.4**  
**ANVA de las variables de la preparación del líquido de cobertura**  
**para un diseño 2<sup>3</sup>**

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIO CUADRADO	F cal	Ftab
<i>SS(TOTAL)</i>	<i>0,01549</i>	<i>15</i>			
<i>SS(V)</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1,824</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(S)</i>	<i>0,005256</i>	<i>1</i>	<i>0,005256</i>	<i>*170,428</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(A)</i>	<i>0,009506</i>	<i>1</i>	<i>0,009506</i>	<i>*308,236</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(VS)</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1,824</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(VA)</i>	<i>0,00000625</i>	<i>1</i>	<i>0,00000625</i>	<i>0,203</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(SA)</i>	<i>0,00030625</i>	<i>1</i>	<i>0,00030625</i>	<i>*9,930</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(VSA)</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1</i>	<i>0,00005625</i>	<i>1,824</i>	<i>5,318</i>
<i>SS(ERROR)</i>	<i>0,00024675</i>	<i>8</i>	<i>0,00003084</i>		

**Fuente:** *Elaboración propia*

*\* Significativo*

*V<sub>1</sub>* = Volumen de vinagre 40 %.

*S<sub>1</sub>* = Masa de sal 8 %.

*A<sub>1</sub>* = Masa de azúcar 1,4 %.

TABLA E.1 FISHER

$1 - \alpha = 0.95$

$1 - \alpha = P ( F \leq f_{\alpha, v_1, v_2} )$

$v_1$  = grados de libertad del numerador

$v_2$  = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.691	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.805	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.381	2.353	2.329	2.308	2.289	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.198	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

**TABLA E.2 RECORRIDO SIGNIFICATIVO DE DUNCAN (NIVEL DE SIGNIFICACION  $\alpha = 5\%$ )**

<i>g</i>	<i>p=2</i>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	50	100
1	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97	17.97
2	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085	6.085
3	4.501	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516	4.516
4	3.927	4.013	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.797	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814	3.814
6	3.461	3.587	3.649	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694	3.694
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626	3.626
8	3.261	3.399	3.475	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521	3.521
9	3.199	3.339	3.42	3.470	3.502	3.523	3.536	3.544	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526	3.526
11	3.113	3.256	3.342	3.397	3.435	3.462	3.48	3.493	3.501	3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.51	3.51	3.510	3.51	3.51
12	3.082	3.335	3.313	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.491	3.496	3.498	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499	3.499
13	3.055	3.2	3.289	3.348	3.389	3.419	3.442	3.458	3.470	3.484	3.488	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49	3.49
14	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.485	3.485	3.485	3.485	3.485
15	3.014	3.16	3.25	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.481	3.481	3.481	3.481	3.481
16	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.449	3.458	3.465	3.47	3.473	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
17	2.984	3.13	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.441	3.465	3.47	3.473	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478	3.478
18	2.971	3.118	3.21	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.445	3.454	3.46	3.465	3.462	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
19	2.96	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.429	3.44	3.449	3.456	3.462	3.474	3.474	3.474	3.474	3.474
20	2.95	3.097	3.19	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.424	3.436	3.445	3.453	3.459	3.473	3.474	3.474	3.474	3.474
25	2.923	3.06	3.154	3.221	3.271	3.31	3.34	3.366	3.386	3.403	3.417	3.429	3.439	3.447	3.471	3.478	3.479	3.478	3.479
30	2.888	3.035	3.131	3.199	3.25	3.29	3.322	3.349	3.371	3.389	3.405	3.418	3.43	3.439	3.470	3.483	3.486	3.486	3.486
40	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.373	3.39	3.405	3.418	3.429	3.469	3.489	3.500	3.504	3.504
50	2.84	2.988	3.085	3.154	3.208	3.251	3.286	3.316	3.341	3.362	3.381	3.397	3.411	3.423	3.468	3.494	3.509	3.522	3.521
60	2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.355	3.374	3.391	3.406	3.419	3.467	3.497	3.515	3.537	3.537
70	2.821	2.968	3.065	3.135	3.19	3.234	3.271	3.301	3.328	3.35	3.37	3.387	3.403	3.416	3.467	3.499	3.52	3.548	3.552
80	2.814	2.961	3.059	3.130	3.185	3.229	3.266	3.297	3.323	3.436	3.367	3.384	3.400	3.414	3.467	3.501	3.524	3.558	3.564
90	2.81	2.957	3.054	3.125	3.181	3.225	3.262	3.292	3.32	3.343	3.364	3.382	3.398	3.412	3.467	3.502	3.527	3.567	3.575
100	2.806	2.953	3.051	3.121	3.177	3.222	3.259	3.291	3.318	3.341	3.362	3.38	3.396	3.411	3.467	3.503	3.529	3.574	3.585
∞	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.32	3.343	3.363	3.382	3.399	3.466	3.514	3.55	3.64	3.735

**TABLA E.3**  
**DENSIDAD DE ALGUNOS LÍQUIDOS A DIFERENTES TEMPERATURAS**

Temperatura (°C)	Agua	Etanol <sup>a</sup>	Aceite de <sup>b</sup>				
			Maíz	Girasol	Ajonjolí	Soya	Algodón
-20	993.5	-	947	944	946	947	949
10	998.1	-	940	937	939	941	942
0	999.9	806.3	933	930	932	934	935
4	1000.0	802.9	-	-	-	-	-
10	999.7	792.9	927	923	925	927	928
20	998.2	789.5	920	916	918	920	921
40	992.2	-	906	903	905	907	908
60	983.3	-	893	899	891	893	894
80	971.8	-	879	876	878	879	881

**TABLA E.4**  
**CALORES ESPECÍFICOS DE VARIAS SUSTANCIAS**

Sustancia	Calor específico J/(kg · °C)	Sustancia	Calor específico J/(kg · °C)
Acero	460	Hierro	470
Agua	4182	Latón	390
Aire	1000	Mercurio	138
Aluminio	910	Oro	130
Arena	835	Plata	235
Cobre	385	Plomo	130
Estaño	230	Sal (NaCl)	879
Hielo	2000	Sodio	1300

**TABLA E.5**  
**CALOR ESPECÍFICO (25 °C, 1 atm = 101325 Pa)**

<b>Material</b>	<b>J/(kg·K)</b>	<b>Material</b>	<b>J/(kg·K)</b>
Aceite vegetal	2000	Hielo (-10 °C a 0 °C)	2093
Agua (0 °C a 100 °C)	4186	Hierro/Acero	452
Aire	1012	Hormigón	880
Alcohol etílico	2460	Latón	380
Alcohol metílico	2549	Litio	3560
Aluminio	897	Madera	420
Amoniaco (líquido)	4700	Magnesio	1023
Arena	290	Mármol	858
Asfalto	920	Mercurio	138
Azufre	730	Metano (275 K)	2191
Benceno	1750	Níquel	440
Calcio	650	Nitrógeno	1040
Cinc	390	Oro	129
Cobre	387	Oxígeno	918
Diamante	509	Plata	236
Dióxido de carbono (gas)	839	Plomo	128
Estaño	210	Potasio	750
Etilen glicol	2200	Sodio	1230
Gasolina	2220	Tejido humano	3500
Grafito	710	Tierra (típica)	1046
Granito	790	Vapor de agua (100 °C)	2009
Helio (gas)	5300	Vidrio (típico)	837
Hidrógeno (gas)	14267		

**TABLA E.6**  
**CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNOS ALIMENTOS**

Alimento	% agua	Calor específico (KJ/Kg°C)	
		Debajo punto	Encima punto de congelación (0-100°)
Arroz	12		1.8
Frijol seco	12.5	1.01	1.35
Frijol verde	90	2.39	3.94
Leche de vaca entera	87.5	2.05	3.89
Leche vaca, descremada <sup>2</sup>	91		3.975 a 4.017
Nata ( 40% grasa)	73	1.68	3.56
Cuajada	60-70		3.27
Sal <sup>2</sup>			1.13 a 1.34
Azúcar <sup>2</sup>			1.255
Clara de huevo <sup>2</sup>	87		3.849
Yema de huevo <sup>2</sup>	48		2.803
Huevo		1.67	3.2
Harina <sup>2</sup>	12 a 13.5		1.80 a 1.88
Pan blanco	44-45	1.42	2.8
Pan integral <sup>2</sup>	48.5		2.85
Margarina	9-15	1.8	2.1
Jugo de manzana	87.2		3.85
Jugo de naranja	89		3.89

**TABLA E.7**  
**PUNTOS DE FUSIÓN /EBULLICIÓN Y CALORES LATENTES DE**  
**DIVERSAS SUSTANCIAS**

Sustancia	T fusión °C	$L_f \cdot 10^3$ (J/kg)	T ebullición °C	$L_v \cdot 10^3$ (J/kg)
Hielo (agua)	0	334	100	2260
Alcohol etílico	-114	105	78.3	846
Acetona	-94.3	96	56.2	524
Benceno	5.5	127	80.2	396
Aluminio	658.7	322-394	2300	9220
Estaño	231.9	59	2270	3020
Hierro	1530	293	3050	6300
Cobre	1083	214	2360	5410
Mercurio	-38.9	11.73	356.7	285
Plomo	327.3	22.5	1750	880
Potasio	64	60.8	760	2080
Sodio	98	113	883	4220

**TABLA E.7**  
**MODELOS PARA LA PREDICCIÓN DE PROPIEDADES TERMOFÍSICAS**  
**A PARTIR DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**  
**COMO FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA (T ESTÁ EN °C)**

<i>Propiedad</i>	<i>Componente</i>	<i>Modelos</i>
K (W/m °C)	Proteína (K <sub>P</sub> )	$1,7881 \times 10^{-1} + 1,1958 \times 10^{-3} T - 2,7178 \times 10^{-6} T^2$
	M.Grasa (K <sub>L</sub> )	$1,8071 \times 10^{-1} - 2,7604 \times 10^{-3} T - 1,7749 \times 10^{-7} T^2$
	Carbohidratos (K <sub>C</sub> )	$2,0141 \times 10^{-1} + 1,3874 \times 10^{-3} T - 4,3312 \times 10^{-6} T^2$
	Fibra (K <sub>F</sub> )	$1,8331 \times 10^{-1} + 1,2497 \times 10^{-3} T - 3,1683 \times 10^{-6} T^2$
	Minerales (K <sub>M</sub> )	$3,2962 \times 10^{-1} + 1,4011 \times 10^{-3} T - 2,9069 \times 10^{-6} T^2$
	Agua (K <sub>W</sub> )	$5,7109 \times 10^{-1} + 1,7625 \times 10^{-3} T - 6,703 \times 10^{-6} T^2$
	Hielo (K <sub>I</sub> )	$2,2196 - 6,2489 \times 10^{-3} T + 1,0154 \times 10^{-4} T^2$
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Proteína ( $\rho_P$ )	$1,3299 \times 10^3 - 5,1840 \times 10^{-1} T$
	M.Grasa ( $\rho_L$ )	$9,2559 \times 10^2 - 4,1757 \times 10^{-1} T$
	Carbohidratos ( $\rho_C$ )	$1,5991 \times 10^3 - 3,1046 \times 10^{-1} T$
	Fibra ( $\rho_F$ )	$1,3115 \times 10^3 - 3,6589 \times 10^{-1} T$
	Minerales ( $\rho_M$ )	$2,4238 \times 10^3 - 2,8063 \times 10^{-1} T$
	Agua ( $\rho_W$ )	$9,9718 \times 10^2 + 3,1439 \times 10^{-3} T - 3,7574 \times 10^{-3} T^2$
	Hielo ( $\rho_I$ )	$9,1689 \times 10^2 - 1,3071 \times 10^{-1} T$
C <sub>p</sub> (kJ/kg °C)	Proteína (C <sub>pP</sub> )	$2,0082 + 1,2089 \times 10^{-3} T - 1,3129 \times 10^{-6} T^2$
	M.Grasa (C <sub>pL</sub> )	$1,9842 + 1,4733 \times 10^{-3} T - 4,8008 \times 10^{-6} T^2$
	Carbohidratos (C <sub>pC</sub> )	$1,5488 + 1,9625 \times 10^{-3} T - 5,9399 \times 10^{-6} T^2$
	Fibra (C <sub>pF</sub> )	$1,8459 + 1,8306 \times 10^{-3} T - 4,6509 \times 10^{-6} T^2$
	Minerales (C <sub>pM</sub> )	$1,0926 + 1,8896 \times 10^{-3} T - 3,6817 \times 10^{-6} T^2$
	Agua (C <sub>pW</sub> ) <sup>1</sup>	$4,1762 - 9,0864 \times 10^{-5} T + 5,4731 \times 10^{-6} T^2$
	Agua subenfriada (C <sub>pWF</sub> ) <sup>2</sup>	$4,0817 - 5,3062 \times 10^{-3} T + 9,9516 \times 10^{-4} T^2$
Hielo (C <sub>pI</sub> )	$2,0623 + 6,0769 \times 10^{-3} T$	

<sup>1</sup> - para el rango de temperaturas de 0°C a 100°C.

<sup>2</sup> - para el rango de temperaturas de -40°C a 0°C.

FUENTE: CHOI y OKOS (1986).

**FOTO F.1**  
**HUEVOS DE CODORNIZ**



**FOTO F.2**  
**PESADO**



**FOTO F.3**  
**LAVADO**



**FOTO F.4**  
**COCCIÓN DEL HUEVO DE CODORNIZ**



**FOTO F.5**  
**ENFRIAMIENTO**



**FOTO F.6**  
**DESCASCARADO**



**FOTO F.7**  
**HUEVOS SIN CÁSCARA**



**FOTO F.8**  
**VINAGRE E INSUMOS**



**FOTO F.9**  
**PREPARACIÓN DEL LÍQUIDO DE COBERTURA**



**FOTO F.10**  
**ENVASADO**



**FOTO F.11**  
**LLENADO**



**FOTO F.12**  
**ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ**

