

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

**RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental.**

Certificado Ensayo de Aptitud IBMETRO-DTA-CI-036 Final Isaac Artie. Telf: 6660089.



INFORMACION GENERAL		C(11)	247	Análisis N°	3216
Tipo de Alimento:	<b>Bolitas de Cereal</b>	Empresa			
Fuente:		Responsable del muestreo:	<b>Dimar Machicado</b>		
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:	500 gr.		
Proveedor:		Estado de la muestra:	Muy bueno		
Fecha de muestreo	09/08/2011	Fecha recepción de muestra	09/08/2011		
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:	9-8-11		
NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS	
<b>Análisis Organoleptico</b>					
1	Aspecto			Esfonjoso	
2	Olor			A chocolate y vainilla	
3	Sabor			Cereal, Chocolate y Vainilla	
<b>Análisis Físicos</b>					
4	pH	pH	%	No determinado	
5	Color		UICUMSA	No determinado	
6	Densidad relativa a 20°C	D		No determinado	
7	Humedad	H	%	4,62	
8	Humedad y materiales volátiles	Hmv	%	No determinado	
9	Materia seca	Ms	%	95,38	
10	Ceniza (Base seca)	SF	%	0,31	
11	Sólidos solubles (*Brix)	Ss	*Brix	No determinado	
12	Polarización	P		No determinado	
13	Índice de refracción	Ir		No determinado	
<b>Análisis Químicos</b>					
14	Acidez titulable	At	%Acido	No determinado	
15	Índice de peróxido	Ip		No determinado	
16	Rancidez	R	mg/l	No determinado	
17	Gluten húmedo	Gh	%	No determinado	
18	Gluten seco	Gs	%	No determinado	
19	Proteína total	Pt	%	4,77	
20	Materia grasa	Mg	%	0,36	
21	Fibra	Fb	%	0,84	
22	Carbohidratos	Ch	%	89,10	
23	Valor energético	Cal	Cal/100 gr	378,72	
24	Fluor	Fl	mg/g	No determinado	
25	Bromato de potasio (cualitativo)	KBrO <sub>3</sub>	mg/g	No determinado	
26	Hierro	Fe	mg/g	No determinado	
27	Cloruro de sodio	NaCl	mg/g	No determinado	
28	Benzato	Bz	mg/l	No determinado	
29	Ciclamos	CCs	mg/l	No determinado	
30	Ciclamo de Sodio	CCsNa	%	No determinado	
31	Colorantes	C	mg/l	No determinado	
32	Sacarina	Sac	mg/l	No determinado	
33	Azúcares totales	Azt	mg/g	No determinado	
34	Acido ascorbico (Vit. C)	An	mg/g	No determinado	
<b>Análisis Microbiológicos</b>					
35	Bacterias aeróbicas mesófilas	Bam	UFC/g	No determinado	
36	Coliformes fecales	Cf	NMP/g	No determinado	
37	Coliformes totales	Ct	NMP/g	No determinado	
38	Escherichia coli	Ec	NMP/g	No determinado	
39	Mohos	M	UFC/g	800	
40	Levaduras	L	UFC/g	1500	
41	Salmonella	Sal	NMP/g	No determinado	

**OBSERVACIONES:**

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

**RIMI Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis Ambiental**

Certificado Exento de Agravio (INMETRO-DPA-CI-036) Final Insac. Anón. Telf. 6660089



<b>INFORMACION GENERAL</b>		C111	146	Análisis N°	2215
Tipo de Alimento:	Bolitas de Cereal	Empresa	Dinar Machirado		
Fuente:		Responsable del muestreo:			
Prov./Dep/Mun.	Tarja/Cereado/Cereado	Cantidad y tipo de recipiente:	150 gr.		
Proveedor:		Estado de la muestra:	Muy bueno		
Fecha de muestreo:	09/08/2011	Fecha recepción de muestra:	09/08/2011		

RESULTADOS DE ANALISIS Fecha del análisis: 08.11

CODIGO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
<b>Análisis Físico</b>				
	Humedad	H	%	
M-1				4,88
M-2				5,43
M-3				5,01
M-4				5,17
M-5				5,45
M-6				5,31
M-7				4,82
M-8				4,00
M-9				4,66
M-10				4,81
M-11				4,67
M-12				4,89
M-13				6,40
M-14				6,28
M-15				4,62
M-16				7,00

**OBSERVACIONES:**

*[Handwritten Signature]*  
**Ing. Haroldo Torres**  
 Gerente Técnico  
 LABORATORIO  
 RIMI-LABORITRO

*[Handwritten Signature]*  
**Ing. Haroldo Torres P. D.**  
 Gerente Técnico  
 LABORATORIO  
 RIMI-LABORITRO

**ANEXO B**  
**FORMATO DE TEST DE EVALUACIÓN**  
**SENSORIAL**

## ANEXO B.1

### TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

Fecha.....

Producto.....

#### INSTRUCCIONES

En la siguiente tabla, anote la puntuación que mejor describe según los atributos del producto cuando le gusta o desagrada la muestra que ha probado. 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 expresión sincera de su sensación personal ayudara a calificar el producto.

**TABLA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

<b>Muestras</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
<b>M1</b>				
<b>M2</b>				
<b>M3</b>				
<b>M4</b>				
<b>M5</b>				
<b>M6</b>				
<b>M7</b>				
<b>M8</b>				

#### RANGO DE PUNTUACIÓN

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

## ANEXO B.2

### TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

Fecha.....

Producto.....

#### INSTRUCCIONES

En la siguiente tabla, anote la puntuación que mejor describe según los atributos del producto cuando le gusta o desagrada la muestra que ha probado. 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 expresión sincera de su sensación personal ayudara a calificar el producto.

**TABLA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

<b>Muestras</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
<b>M1</b>				
<b>M2</b>				
<b>M3</b>				
<b>M4</b>				
<b>M5</b>				

#### RANGO DE PUNTUACIÓN

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

## **ANEXO C**

### **RESULTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO**



## ANEXO C.1

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE FISHER Y DUNCAN

Según (Ureña y D'Arrigo, 1990), para realizar el análisis estadístico de la prueba de Duncan consta de los siguientes pasos:

#### DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

##### 1. Planteamiento de hipótesis

Hp. No hay diferencia entre tratamientos (muestras).

Ha. Al menos una muestra es diferente a las demás.

Hp. No hay diferencia entre bloques (no hay diferencia entre jueces).

Ha. Al menos un juez emitió una opinión diferente.

##### 2. Nivel de significación: 0,05 (5%).

##### 3. Prueba de significancia: Fisher y Duncan

##### 4. Suposiciones:

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

##### 5. Criterios de decisión:

- Se acepta la Hp si el  $F_{cal} < F_{tab}$
- Se rechaza la Hp si el  $F_{cal} > F_{tab}$

##### 6. Desarrollo de la prueba estadística:

Se construye el cuadro del análisis de varianza (ANVA)

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(X_0)^2}{a \cdot b}$$

- ✓ Suma de cuadrados entre los tratamientos.

$$SC(\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b \cdot a}$$

- ✓ Suma de cuadrados entre jueces

$$SC(J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a \cdot b}$$

DONDE:

$$a = 8$$

$$b = 14$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:  $GL (\text{Trat.}) = a - 1$
- ✓ Grados de libertad de jueces:  $GL (J) = b - 1$
- ✓ Grados de libertad del total:  $GL (T) = a*b - 1$
- ✓ Grados de libertad del error:  $GL (E) = (b - 1)(a - 1)$
- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:
 
$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SG (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$
- ✓ Cuadrado medio de jueces
 
$$CM (J) = \frac{SG (J)}{GL (J)}$$
- ✓ Suma de cuadrado del error
 
$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$
- ✓ Cuadrado medio del error
 
$$CM (E) = \frac{SG (E)}{GL (E)}$$
- ✓ Siendo F calculado
 
$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM (\text{Trat.})}{CM (E)}$$

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE « DUNCAN »

Desarrollo del procedimiento:

### 1. Se establecen los criterios de aceptación o rechazo:

- Se acepta la hipótesis planteada ( $H_p$ ), si la diferencia de promedios entre tratamiento es  $\leq$  que el límite de significación de Duncan (ALS (D)).
- Se rechaza la hipótesis planteada ( $H_p$ ), si la diferencia de promedios entre tratamiento es  $\geq$  que el ALS (D).

### 2. Desarrollo de la prueba estadística:

- Determinar el valor de la Varianza Muestral  $S^2/y$

$$S^2/y = \sqrt{CME/b}$$

- Hallar los valores de 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:

$$ALS (D) = ASE (D) * S_y$$

- Encontrando los valores de amplitudes estudiantizadas de Duncan y los límites de significación de Duncan: con los grados de libertad del error y el nivel de significación de 0,05; para cada número de promedios de ordenamiento que están probando.

## ANEXO C.2

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.2.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo color.

**Tabla C.2.1**  
**Evaluación sensorial del atributo color para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)								$\sum x_j$
	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	5	5	5	7	5	6	7	8	48
2	7	5	5	7	7	7	7	7	52
3	7	5	6	5	5	6	6	7	47
4	8	8	8	8	5	7	8	7	59
5	7	7	8	8	5	6	6	7	54
6	7	7	7	7	7	6	9	4	54
7	7	8	7	8	9	8	8	8	63
8	7	8	7	6	5	6	7	8	54
9	7	8	8	7	7	6	7	5	55
10	8	7	5	7	5	6	7	8	53
11	8	6	6	8	7	5	8	8	56
12	5	5	7	7	8	8	7	7	54
13	7	7	5	6	8	8	8	7	56
14	7	4	5	6	8	7	7	7	51
<b>Promedio</b>	6,93	6,43	6,36	6,93	6,50	6,57	7,29	7,00	547
$\sum x_{ij}$	97	90	89	97	91	92	102	98	756
$\sum x_{ij}^2$	683	604	585	683	619	616	752	704	5246

**Fuente:** Elaboración propia

Siguiendo las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 143$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 10,7143$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 26,75$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 7$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 111$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 91$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 1,5306$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 2,057$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 105,5357$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 1,159$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 1,319$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.2.2**  
**Análisis de varianza del atributo color para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	$F_{\text{cal}}$	$F_{\text{tab}}$
Entre muestras	10,714	7	1,531	1,319	2,102
Entre jueces	26,750	13	2,058	1,774	1,816
Error	105,536	91	1,159		
Total	143,00	111			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.2.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan

### ANEXO C.3

#### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.3.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo olor.

**Tabla C.3.1**  
**Evaluación sensorial del atributo olor para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)								$\sum X_j$
	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	4	4	8	7	7	7	7	52
2	7	7	7	7	7	7	7	7	56
3	6	6	7	6	6	6	6	6	49
4	6	7	7	7	5	7	7	7	53
5	8	7	7	7	6	7	7	6	55
6	7	7	7	7	3	6	8	3	48
7	7	7	7	8	8	8	8	8	61
8	7	6	6	7	5	7	7	8	53
9	8	8	8	8	7	5	7	6	57
10	8	7	6	7	7	8	7	9	59
11	7	6	6	8	6	6	8	6	53
12	5	5	5	5	7	8	8	7	50
13	3	4	6	5	7	7	7	5	44
14	5	5	5	5	7	7	7	7	48
<b>Promedio</b>	6,57	6,14	6,29	6,79	6,29	6,86	7,21	6,57	52,714
$\sum x_{ij}$	92	86	88	95	88	96	101	92	738
$\sum x_{ij}^2$	632	548	568	661	574	668	733	632	5016

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(T)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 153,107$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 12.3929$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 35,6071$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 7$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 111$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 91$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 1.77041$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 2.73901$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 105.107$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 1,15502$$



- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 1,53279$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.3.2**  
**Análisis de varianza del atributo olor para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	$F_{\text{cal}}$	$F_{\text{tab}}$
Entre muestras	12,3929	7	1,77041	1,53279	2,102
Entre jueces	35,6071	13	2,73901	2,37139	1,816
Error	105,107	91	1,15502		
Total	153,107	111			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.3.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO C.4

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.4.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo sabor.

**Tabla C.4.1**

**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras								$\sum x_j$
	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	6	4	8	7	7	7	8	55
2	8	8	8	8	8	7	6	7	60
3	6	7	6	6	5	6	7	6	49
4	8	8	7	9	5	6	8	7	58
5	8	7	6	7	7	7	7	8	57
6	7	8	8	7	4	6	8	5	53
7	8	8	7	8	8	8	8	8	63
8	9	8	7	6	7	7	8	9	61
9	9	9	8	9	5	4	7	5	56
10	8	8	8	8	7	7	8	10	64
11	7	6	6	8	6	7	8	8	56
12	4	5	6	8	7	7	8	7	52
13	4	4	6	7	9	8	7	8	53
14	4	5	6	6	7	8	8	7	51
<b>Promedio</b>	7,00	6,93	6,64	7,50	6,57	6,79	7,50	7,36	56,286
$\sum x_{ij}$	98	97	93	105	92	95	105	103	788
$\sum x_{ij}^2$	728	701	635	801	630	659	793	783	5730

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(X_0)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 185,86$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 13,714$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_i^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 33,357$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 7$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 111$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 91$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SG (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 1,9592$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SG (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 2,5659$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 138,79$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SG (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 1,5251$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM (\text{Trat})}{CM (E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 1,285$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.4.2**  
**Análisis de varianza para del atributo sabor para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	$F_{\text{cal}}$	$F_{\text{tab}}$
Entre muestras	13,714	7	1,959	1,285	2,102
Entre jueces	33,357	13	2,566	1,682	1,816
Error	138,786	91	1,525		
Total	185,857	111			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.4.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO C.5

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.5.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo textura.

**Tabla C.5.1**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)								$\sum x_j$
	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	3	7	9	7	7	8	8	57
2	8	6	6	8	8	7	6	6	55
3	7	6	6	7	6	7	7	7	53
4	8	8	8	8	5	8	8	8	61
5	8	7	7	8	8	8	8	8	62
6	7	7	7	7	2	8	9	3	50
7	8	7	7	7	7	7	8	8	59
8	7	8	7	8	5	6	7	8	56
9	8	8	8	9	4	8	8	8	61
10	7	7	6	6	8	7	8	9	58
11	8	6	5	8	7	7	9	8	58
12	7	7	7	8	6	7	8	7	57
13	6	3	6	4	8	7	8	7	49
14	5	5	6	7	8	8	8	7	54
<b>Promedio</b>	7,29	6,29	6,64	7,43	6,36	7,29	7,86	7,29	56,4286
$\sum x_{ij}$	102	88	93	104	89	102	110	102	790
$\sum x_{ij}^2$	754	588	627	794	609	748	872	770	5762

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(T)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 189,68$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC(\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC(\text{Trat.}) = 30,679$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC(J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC(J) = 25,179$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL(\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL(\text{Trat.}) = 7$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL(J) = b - 1$$

$$GL(J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL(T) = a*b - 1$$

$$GL(T) = 111$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL(E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL(E) = 91$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM(\text{Trat.}) = \frac{SG(\text{trat.})}{GL(\text{trat.})}$$

$$CM(\text{Trat.}) = 4,3827$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM(J) = \frac{SG(J)}{GL(J)}$$

$$CM(J) = 1,9368$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC(E) = SC(T) - SC(\text{Trat.}) - SC(J)$$

$$SC(E) = 133,82$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM(E) = \frac{SG(E)}{GL(E)}$$

$$CM(E) = 1,4706$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 2,980$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.5.2**  
**Análisis de varianza para el atributo textura para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	30,679	7,000	4,383	2,980	2,102
Entre jueces	25,179	13,000	1,937	1,317	1,816
Error	133,821	91,000	1,471		
Total	189,68	111			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.5.2, se observa que  $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$  por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras. Se desarrolla la prueba de Duncan.

#### DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinar el valor de la Varianza Muestral  $S^2/y$

$$S^2/y = \sqrt{CME/b}$$

$$S^2/y = 0,324$$

- Hallar los valores de 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:

$$ALS(D) = ASE(D) * S_y$$

**Tabla C.5.3**  
**Amplitudes estudiantizadas y límites de significancia de Duncan**

<b>Número de promedios</b>	<b>AES (D)</b>	<b>ALS (D) = AES(D)Sy</b>
2	2,807	0,90978
3	2,958	0,95854
4	3,057	0,99076
5	3,125	1,01277
6	3,185	1,03217
7	3,225	1,04518
8	3,265	1,05810

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.5.4**  
**Ordenamiento de los promedios en la dosificación inicial del líquido de cobertura**

<b>Muestras</b>	<b>promedios</b>
<b>M2</b>	6,2857
<b>M5</b>	6,3571
<b>M3</b>	6,6429
<b>M1</b>	7,2857
<b>M6</b>	7,2857
<b>M8</b>	7,2857
<b>M4</b>	7,4286
<b>M7</b>	7,8571

**Fuente:** Elaboración propia



**Tabla C.5.5**  
**Análisis estadístico de Duncan del atributo textura para elegir la dosificación inicial del líquido de cobertura**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de los valores</b>			<b>Efectos</b>
M7-M4	0,4286	<	0,9097800	No Significativo
M7-M8	0,5714	<	0,9585388	No Significativo
M7-M6	0,5714	<	0,9907569	No Significativo
M7-M1	0,5714	<	1,0127724	No Significativo
M7-M3	1,2143	>	1,0321704	Significativo
M7-M5	1,5000	>	1,0451824	Significativo
M7-M2	1,5714	>	1,0580984	Significativo
M4-M8	0,1429	<	0,9097800	No Significativo
M4-M6	0,1429	<	0,9585388	No Significativo
M4-M1	0,1429	<	0,9907569	No Significativo
M4-M3	0,7857	<	1,0127724	No Significativo
M4-M5	1,0714	>	1,0321704	Significativo
M4-M2	1,1429	>	1,0451824	Significativo
M8-M6	0,0000	<	0,9097800	No Significativo
M8-M1	0,0000	<	0,9585388	No Significativo
M8-M3	0,6429	<	0,9907569	No Significativo
M8-M5	0,9286	<	1,0127724	No Significativo
M8-M2	1,0000	<	1,0321704	No Significativo
M6-M1	0,0000	<	0,9097800	No Significativo
M6-M3	0,6429	<	0,9585388	No Significativo
M6-M5	0,9286	<	0,9907569	No Significativo
M6-M2	1,0000	<	1,0127724	No Significativo
M1-M3	0,6429	<	0,9097800	No Significativo
M1-M5	0,9286	<	0,9585388	No Significativo
M1-M2	1,0000	>	0,9907569	Significativo
M3-M5	0,2857	<	0,9097800	No Significativo
M3-M2	0,3571	<	0,9585388	No Significativo
M5-M2	0,0714	<	0,9097800	No Significativo

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO C.6

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.6.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo color.

**Tabla C.6.1**  
**Evaluación sensorial del atributo color para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)					$\sum x_j$
	M <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	
1	6	7	8	6	8	35
2	6	6	6	5	6	29
3	6	7	7	6	8	34
4	8	7	5	8	6	34
5	7	6	6	6	6	31
6	8	5	5	6	6	30
7	7	6	7	6	6	32
8	8	7	6	7	8	36
9	6	8	8	7	7	36
10	6	6	6	8	7	33
11	8	6	6	8	7	35
12	7	9	8	6	8	38
13	5	6	4	4	6	25
14	7	6	6	9	7	35
<b>Promedio</b>	6,79	6,57	6,29	6,57	6,86	33,07
$\sum x_j$	95	92	88	92	96	463
$\sum x_j^2$	657	618	572	628	668	3143

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum x_{ij}^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 80,5857$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 2,8$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 30,1857$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 4$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 69$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 52$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 0,7$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 2,32198$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 47,6$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 0,91538$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 0,765$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.6.2**  
**Análisis de varianza del atributo color para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	2,800	4	0,700	0,765	2,550
Entre jueces	30,186	13	2,322	2,537	1,913
Error	47,600	52	0,915		
Total	80,586	69			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.6.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO C.7

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.7.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo olor.

**Tabla C.7.1**  
**Evaluación sensorial del atributo olor para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)					$\sum x_j$
	M <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	
1	7	7	7	7	7	35
2	6	6	6	7	6	31
3	6	6	6	6	6	30
4	8	7	6	8	7	36
5	8	7	7	6	6	34
6	6	5	5	6	6	28
7	7	6	6	6	6	31
8	7	7	6	7	7	34
9	6	8	8	5	5	32
10	8	7	6	6	7	34
11	7	6	6	8	7	34
12	8	7	8	7	7	37
13	6	5	5	5	5	26
14	7	6	6	8	7	34
<b>Promedio</b>	97	90	88	92	89	32,57
$\sum x_{ij}$	681	588	564	618	573	456
$\sum x_{ij}^2$	6,93	6,43	6,29	6,57	6,36	3024

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 53,486$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 3,6286$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 24,686$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 4$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 69$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 52$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 0,90071$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 1,8989$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 25,171$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 0,4841$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 1,874$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.7.2**  
**Análisis de varianza del atributo olor para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	3,629	4	0,907	1,874	2,550
Entre jueces	24,686	13	1,899	3,923	1,913
Error	25,171	52	0,484		
Total	53,486	69			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.7.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO C.8

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.8.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial del cereal saborizado para el atributo sabor.

**Tabla C.8.1**  
**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Jueces	Muestras (escala hedónica)					$\sum x_j$
	M <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	
1	6	7	8	7	9	37
2	6	7	7	7	7	34
3	6	6	6	7	8	33
4	8	6	8	6	8	36
5	7	7	8	7	7	36
6	7	6	5	6	8	32
7	8	6	7	7	6	34
8	9	8	7	8	8	40
9	6	7	5	5	7	30
10	6	7	7	8	7	35
11	6	7	6	8	7	34
12	8	9	8	8	8	41
13	6	6	5	6	6	29
14	6	6	6	8	7	33
<b>Promedio</b>	6,79	6,79	7	7,00	7,36	34,57
$\sum x_{ij}$	95	95	93	98	103	484
$\sum x_{ij}^2$	659	655	635	698	767	3414

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum x_{ij})^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 67,486$$



- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 4,3429$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 29,086$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 4$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 69$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1) (a - 1)$$

$$GL (E) = 52$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 1,0857$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 2,2374$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 34,057$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 0,6549$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 1,658$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.8.2**  
**Análisis de varianza del atributo sabor para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	$F_{\text{cal}}$	$F_{\text{tab}}$
Entre muestras	4	4	1,086	1,658	2,550
Entre jueces	29	13	2,237	3,416	1,913
Error	34	52	0,655		
Total	67,486	69			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.8.2, se observa que  $F_{\text{cal}} < F_{\text{tab}}$  por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras. No se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO C.9

### ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

En la tabla C.9.1, se muestran los resultados obtenidos de la evaluación sensorial cereal saborizado para el atributo textura.

**Tabla C.9.1**  
**Evaluación sensorial del atributo textura para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

N° de Jueces	Muestras (escala hedónica)					$\sum x_j$
	M <sub>1</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>8</sub>	
1	6	7	8	6	8	35
2	6	6	7	6	7	32
3	7	6	6	7	7	33
4	8	7	6	9	8	38
5	7	7	7	8	7	36
6	8	6	6	7	8	35
7	7	6	7	6	6	32
8	8	7	6	7	8	36
9	5	7	7	8	8	35
10	7	7	6	8	7	35
11	6	7	6	7	8	34
12	6	7	7	9	8	37
13	4	7	4	7	7	29
14	6	6	5	8	9	34,
<b>Promedio</b>	6,50	6,64	6,00	7,36	7,57	34,36
$\sum x_{ij}$	91	93	88	103	106	481
$\sum x_{ij}^2$	609	621	566	771	810	3377

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el Anexo C.1; se realizó el cálculo del análisis de la varianza de los diferentes tratamientos

- **Suma de cuadrados totales**

$$SC(T) = \sum X_{ij}^2 - \frac{(\sum x_j)^2}{a \cdot b}$$

$$SC(T) = 71,843$$

- **Suma de cuadrados entre los tratamientos.**

$$SC (\text{Trat.}) = \frac{\sum X_i^2}{b} - \frac{(X_0)^2}{b+a}$$

$$SC (\text{Trat.}) = 178,629$$

- **Suma de cuadrados entre jueces**

$$SC (J) = \frac{\sum X_j^2}{a} - \frac{(X_0)^2}{a+b}$$

$$SC (J) = 13,843$$

- **Grados de libertad de tratamiento**

$$GL (\text{Trat.}) = a - 1$$

$$GL (\text{Trat.}) = 4$$

- **Grados de libertad de jueces**

$$GL (J) = b - 1$$

$$GL (J) = 13$$

- **Grados de libertad del total**

$$GL (T) = a*b - 1$$

$$GL (T) = 69$$

- **Grados de libertad del error**

$$GL (E) = (b - 1)(a - 1)$$

$$GL (E) = 52$$

- **Cuadrado medio del tratamiento**

$$CM (\text{Trat.}) = \frac{SC (\text{trat.})}{GL (\text{trat.})}$$

$$CM (\text{Trat.}) = 4,4071$$

- **Cuadrado medio de jueces**

$$CM (J) = \frac{SC (J)}{GL (J)}$$

$$CM (J) = 1,0648$$

- **Suma de cuadrado del error**

$$SC (E) = SC (T) - SC (\text{Trat.}) - SC (J)$$

$$SC (E) = 40,371$$

- **Cuadrado medio del error**

$$CM (E) = \frac{SC (E)}{GL (E)}$$

$$CM (E) = 0,7764$$

- **Siendo F calculado**

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = \frac{CM(\text{Trat})}{CM(E)}$$

$$F_{\text{Calculado de tratamiento}} = 5,677$$

Para estimar el valor de  $F_{\text{tab}}$ , se recurrió a la tabla de Fisher (Anexo E).

**Tabla C.9.2**  
**Análisis de varianza del atributo textura para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Fuente de variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	17,629	4	4,407	5,677	2,550
Entre jueces	13,843	13	1,065	1,372	1,913
Error	40,371	52	0,776		
Total	71,843	69			

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla C.9.2, se observa que  $F_{\text{cal}}$  es mayor que  $F_{\text{tab}}$  por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras. Se desarrolla la prueba de Duncan.

### DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

Determinar el valor de la Varianza Muestral  $S^2/y$

$$S^2/y = \sqrt{CME/b}$$

$$S^2/y = 0,23549$$

- Hallar los valores de 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:

$$ALS(D) = ASE(D) * S_y$$

**Tabla C.9.3**  
**Amplitudes estudiantizadas y límites de Significancia de Duncan**

Número de promedios	AES (D)	ALS (D) = AES(D)Sy
2	2,84	0,669379
3	3,01	0,707646
4	3,09	0,727270
5	3,15	0,742380

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.9.4**  
**Ordenamiento de los promedios en la dosificación final del líquido de cobertura**

Muestras	Promedios
M6	6,286
M1	6,500
M4	6,643
M7	7,357
M8	7,571

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla C.9.5**  
**Análisis estadístico de Duncan del atributo textura para elegir la dosificación final del líquido de cobertura**

Tratamientos	Análisis de los valores			Efectos
M5-M4	0,214	<	0,67	No hay diferencia
M5-M2	0,928	>	0,71	Si hay diferencia
M5-M1	1,071	>	0,73	Si hay diferencia
M5-M3	1,285	>	0,74	Si hay diferencia
M4-M2	0,714	<	0,71	Si hay diferencia
M4-M1	0,857	>	0,77	Si hay diferencia
M4-M3	1,071	>	0,77	Si hay diferencia
M2-M1	0,143	>	0,67	No hay diferencia
M2-M3	0,357	<	0,71	No hay diferencia
M1-M3	0,214	<	0,73	No hay diferencia

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO D**  
**RESULTADOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL**

## ANEXO D.1

### REPRESENTACIÓN DE LA MATRIZ EXPERIMENTAL 2<sup>3</sup>

Según (Ramírez, 2008) para desarrollar el análisis del diseño experimental planteado, se siguió el presente procedimiento. Donde el diseño experimental que cuenta con dos niveles y tres factores de estudio, puede ser representado en una matriz experimental combinada entre símbolos geométricos y letras minúsculas para denotar las combinaciones de tratamientos de un experimento 2<sup>3</sup> de 8 corridas que se puntualizan en la tabla D1.1, donde k = 3 factores,.

**Tabla D.1.1**  
**Representación de la matriz experimental 2<sup>3</sup>**

Corridas	Combinaciones De tratamientos	Factores			Interacción de los efectos				Respuestas
		a	b	c	ab	ac	bc	abc	Y <sub>i</sub>
1	1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	Y <sub>1</sub>
2	a	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	Y <sub>2</sub>
3	b	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	Y <sub>3</sub>
4	ab	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	Y <sub>4</sub>
5	c	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	Y <sub>5</sub>
6	ac	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	Y <sub>6</sub>
7	bc	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	Y <sub>7</sub>
8	abc	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	Y <sub>8</sub>

**Fuente:** (Ramírez, 2008)

### ENCONTRANDO LOS CONTRASTES PARA LOS EFECTOS PRINCIPALES E INTERACCIONES

La suma de los cuadrados de los efectos pueden ser fácilmente obtenidas: ya que a cada una le corresponde un contraste y un solo grado de libertad. Por lo tanto, la suma de cuadrados para cualquier efecto de un diseño 2<sup>3</sup> con “n” replicas, vendrá dada por el contraste correspondiente al cuadrado entre el total de las observaciones:

$$SS = \frac{(\text{contraste})^2}{8n}$$



Entonces la suma de cuadrados para los efectos principales e interacciones son las siguientes.

Suma de cuadrados del factor A:

$$SS(A) = \frac{(\text{contraste } A)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados del factor B:

$$SS(B) = \frac{(\text{contraste } B)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados del factor C:

$$SS(C) = \frac{(\text{contraste } C)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores AB:

$$SS(AB) = \frac{(\text{contraste } AB)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores AC:

$$SS(AC) = \frac{(\text{contraste } AC)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores BC:

$$SS(BC) = \frac{(\text{contraste } BC)^2}{8n}$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores ABC:

$$SS(ABC) = \frac{(\text{contraste } ABC)^2}{8n}$$

**Suma de cuadrados del total de los factores T:**

$$SS(T) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 Y_{ijkl}^2 - \frac{T^2}{8n}$$

**La suma de cuadrados del error de los factores E:**

$$SS(E) = SS(T) - SS(A) - SS(B) - SS(C) - SS(AB) - SS(AC) - SS(BC) - SS(ABC)$$

## **REPRESENTACIÓN DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANVA) EN EL DISEÑO $2^3$**

En la tabla D.1.2, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para un diseño factorial de  $2^3$ , en base a la aplicación de la prueba estadística de Fisher (F).

**Tabla D.1.2**  
**ANVA para el diseño factorial 2<sup>3</sup>**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medio (CM)</b>	<b>(Fcal)</b>	<b>(Ftab)</b>
TOTAL	SS (T)	n 2 <sup>3</sup> -1			
Factor A	SS (A)	(a-1)	$CM(A) = \frac{SS(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(A)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor B	SS (B)	(b-1)	$CM(B) = \frac{SS(B)}{(b-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(B)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor AB	SS (C)	(c-1)	$CM(AB) = \frac{SS(AB)}{(ab-1)}$	$\frac{CM(AB)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(AB)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción C	SS (AB)	(ab-1)	$CM(C) = \frac{SS(C)}{(c-1)}$	$\frac{CM(C)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(C)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción AC	SS (AC)	(ac-1)	$CM(AC) = \frac{SS(AC)}{(ac-1)}$	$\frac{CM(AC)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(AC)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción BC	SS (BC)	(bc-1)	$CM(BC) = \frac{SS(BC)}{(bc-1)}$	$\frac{CM(BC)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(BC)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción ABC	SS (ABC)	(abc-1)	$CM(ABC) = \frac{SS(ABC)}{(abc-1)}$	$\frac{CM(ABC)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SS(ABC)}}{GL_{SS(E)}}$
Error experimental	SS (E)	(r2 <sup>k</sup> -1) (2-1)	$CM(E) = \frac{SS(E)}{(e-1)}$		

**Fuente:** Elaboración propia

## ALGORITMO DE YATES PARA UN DISEÑO FACTORIAL 2<sup>3</sup>

Como se pudo observar en la construcción de la tabla de ANVA, para encontrar los contrastes sumas de cuadrados de los efectos, los métodos utilizados anteriormente resultan muy tediosos cuando k crece, incluyendo la tabla de signos.

Una técnica eficiente para calcular la estimación de los efectos y las correspondientes sumas de cuadrados de un diseño factorial 2<sup>k</sup> fue propuesta por Yates (1937), el cual se procede a elaborar un cuadro de algoritmos como se muestra en la figura D.1.3.

Donde: C= Columna; R= Respuesta; CT= combinación de tratamientos

**Tabla D.1.3**

**Cuadro de algoritmo de yates para un diseño factorial 2<sup>3</sup>**

CT	R(Yi)		C 1		C 2		C 3	Efectos
<b>1</b>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub> +Y <sub>2</sub>	Y <sub>9</sub>	Y <sub>9</sub> +Y <sub>10</sub>	Y <sub>17</sub>	Y <sub>17</sub> +Y <sub>18</sub>	Y <sub>25</sub>	
<b>a</b>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub> +Y <sub>4</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>11</sub> +Y <sub>12</sub>	Y <sub>18</sub>	Y <sub>19</sub> +Y <sub>20</sub>	Y <sub>26</sub>	Y <sub>26</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>b</b>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>5</sub> +Y <sub>6</sub>	Y <sub>11</sub>	Y <sub>13</sub> +Y <sub>14</sub>	Y <sub>19</sub>	Y <sub>21</sub> +Y <sub>22</sub>	Y <sub>27</sub>	Y <sub>27</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>ab</b>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>7</sub> +Y <sub>8</sub>	Y <sub>12</sub>	Y <sub>15</sub> +Y <sub>16</sub>	Y <sub>20</sub>	Y <sub>23</sub> +Y <sub>24</sub>	Y <sub>28</sub>	Y <sub>28</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>c</b>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>2</sub> -Y <sub>1</sub>	Y <sub>13</sub>	Y <sub>10</sub> -Y <sub>9</sub>	Y <sub>21</sub>	Y <sub>18</sub> -Y <sub>17</sub>	Y <sub>29</sub>	Y <sub>29</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>ac</b>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>4</sub> -Y <sub>3</sub>	Y <sub>14</sub>	Y <sub>12</sub> -Y <sub>11</sub>	Y <sub>22</sub>	Y <sub>20</sub> -Y <sub>19</sub>	Y <sub>30</sub>	Y <sub>30</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>bc</b>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>6</sub> -Y <sub>5</sub>	Y <sub>15</sub>	Y <sub>14</sub> -Y <sub>13</sub>	Y <sub>23</sub>	Y <sub>22</sub> -Y <sub>21</sub>	Y <sub>31</sub>	Y <sub>31</sub> /n2 <sup>k</sup> -1
<b>abc</b>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>8</sub> -Y <sub>7</sub>	Y <sub>16</sub>	Y <sub>16</sub> -Y <sub>15</sub>	Y <sub>24</sub>	Y <sub>24</sub> -Y <sub>23</sub>	Y <sub>32</sub>	Y <sub>32</sub> /n2 <sup>k</sup> -1

**Fuente:** (Yates, 1937)

1.- La primera columna esta compuesta por las combinaciones de los tratamientos en orden estándar.

2.- Luego se coloca una segunda columna llamada “respuesta” que contiene las observaciones (o total de observaciones) correspondientes a las combinaciones de tratamientos del reglón.

3.- Se calcula la columna (1), en la cual la primera mitad de ella, se obtiene sumando los valores de la columna respuesta por pares adyacente (dos a dos) y la primera mitad cambiando el signo del primer valor de cada par de la columna respuesta y sumando los pares adyacentes.

4.- Se crea una columna (2), cual se obtiene a partir de la columna (1) en la misma forma como la columna (1) se obtuvo de la columna respuesta. Y así sucesivamente, se van creando más columnas hasta el número de factores de estudio.

En general para un diseño factorial  $2^k$  deben construirse k columnas de este tipo. Por lo tanto, la columna k es el contraste del efecto representado por las letras minúsculas al comienzo del reglón.

5.- Para obtener la estimación del efecto se dividen los valores de la columna k por  $n2^{k-1}$  y se crea esta columna.

6.- Se obtiene la columna de la suma de cuadrados de los efectos elevando al cuadrado los valores de la columna k, y dividiendo por  $n2^k$ .

## ANEXO D.2

### DISEÑO EXPERIMENTAL

En la tabla D.2.1, se muestra los resultados de análisis de laboratorio para la humedad de las muestras del cereal saborizado de chocolate.

**Tabla D.2.1**

**Resultado de análisis de laboratorio de contenido de humedad del cereal saborizado de chocolate.**

Corridas	Combinaciones De tratamientos	Factores			REPLICA		Respuestas Yi
		TI	C	S	I	II	
1	1	-1	-1	-1	4,83	5,42	10,25
2	TI	+1	-1	-1	5,01	5,17	10,18
3	C	-1	+1	-1	5,45	5,31	10,76
4	TIC	+1	+1	-1	4,82	4,92	9,74
5	S	-1	-1	+1	4,66	4,81	9,47
6	TIS	+1	-1	+1	4,67	4,89	9,56
7	CS	-1	+1	+1	6,4	6,28	12,68
8	TICS	+1	+1	+1	4,62	7,03	11,65
<b>TOTAL</b>							84,29
							7104,8041

Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.2.2, se muestra la matriz del algoritmo de Yates

**Tabla D.2.2**

**Algoritmo de Yates**

Combinación de tratamientos	Respuesta	Cálculo 1	Columna 1	Cálculo 2	Columna 2	Cálculo 3	Columna 3
	(Y <sub>i</sub> )						
<b>I</b>	10,25	10,25+10,18	20,43	20,4+20,5	40,93	40,93+43,36	84,29
<b>TI</b>	10,18	10,76+9,74	20,5	19,03+24,33	43,36	(-1,09)+(-0,94)	-2,03
<b>C</b>	10,76	9,47+9,56	19,03	(-0,07)+(-1,02)	-1,09	0,07+5,3	5,37
<b>TIC</b>	9,74	12,68+11,65	24,33	0,09+(-1,03)	-0,94	(-0,95)+(-1,12)	-2,07
<b>S</b>	9,47	10,18-10,25	-0,07	20,5-20,43	0,07	43,36-40,93	2,43
<b>TIS</b>	9,56	9,74-10,76	-1,02	24,33-19,03	5,3	(-0,94)-(-1,09)	0,15
<b>CS</b>	12,68	9,56-9,47	0,09	(-1,02)-(-0,07)	-0,95	5,3-0,07	5,23
<b>TICS</b>	11,65	11,65-12,68	-1,03	(-103)-0,09	-1,12	(-1,12)-(-0,95)	-0,17

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo al anexo D.1; se realizaron los siguientes cálculos del diseño experimental de las muestras del cereal saborizado de chocolate.

Suma de cuadrados del factor T1:

$$SS (T1) = \frac{(\text{contraste } A)^2}{8n} = 0,25755625$$

Suma de cuadrados del factor C:

$$SS (C) = \frac{(\text{contraste } B)^2}{8n} = 1,80230625$$

Suma de cuadrados del factor S:

$$SS (S) = \frac{(\text{contraste } C)^2}{8n} = 0,26780625$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores TIC:

$$SS (TIC) = \frac{(\text{contraste } AB)^2}{8n} = 0,36905625$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores TIS:

$$SS (TIS) = \frac{(\text{contraste } AC)^2}{8n} = 0,00140625$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores CS:

$$SS (CS) = \frac{(\text{contraste } BC)^2}{8n} = 1,70955625$$

Suma de cuadrados de la interacción de los factores TICS:

$$SS (TICS) = \frac{(\text{contraste } ABC)^2}{8n} = 0,00180625$$

Suma de cuadrados del total de los factores t:

$$SS (T) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 Y_{ijkl}^2 - \frac{T^2}{8n} = 7.5578$$

La suma de cuadrados del error de los factores E:



$$SS(E) = SS(T) - SS(A) - SS(B) - SS(C) - SS(AB) - SS(AC) - SS(BC) - SS(ABC)$$

$$SS(E) = 3,14830625$$

Suma De Grados De Libertad

$$GL(TI) = TI - 1 = 1$$

$$GL(C) = C - 1 = 1$$

$$GL(S) = S - 1 = 1$$

$$GL(TIC) = TIC - 1 = 1$$

$$GL(TIS) = TIS - 1 = 1$$

$$GL(CS) = CS - 1 = 1$$

$$GL(TICS) = TICS - 1 = 1$$

$$GL(T) = n^2 - 1 = 15$$

$$GL(\text{Error}) = 8$$

Suma de cuadrados medios

$$CM(TI) = SS(TI)/(ti-1) = 0,25755625$$

$$CM(C) = SS(C)/(c-1) = 1,80230625$$

$$CM(S) = SS(S)/(s-1) = 0,878053279$$

$$CM(TIC) = SS(TIC)/(tic-1) = 0,36905625$$

$$CM(TIS) = SS(TIS)/(tis-1) = 0,004610656$$

$$CM(CS) = SS(CS)/(cs-1) = 1,70955625$$

$$CM(TICS) = SS(TICS)/(tics-1) = 0,00180625$$

$$CM(\text{Error}) = SS(TI)/(ti-1) = 0,305$$

Determinando Fisher Calculado

$$F_{cal}(TI) = \frac{CM_{TI}}{CM_{\text{Error}}} = 0,844446721$$

$$F_{cal}(C) = CM_{TI}/CM_{Error} = 5,90920082$$

$$F_{cal}(S) = CM_{TI}/CM_{Error} = 0,878053279$$

$$F_{cal}(TIC) = CM_{TI}/CM_{Error} = 1,210020492$$

$$F_{cal}(TIS) = CM_{TI}/CM_{Error} = 0,004610656$$

$$F_{cal}(CS) = CM_{TI}/CM_{Error} = 5,605102459$$

$$F_{cal}(TICS) = CM_{TI}/CM_{Error} = 0,005922131$$

En la tabla D.2.3, se muestra el análisis de la varianza el cereal saborizado de chocolate

**Tabla D.2.3**  
**Análisis de la varianza del cereal saborizado de chocolate**

<b>Fuente de Variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadrados medio (CM)</b>	<b>(Fcal)</b>	<b>(Ftab)</b>
TOTAL	7,5578	15			
Factor T	0,2575	1	0,2575	0,8444	5,32
Factor C	1,8023	1	1,8023	5,9092	5,32
Interacción TIC	0,2678	1	0,2678	0,8780	5,32
Factor S	0,3690	1	0,36905	1,2100	5,32
Interacción TIS	0,0014	1	0,00140	0,0046	5,32
Interacción CS	1,7095	1	1,7095	5,6051	5,32
Interacción TICS	0,0018	1	0,0018	0,0059	5,32
Error experimental	2,4400	8	0,305		

**Fuente:** Elaboración propia

**ANEXO E**

**TABLAS DE ANÁLISIS DE VARIANZA**

**ANEXO F**  
**FOTOGRAFÍAS**

**ANEXO F.1.**

**Fotografía 1  
Secador manual**



**Fotografía 2  
Balanza analítica digital 1**



**Fotografía 3  
Quemador de llama**



**Fotografía 4  
Balanza analítica digital 2**



**Fotografía 5  
Selladora eléctrica**



**Fotografía 6  
Selladora eléctrica**



**Fotografía 7**  
**Panel del extrusor**



**Fotografía 8**  
**Ajuste de cuchillas giratorias**



**Fotografía 9**  
**Termómetro digital infrarrojo**



**Fotografía 10**  
**Espátulas**



**Fotografía 11**  
**Tolva receptora**



**Fotografía 12**  
**Tamiz plástico**



**Fotografía 13**  
**Mezclado**



**Fotografía 14**  
**Acondicionado del extrusor**



**Fotografía 15**  
**Extruido**



**Fotografía 16**  
**Cacao en polvo**



**Fotografía 17**  
**Cacao en polvo**



**Fotografía 18**  
**Cacao en polvo**



**Fotografía 19**  
**Cereal saborizado de chocolate**

