

**ANEXO I**

**ANEXO I.A**

**Test de evaluación sensorial en escala hedónica para determinar la dosificación de ingredientes**

**Lugar:** \_\_\_\_\_ **Nombre:** \_\_\_\_\_  
**Producto:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Sírvase degustar las muestras en el orden que se presentan, e indique su nivel de agrado o desagrado con cada muestra, según la escala adjunta.

- 1: me disgusta extremadamente
- 2: me disgusta mucho
- 3: me disgusta moderadamente
- 4: me disgusta levemente
- 5: no me gusta ni me disgusta
- 6: me gusta levemente
- 7: me gusta moderadamente
- 8: me gusta mucho
- 9: me gusta extremadamente

MUESTRAS	CARACTERÍSTICA				
	APARIENCIA	COLOR	AROMA	SABOR GENERAL	CONSISTENCIA GENERAL
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:**

-----  
-----

**¡Gracias!**

## ANEXO I.B

### Test de evaluación sensorial en escala hedónica de 5 puntos para el Producto final

Test de evaluación	Prueba gráfica de caritas	Fecha:			
Nombre del catador:					
Producto:					
Característica:					
Indicaciones: Indique con (X) en el cuadro de resultados en función a la representación de caritas, según la intensidad que usted siente satisfacción.					
CÓDIGO DE CARITAS	<b>RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN</b>				
					
Apariencia					
Color					
Aroma					
Sabor general					
Consistencia general					
Aceptación general <small>(5 = excelente hasta 1= pésimo)</small>					
Observaciones					

## ANEXO II

### ANEXO II.A

#### Evaluación sensorial para determinar la dosificación de ingredientes

Jueces	Muestras	Apariencia	Color	Aroma	Sabor	Consistencia
1	M <sub>1</sub>	7	6	8	6	6
1	M <sub>2</sub>	6	7	5	6	7
1	M <sub>3</sub>	7	7	7	8	8
1	M <sub>4</sub>	6	6	7	7	7
1	M <sub>5</sub>	6	6	6	6	6
1	M <sub>6</sub>	8	7	8	8	7
1	M <sub>7</sub>	7	8	8	8	8
1	M <sub>8</sub>	7	7	6	7	8
2	M <sub>1</sub>	8	6	6	9	9
2	M <sub>2</sub>	2	5	6	9	6
2	M <sub>3</sub>	3	7	9	6	6
2	M <sub>4</sub>	7	4	7	6	6
2	M <sub>5</sub>	6	3	6	8	7
2	M <sub>6</sub>	9	9	8	8	9
2	M <sub>7</sub>	4	2	6	6	8
2	M <sub>8</sub>	5	8	6	7	6
3	M <sub>1</sub>	7	7	6	7	7
3	M <sub>2</sub>	8	5	6	6	6
3	M <sub>3</sub>	7	5	6	6	7
3	M <sub>4</sub>	6	7	6	5	6
3	M <sub>5</sub>	7	7	7	6	8
3	M <sub>6</sub>	8	6	8	7	7
3	M <sub>7</sub>	8	5	8	8	6
3	M <sub>8</sub>	9	7	7	8	7
4	M <sub>1</sub>	3	3	4	3	3
4	M <sub>2</sub>	4	4	4	4	4
4	M <sub>3</sub>	3	4	4	4	3
4	M <sub>4</sub>	4	4	4	4	3
4	M <sub>5</sub>	8	6	7	7	7
4	M <sub>6</sub>	8	6	8	6	8
4	M <sub>7</sub>	8	7	8	7	6
4	M <sub>8</sub>	8	8	7	8	7

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

9	M <sub>5</sub>	9	9	9	9	9
9	M <sub>6</sub>	9	9	9	9	9
9	M <sub>7</sub>	9	9	9	9	9
9	M <sub>8</sub>	9	9	9	9	9
10	M <sub>1</sub>	7	5	5	6	5
10	M <sub>2</sub>	5	7	7	7	5
10	M <sub>3</sub>	6	6	8	5	6
10	M <sub>4</sub>	7	7	8	7	7
10	M <sub>5</sub>	6	8	8	8	8
10	M <sub>6</sub>	7	8	8	8	8
10	M <sub>7</sub>	6	5	7	6	7
10	M <sub>8</sub>	7	5	8	8	8
11	M <sub>1</sub>	7	2	4	6	4
11	M <sub>2</sub>	5	3	3	7	5
11	M <sub>3</sub>	5	6	6	5	6
11	M <sub>4</sub>	4	5	5	4	7
11	M <sub>5</sub>	2	7	8	8	9
11	M <sub>6</sub>	6	8	8	8	9
11	M <sub>7</sub>	8	7	5	9	5
11	M <sub>8</sub>	9	6	9	6	2
12	M <sub>1</sub>	6	5	5	5	8
12	M <sub>2</sub>	4	5	5	5	8
12	M <sub>3</sub>	4	5	5	5	8
12	M <sub>4</sub>	6	5	5	8	8
12	M <sub>5</sub>	6	5	8	8	8
12	M <sub>6</sub>	7	6	7	8	8
12	M <sub>7</sub>	7	7	7	8	8
12	M <sub>8</sub>	7	8	8	8	8
13	M <sub>1</sub>	4	5	5	5	7
13	M <sub>2</sub>	5	6	6	6	8
13	M <sub>3</sub>	6	7	8	7	6
13	M <sub>4</sub>	8	8	4	6	7
13	M <sub>5</sub>	5	6	8	8	5
13	M <sub>6</sub>	7	5	6	7	6
13	M <sub>7</sub>	8	4	7	7	5
13	M <sub>8</sub>	7	4	9	7	7

14	M <sub>1</sub>	7	7	6	6	6
14	M <sub>2</sub>	7	7	7	5	5
14	M <sub>3</sub>	8	8	8	6	7
14	M <sub>4</sub>	7	7	6	7	7
14	M <sub>5</sub>	6	7	8	6	7
14	M <sub>6</sub>	6	7	8	7	7
14	M <sub>7</sub>	6	7	6	6	7
14	M <sub>8</sub>	7	6	7	8	7
15	M <sub>1</sub>	4	5	3	6	7
15	M <sub>2</sub>	7	5	4	7	3
15	M <sub>3</sub>	7	6	6	5	2
15	M <sub>4</sub>	8	7	7	8	8
15	M <sub>5</sub>	6	5	6	8	8
15	M <sub>6</sub>	5	6	9	8	7
15	M <sub>7</sub>	7	5	5	9	9
15	M <sub>8</sub>	8	8	9	7	8
16	M <sub>1</sub>	8	9	9	7	8
16	M <sub>2</sub>	8	9	8	8	9
16	M <sub>3</sub>	8	9	8	9	8
16	M <sub>4</sub>	8	9	9	9	9
16	M <sub>5</sub>	7	7	7	7	8
16	M <sub>6</sub>	7	7	7	7	8
16	M <sub>7</sub>	7	7	7	7	8
16	M <sub>8</sub>	7	6	6	6	8
17	M <sub>1</sub>	5	4	8	7	6
17	M <sub>2</sub>	5	5	7	6	7
17	M <sub>3</sub>	7	6	7	8	8
17	M <sub>4</sub>	7	6	7	6	7
17	M <sub>5</sub>	6	8	7	7	7
17	M <sub>6</sub>	8	7	6	7	8
17	M <sub>7</sub>	7	5	8	7	8
17	M <sub>8</sub>	6	6	7	7	6
18	M <sub>1</sub>	9	9	8	8	9
18	M <sub>2</sub>	9	8	9	9	9
18	M <sub>3</sub>	8	8	9	8	8
18	M <sub>4</sub>	8	8	7	7	8

18	M <sub>5</sub>	7	6	8	7	7
18	M <sub>6</sub>	6	7	7	7	6
18	M <sub>7</sub>	9	9	9	9	9
18	M <sub>8</sub>	9	8	9	7	8
19	M <sub>1</sub>	7	7	7	7	7
19	M <sub>2</sub>	6	7	7	7	7
19	M <sub>3</sub>	7	7	8	8	8
19	M <sub>4</sub>	8	7	7	6	7
19	M <sub>5</sub>	7	7	6	6	7
19	M <sub>6</sub>	7	7	7	8	8
19	M <sub>7</sub>	7	6	6	7	7
19	M <sub>8</sub>	6	8	7	7	7
20	M <sub>1</sub>	4	8	8	8	6
20	M <sub>2</sub>	5	6	7	6	5
20	M <sub>3</sub>	8	6	9	9	8
20	M <sub>4</sub>	6	7	8	6	5
20	M <sub>5</sub>	5	5	7	7	6
20	M <sub>6</sub>	6	7	8	7	5
20	M <sub>7</sub>	8	7	8	5	6
20	M <sub>8</sub>	5	4	5	6	5

**Fuente:** Elaboración propia

## **ANEXO III**

### **ANEXO III.A**

#### **Análisis de varianza y pruebas de Duncan**

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

##### **1. Planteamiento de hipótesis**

Hp: No hay diferencia entre los tratamientos (muestras).

Ha: Al menos una muestra es diferente de las demás.

##### **2. Nivel de significación del 0.05 (95%)**

##### **3. Prueba de Significancia o tipo de prueba: "Fisher y Duncan"**

##### **4. Suposiciones:**

Los datos (muestras) siguen una distribución Normal ( $\sim N$ )

Los datos (muestras) son extraídos aleatoriamente de un muestreo al azar

##### **5. Construcción del cuadro de ANVA y criterios de decisión:**

Para realizar la construcción del cuadro de ANVA, se debe tomar en cuenta las expresiones matemáticas citadas a continuación:

##### **❖ Suma de cuadrados de los tratamientos SC(T):**

$$SC(T) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - \frac{(Y_{..})^2}{na}$$

##### **○ Ecuación alternativa:**

$$SC(T) = \sum_{j=1}^n Y_j^2 - \frac{(Y_{..})^2}{na}$$

❖ **Suma de cuadrados de los tratamientos SC(A):**

$$SC(A) = \frac{\sum Y_j^2}{n} - \frac{(Y_{..})^2}{na}$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces SC(B):**

$$SC(B) = \frac{\sum Y_i^2}{a} - \frac{(Y_{..})^2}{na}$$

Dónde:

a = Es el número de tratamientos o muestras

n = Es el número de jueces

❖ **Suma de cuadrados del error SC(E):**

$$SC(E) = SC(T) - SC(A) - SC(B)$$

**Cuadro 1:** ANVA para el diseño completamente al azar cuando los tamaños de los tratamientos son iguales

FUENTE DE VARIACIÓN (FV)	SUMA DE CUADRADOS (SC)	GRADOS DE LIBERTAD (GL)	CUADRADOS MEDIOS (CM)	FISHER CALCULADO (FCAL)	FISHER TABULADO (FTAB)
<b>Total</b>	$SC(T)$	$na - 1$			
<b>Muestras (A)</b>	$SC(A)$	$(a - 1)$	$CM(A) = \frac{SC(A)}{(a - 1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SC(A)}}{GL_{SC(E)}}$
<b>Jueces (B)</b>	$SC(B)$	$(n - 1)$	$CM(B) = \frac{SC(B)}{(n - 1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{GL_{SC(B)}}{GL_{SC(E)}}$
<b>Error</b>	$SC(E)$	$(a - 1)(n - 1)$	$CM(E) = \frac{SC(E)}{(n - 1)(a - 1)}$		

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

Se acepta la  $H_0$  si  $F_{cal} < F_{tab}$  (no se realiza la prueba de Duncan)

Se rechaza la  $H_0$  si  $F_{cal} > F_{tab}$  (se realiza la prueba de Duncan)

## 6. Desarrollo de la prueba estadística de (Duncan)

Se establecen los criterios de aceptación o rechazo:

- Se acepta la  $H_0$  si la diferencia de promedios entre muestras es  $\leq$  que el límite de significación de Duncan [ALS(D)]
- Se rechaza la  $H_0$  si la diferencia de promedios entre muestras es  $\geq$  que el [ALS(D)]

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

$$\frac{s^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}}$$

Para hallar las Amplitudes Estudianzadas de Duncan AES (D) con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , Grados de libertad (GLE) y p, que es el número de promedios que están involucrados en la comparación de dos tratamientos después que los promedios de tratamientos han sido ordenados según su magnitud (Ureña et, 1999)

- ❖ Ecuación para calcular las amplitudes del ALS(D)

$$ALS(D) = AES(D) * (S^2/y)$$

- ❖ Ordenar los promedios del tratamiento en forma progresiva
- ❖ Efectuar la prueba de diferencias.

## ANEXO III.B

En la tabla III.B.1 se muestra la evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la dosificación de ingredientes.

**Tabla III.B.1**

**Resultados de la evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la dosificación de ingredientes**

Jueces	Muestras								$\sum y_i$
	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	7	6	7	6	6	8	7	7	54
2	8	2	3	7	6	9	4	5	44
3	7	8	7	6	7	8	8	9	60
4	3	4	3	4	8	8	8	8	46
5	8	8	8	8	7	8	8	8	63
6	8	6	5	6	7	6	5	7	50
7	7	7	7	7	8	7	7	8	58
8	6	6	8	6	8	9	8	8	59
9	6	7	9	9	9	9	9	9	67
10	7	5	6	7	6	7	6	7	51
11	7	5	5	4	2	6	8	9	46
12	6	4	4	6	6	7	7	7	47
13	4	5	6	8	5	7	8	7	50
14	7	7	8	7	6	6	6	7	54
15	4	7	7	8	6	5	7	8	52
16	8	8	8	8	7	7	7	7	60
17	5	5	7	7	6	8	7	6	51
18	9	9	8	8	7	6	9	9	65
19	7	6	7	8	7	7	7	6	55
20	4	5	8	6	5	6	8	5	47
$\sum y_j$	128	120	131	136	129	144	144	147	<b>1079</b>
$\bar{y}$	6,4	6	6,55	6,8	6,45	7,2	7,2	7,35	<b>53,95</b>
$\sum y_j^2$	870	774	915	958	873	1062	1066	1109	<b>7627</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla III.B.2**

**Análisis de varianza del atributo apariencia para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub> (α=0.05)</b>
<b>Total</b>	350,494	159			
<b>Muestras (A)</b>	31,644	7	4,5205	2,8531	2.0875
<b>Jueces (B)</b>	108,119	19	5,6905	3,5915	1.6738
<b>Error</b>	210,731	133	1,5844		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla III.B.2,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2.8531 > 2.0875$ ) para los tratamientos. Por lo tanto, se realiza la prueba de Duncan.

Cálculo del valor de la varianza:

$$\frac{s^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{1,5844}{20}} = 0.2815$$

Encontrando los valores de las Amplitudes Estudianzadas de Duncan y los límites de Significancia de Duncan; con los grados de libertad del error y el nivel de significación 0.05; para cada número de promedios del ordenamiento.

**Tabla III.B.3**

**Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

Numero de promedios	AES (D)	ALS (D)
2	2,7985	0,7877
3	2,9455	0,8290
4	3,0435	0,8566
5	3,1146	0,8766
6	3,1706	0,8924
7	3,2157	0,9051
8	3,2528	0,9155

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.B.4, se muestra los valores promedios de los tratamientos o muestras ordenadas de mayor a menor, obtenidos en la Tabla III.B.1

**Tabla III.B.4**

M <sub>8</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
7,35	7,2	7,2	6,8	6,55	6,45	6,4	6

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.B.5, se comprueba la existencia de diferencias significativas, en base a los datos de la tabla III.B.3 y III.B.4

**Tabla III.B.5**

**Prueba de Duncan del atributo apariencia para la dosificación de ingredientes**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de Valores</b>	<b>Efectos</b>
M <sub>8</sub> - M <sub>7</sub>	$7,35-7,2 = 0,15 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>6</sub>	$7,35-7,2 = 0,15 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>4</sub>	$7,35-6,8 = 0,55 < 0,857$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>3</sub>	$7,35-6,55 = 0,8 < 0,877$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>5</sub>	$7,35-6,45 = 0,9 > 0,892$	Si hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>1</sub>	$7,35-6,4 = 0,95 > 0,905$	Si hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>2</sub>	$7,35-6 = 1,35 > 0,916$	Si hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>6</sub>	$7,2-7,2 = 0,00 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>4</sub>	$7,2-6,8 = 0,4 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>3</sub>	$7,2-6,55 = 0,65 < 0,857$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>5</sub>	$7,2-6,45 = 0,75 < 0,877$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>1</sub>	$7,2-6,4 = 0,8 < 0,892$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>2</sub>	$7,2-6 = 1,2 > 0,905$	Si hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>4</sub>	$7,2-6,8 = 0,4 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>3</sub>	$7,2-6,55 = 0,65 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>5</sub>	$7,2-6,45 = 0,75 < 0,857$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>1</sub>	$7,2-6,4 = 0,8 < 0,877$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>2</sub>	$7,2-6 = 1,2 > 0,892$	Si hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>3</sub>	$6,8-6,55 = 0,25 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>5</sub>	$6,8-6,45 = 0,35 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>1</sub>	$6,8-6,4 = 0,4 < 0,857$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>2</sub>	$6,8-6 = 0,8 < 0,877$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>5</sub>	$6,55-6,45 = 0,1 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>1</sub>	$6,55-6,4 = 0,15 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>2</sub>	$6,55-6 = 0,55 < 0,857$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>1</sub>	$6,45-6,4 = 0,05 < 0,788$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>2</sub>	$6,45-6 = 0,45 < 0,829$	No hay diferencia significativa
M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	$6,4-6 = 0,4 < 0,788$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

### ANEXO III.C

En la tabla III.C.1 se muestra la evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes.

**Tabla III.C.1**

**Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes**

Jueces	Muestras								$\sum y_i$
	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	6	7	7	6	6	7	8	7	54
2	6	5	7	4	3	9	2	8	44
3	7	5	5	7	7	6	5	7	49
4	3	4	4	4	6	6	7	8	42
5	8	7	7	8	8	7	8	8	61
6	7	5	6	5	7	6	5	7	48
7	7	7	7	7	8	7	8	8	59
8	7	7	7	6	9	9	8	8	61
9	6	7	9	9	9	9	9	9	67
10	5	7	6	7	8	8	5	5	51
11	2	3	6	5	7	8	7	6	44
12	5	5	5	5	5	6	7	8	46
13	5	6	7	8	6	5	4	4	45
14	7	7	8	7	7	7	7	6	56
15	5	5	6	7	5	6	5	8	47
16	9	9	9	9	7	7	7	6	63
17	4	5	6	6	8	7	5	6	47
18	9	8	8	8	6	7	9	8	63
19	7	7	7	7	7	7	6	8	56
20	8	6	6	7	5	7	7	4	50
$\sum y_j$	123	122	133	132	134	141	129	139	<b>1053</b>
$\bar{y}$	6,15	6,1	6,65	6,6	6,7	7,05	6,45	6,95	<b>52,65</b>
$\sum y_j^2$	821	784	915	912	940	1017	893	1005	<b>56539</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla III.C.2**

**Análisis de varianza del atributo color para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>F<sub>tab</sub> (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
<b>Total</b>	356,944	159			
<b>Muestras (A)</b>	16,194	7	2,3134	1,5126	2.0875
<b>Jueces (B)</b>	137,319	19	7,2273	4,7253	1.6738
<b>Error</b>	203,421	133	1,5295		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla III.C.2,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.5126 < 2.0875$ ) para los tratamientos. Por lo tanto, no se realiza la prueba de Duncan.

### ANEXO III.D

En la tabla III.D.1 se muestra la evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la dosificación de ingredientes.

**Tabla III.D.1**

**Resultados de la evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la dosificación de ingredientes**

Jueces	Muestras								$\sum y_i$
	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	5	7	7	6	8	8	6	55
2	6	6	9	7	6	8	6	6	54
3	6	6	6	6	7	8	8	7	54
4	4	4	4	4	7	8	8	7	46
5	7	8	7	7	7	7	8	7	58
6	8	6	7	5	8	8	5	6	53
7	8	8	8	7	8	7	7	8	61
8	7	6	7	7	9	9	8	8	61
9	8	8	9	9	9	9	9	9	70
10	5	7	8	8	8	8	7	8	59
11	4	3	6	5	8	8	5	9	48
12	5	5	5	5	8	7	7	8	50
13	5	6	8	4	8	6	7	9	53
14	6	7	8	6	8	8	6	7	56
15	3	4	6	7	6	9	5	9	49
16	9	8	8	9	7	7	7	6	61
17	8	7	7	7	7	6	8	7	57
18	8	9	9	7	8	7	9	9	66
19	7	7	8	7	6	7	6	7	55
20	8	7	9	8	7	8	8	5	60
$\sum y_i$	130	127	146	132	148	153	142	148	<b>1126</b>
$\bar{y}$	6,5	6,35	7,3	6,6	7,4	7,65	7,1	7,4	<b>56,3</b>
$\sum y_i^2$	900	853	1102	910	1112	1185	1038	1124	<b>64070</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla III.D.2**

**Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F<sub>cal</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub> (α=0.05)</b>
<b>Total</b>	299,775	159			
<b>Muestras (A)</b>	33,275	7	4,7536	3,4742	2.0875
<b>Jueces (B)</b>	84,525	19	4,4487	3,2514	1.6738
<b>Error</b>	181,975	133	1,3682		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla III.D.2,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $3.4742 > 2.0875$ ) para los tratamientos. Por lo tanto, se realiza la prueba de Duncan.

Cálculo del valor de la varianza:

$$\frac{s^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{1,3682}{20}} = 0.2616$$

Encontrando los valores de las Amplitudes Estudianzadas de Duncan y los límites de Significancia de Duncan; con los grados de libertad del error y el nivel de significación 0.05; para cada número de promedios del ordenamiento.

**Tabla III.D.3**

**Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

<b>Numero de promedios</b>	<b>AES (D)</b>	<b>ALS (D)</b>
2	2,7985	0,7320
3	2,9455	0,7704
4	3,0435	0,7960
5	3,1146	0,8146
6	3,1706	0,8293
7	3,2157	0,8411
8	3,2528	0,8508

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.D.4, se muestra los valores promedios de los tratamientos o muestras ordenadas de mayor a menor, obtenidos en la Tabla III.D.1

**Tabla III.D.4**

**Valores promedios de los tratamientos o muestras**

<b>M<sub>6</sub></b>	<b>M<sub>8</sub></b>	<b>M<sub>5</sub></b>	<b>M<sub>3</sub></b>	<b>M<sub>7</sub></b>	<b>M<sub>4</sub></b>	<b>M<sub>1</sub></b>	<b>M<sub>2</sub></b>
7,65	7,4	7,4	7,3	7,1	6,6	6,5	6,35

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.D.5, se comprueba la existencia de diferencias significativas, en base a los datos de la tabla III.D.3 y III.D.4

**Tabla III.D.5**

**Prueba de Duncan del atributo aroma para la dosificación de ingredientes**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de Valores</b>	<b>Efectos</b>
M <sub>6</sub> - M <sub>8</sub>	$7,65 - 7,4 = 0,25 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>5</sub>	$7,65 - 7,4 = 0,25 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>3</sub>	$7,65 - 7,3 = 0,35 < 0,796$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>7</sub>	$7,65 - 7,1 = 0,55 < 0,815$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>4</sub>	$7,65 - 6,6 = 1,05 > 0,829$	Si hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>1</sub>	$7,65 - 6,5 = 1,15 > 0,841$	Si hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>2</sub>	$7,65 - 6,35 = 1,3 > 0,851$	Si hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>5</sub>	$7,4 - 7,4 = 0,00 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>3</sub>	$7,4 - 7,3 = 0,1 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>7</sub>	$7,4 - 7,1 = 0,3 < 0,796$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>4</sub>	$7,4 - 6,6 = 0,8 < 0,815$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>1</sub>	$7,4 - 6,5 = 0,9 > 0,829$	Si hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>2</sub>	$7,4 - 6,35 = 1,05 > 0,841$	Si hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>3</sub>	$7,4 - 7,3 = 0,1 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>7</sub>	$7,4 - 7,1 = 0,3 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>4</sub>	$7,4 - 6,6 = 0,8 > 0,796$	Si hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>1</sub>	$7,4 - 6,5 = 0,9 > 0,815$	Si hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>2</sub>	$7,4 - 6,35 = 1,05 > 0,829$	Si hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>7</sub>	$7,3 - 7,1 = 0,2 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>4</sub>	$7,3 - 6,6 = 0,7 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>1</sub>	$7,3 - 6,5 = 0,8 > 0,796$	Si hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>2</sub>	$7,3 - 6,35 = 0,95 > 0,815$	Si hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>4</sub>	$7,1 - 6,6 = 0,5 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>1</sub>	$7,1 - 6,5 = 0,6 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>2</sub>	$7,1 - 6,35 = 0,75 < 0,796$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>1</sub>	$6,6 - 6,5 = 0,1 < 0,732$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>2</sub>	$6,6 - 6,35 = 0,25 < 0,770$	No hay diferencia significativa
M <sub>1</sub> - M <sub>2</sub>	$6,5 - 6,35 = 0,15 < 0,732$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración

### ANEXO III.E

En la Tabla III.E.1 se muestra la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes.

**Tabla III.E.1**

**Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes**

Jueces	Muestras								$\sum y_i$
	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	6	6	8	7	6	8	8	7	56
2	9	9	6	6	8	8	6	7	59
3	7	6	6	5	6	7	8	8	53
4	3	4	4	4	7	6	7	8	43
5	8	8	7	8	8	7	8	8	62
6	5	4	6	6	3	5	6	7	42
7	8	7	8	7	8	7	7	7	59
8	7	7	6	6	9	8	8	9	60
9	8	8	9	9	9	9	9	9	70
10	6	7	5	7	8	8	6	8	55
11	6	7	5	4	8	8	9	6	53
12	5	5	5	8	8	8	8	8	55
13	5	6	7	6	8	7	7	7	53
14	6	5	6	7	6	7	6	8	51
15	6	7	5	8	8	8	9	7	58
16	7	8	9	9	7	7	7	6	60
17	7	6	8	6	7	7	7	7	55
18	8	9	8	7	7	7	9	7	62
19	7	7	8	6	6	8	7	7	56
20	8	6	9	6	7	7	5	6	54
$\sum y_j$	132	132	135	132	144	147	147	147	<b>1116</b>
$\bar{y}$	6,6	6,6	6,75	6,6	7,2	7,35	7,35	7,35	<b>55,8</b>
$\sum y_j^2$	910	910	957	908	1072	1095	1107	1095	<b>63018</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla III.E.2**

**Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>F<sub>tab</sub> (α=0.05)</b>
<b>Total</b>	269,9	159			
<b>Muestras (A)</b>	18,9	7	2,7	2,27494	2.0875
<b>Jueces (B)</b>	93,15	19	4,9026	4,13082	1.6738
<b>Error</b>	157,85	133	1,1868		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla III.E.2,  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2,27494 > 2.0875$ ) para los tratamientos. Por lo tanto, se realiza la prueba de Duncan.

Cálculo del valor de la varianza:

$$\frac{s^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{1.1868}{20}} = 0.2436$$

Encontrando los valores de las Amplitudes Estudianzadas de Duncan y los límites de Significancia de Duncan; con los grados de libertad del error y el nivel de significación 0.05; para cada número de promedios del ordenamiento.

**Tabla III.E.3**

**Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

Numero de promedios	AES (D)	ALS (D)
2	2,7985	0,6817
3	2,9455	0,7175
4	3,0435	0,7414
5	3,1146	0,7587
6	3,1706	0,77236
7	3,2157	0,7834
8	3,2528	0,7924

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.E.4, se muestra los valores promedios de los tratamientos o muestras ordenadas de mayor a menor, obtenidos en la Tabla III.E.1

**Tabla III.E.4**

**Valores promedios de los tratamientos o muestras**

M <sub>8</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>
7,35	7,35	7,35	7,2	6,75	6,6	6,6	6,6

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla III.E.5, se comprueba la existencia de diferencias significativas, en base a los datos de la tabla III.E.3 y III.E.4

**Tabla III.E.5**

**Prueba de Duncan del atributo sabor para la dosificación de ingredientes**

<b>Tratamientos</b>	<b>Análisis de Valores</b>	<b>Efectos</b>
M <sub>8</sub> - M <sub>7</sub>	$7,35 - 7,35 = 0,00 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>6</sub>	$7,35 - 7,35 = 0,00 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>5</sub>	$7,35 - 7,2 = 0,15 < 0,741$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>3</sub>	$7,35 - 6,75 = 0,6 < 0,759$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>4</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,772$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>2</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,783$	No hay diferencia significativa
M <sub>8</sub> - M <sub>1</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,792$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>6</sub>	$7,35 - 7,35 = 0,00 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>5</sub>	$7,35 - 7,2 = 0,15 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>3</sub>	$7,35 - 6,75 = 0,6 < 0,741$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>4</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,759$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>2</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,772$	No hay diferencia significativa
M <sub>7</sub> - M <sub>1</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,783$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>5</sub>	$7,35 - 7,2 = 0,15 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>3</sub>	$7,35 - 6,75 = 0,6 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>4</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 > 0,741$	Si hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>2</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,759$	No hay diferencia significativa
M <sub>6</sub> - M <sub>1</sub>	$7,35 - 6,6 = 0,75 < 0,772$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>3</sub>	$7,2 - 6,75 = 0,45 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>4</sub>	$7,2 - 6,6 = 0,6 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>2</sub>	$7,2 - 6,6 = 0,6 < 0,741$	No hay diferencia significativa
M <sub>5</sub> - M <sub>1</sub>	$7,2 - 6,6 = 0,6 < 0,759$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>4</sub>	$6,75 - 6,6 = 0,15 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>2</sub>	$6,75 - 6,6 = 0,15 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>3</sub> - M <sub>1</sub>	$6,75 - 6,6 = 0,15 < 0,741$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>2</sub>	$6,6 - 6,6 = 0,00 < 0,682$	No hay diferencia significativa
M <sub>4</sub> - M <sub>1</sub>	$6,6 - 6,6 = 0,00 < 0,718$	No hay diferencia significativa
M <sub>2</sub> - M <sub>1</sub>	$6,6 - 6,6 = 0,00 < 0,682$	No hay diferencia significativa

**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO III.F

En la Tabla III.F.1 se muestra la evaluación sensorial del atributo consistencia general para determinar la dosificación de ingredientes.

**Tabla III.F.1**

**Resultados de la evaluación sensorial del atributo consistencia para determinar la dosificación de ingredientes**

Jueces	Muestras								$\sum y_i$
	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	6	7	8	7	6	7	8	8	57
2	9	6	6	6	7	9	8	6	57
3	7	6	7	6	8	7	6	7	54
4	3	4	3	3	7	8	6	7	41
5	8	8	8	8	7	7	8	8	62
6	6	5	6	7	4	4	7	5	44
7	8	7	7	8	6	8	8	6	58
8	7	6	7	7	9	8	8	9	61
9	9	9	9	9	9	9	9	9	72
10	5	5	6	7	8	8	7	8	54
11	4	5	6	7	9	9	5	2	47
12	8	8	8	8	8	8	8	8	64
13	7	8	6	7	5	6	5	7	51
14	6	5	7	7	7	7	7	7	53
15	7	3	2	8	8	7	9	8	52
16	8	9	8	9	8	8	8	8	66
17	6	7	8	7	7	8	8	6	57
18	9	9	8	8	7	6	9	8	64
19	7	7	8	7	7	8	7	7	58
20	6	5	8	5	6	5	6	5	46
$\sum y_j$	136	129	136	141	143	147	147	139	<b>1118</b>
	6,8	6,45	6,8	7,05	7,15	7,35	7,35	6,95	<b>55,9</b>
$\sum y_j^2$	974	889	982	1029	1055	1113	1109	1017	<b>63660</b>

**Fuente:** elaboración propia

**Tabla III.F.2**

**Análisis de varianza del atributo consistencia para determinar la dosificación de ingredientes**

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Fcal</b>	<b>F<sub>tab</sub> (<math>\alpha=0.05</math>)</b>
<b>Total</b>	355,975	159			
<b>Muestras (A)</b>	13,075	7	1,86786	1,25832595	2.0875
<b>Jueces (B)</b>	145,475	19	7,65658	5,1580347	1.6738
<b>Error</b>	197,425	133	1,48440		

**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla III.E.2,  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,2583 < 2.0875$ ) para los tratamientos. Por lo tanto, no se realiza la prueba de Duncan.

## ANEXO IV

### ANEXO IV.A

#### PROCEDIMIENTO PARA LA RESOLUCIÓN DEL DISEÑO FACTORIAL 2<sup>3</sup>

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

**i. Planteamiento de hipótesis**

Hp: No hay diferencia entre los factores.

Ha: Al menos una variable es diferente de los demás.

**ii. Nivel de significación del 0.05 (95%)**

**iii. Prueba de Significancia: "F de Fisher"**

**iv. Suposiciones:**

Los datos siguen una distribución Normal (~ N)

Los datos son extraídos aleatoriamente de un muestreo al azar

**v. Construcción del cuadro de análisis de varianza (ANVA):**

El análisis de varianza, se calcula en base a las siguientes expresiones matemáticas para determinar la las diferencias significativas entre tratamientos.

#### SUMA DE CUADRADOS

❖ **Ecuación para determinar la suma de cuadrados total:**

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^n Y^2_{ijkl} - \frac{Y^2 \dots}{abc}$$

❖ **Ecuación para determinar la suma de cuadrados del factor (A):**

$$SS_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y^2_{i\dots}}{bcn} - \frac{Y^2 \dots}{abcn}$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados del factor (B):

$$SS_B = \sum_{j=1}^a \frac{Y^2_{.j..}}{acn} - \frac{Y^2 \dots}{abcn}$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados del factor (C):

$$SS_C = \sum_{k=1}^a \frac{Y^2_{.j..}}{abn} - \frac{Y^2 \dots}{abcn}$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados de la interacción (AB)

$$SS_{AB} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y^2_{ij..}}{cn} - \frac{Y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_B$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados de la interacción (AC)

$$SS_{AC} = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^c \frac{Y^2_{ij..}}{bn} - \frac{Y^2 \dots}{abcn} - SS_A - SS_C$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados de la interacción (BC)

$$SS_{BC} = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y^2_{ij..}}{an} - \frac{Y^2 \dots}{abcn} - SS_B - SS_C$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados de la interacción (ABC)

$$SS_{ABC} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y^2_{ijkl}}{n} - \frac{Y^2 \dots}{abcn}$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados de los subtotales

$$SS_{Subtotales(ABC)} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^c \frac{Y^2_{ijkl}}{n} - \frac{Y^2 \dots}{abcn}$$

- ❖ Ecuación para determinar la suma de cuadrados del (E)

$$SS_E = SS_T + SS_{Subtotales(ABC)}$$

### ANEXO IV.B

En la Tabla IV.B.1, se observa el arreglo matricial y resultados del diseño factorial de las variables independientes del azúcar, ácido cítrico y tiempo de gelificación

**Tabla IV.B.1**  
**Análisis de varianza para los sólidos solubles en los diferentes factores en estudio**

Azúcar ( A )		Tiempo de gelificación ( B )								Y <sub>i...</sub>
		7min				8 min				
		Ácido cítrico ( C )		Ácido cítrico ( C )		Ácido cítrico ( C )		Ácido cítrico ( C )		
		2,1gr	2,6gr			2,1 gr	2,6gr			
375 gr	Réplica <sup>(1)</sup>	61,7	<b>123,6</b>	61,6	<b>122,9</b>	62,8	<b>125,3</b>	62,1	<b>124,3</b>	496,1
	Réplica <sup>(2)</sup>	61,9		61,3		62,5		62,2		
500 gr	Réplica <sup>(1)</sup>	64,8	<b>129,3</b>	64,7	<b>129,1</b>	65,2	<b>130,1</b>	65,1	<b>129,8</b>	518,3
	Réplica <sup>(2)</sup>	64,5		64,4		64,9		64,7		
Totales B x C		252,9	252			255,4	254,1			1014,4 = Y <sub>...</sub>
Y <sub>jk</sub>										
Y <sub>j</sub>		504,9				509,5				
		Totales A x B				Totales A x C				
		Y <sub>ij</sub>				Y <sub>ik</sub>				
		<b>B</b>				<b>C</b>				
		<b>A</b>	7	8		<b>A</b>	2,1	2,6		
		375	246,5	249,6		375	248,9	247,2		
		500	258,4	259,9		500	259,4	258,9		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla IV.B.2****Análisis de varianza para los sólidos solubles en los diferentes factores en estudio**

<b>Fuente de Variación (FV)</b>	<b>Suma de Cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Media de cuadrados (MC)</b>	<b>F<sub>o</sub></b>	<b>F<sub>tab</sub> (<math>\alpha = 0,05</math>)</b>
A	30,8025	1	30,8025	746,727	11,26
B	1,3225	1	1,3225	32,061	11,26
C	0,3025	1	0,3025	7,3333	11,26
AB	16	1	16	387,879	11,26
AC	0,09	1	0,09	2,1818	11,26
BC	0,01	1	0,01	0,2424	11,26
ABC	0,0025	1	0,0025	0,0606	11,26
Error	0,33	8	0,04125		
Total	33,02	15			

**Fuente:** Elaboración propia



## ANEXO V

### MÉTODOS UTILIZADOS EN LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

#### 1. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

##### a) Principio del Método

Consiste en determinar el contenido de humedad calentando la muestra a una temperatura de 80-95°C, bajo presión atmosférica normal hasta que el producto mantenga sus pesadas constantes.

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor. La cantidad de material residual después de eliminar la humedad, constituye la materia seca.

##### b) Equipos y Material

- Estufa.
- Balanza analítica
- Capsula de porcelana
- Pinza metálica
- Desecador

##### c) Procedimiento

- Se realiza la determinación en duplicado. Tarar las capsulas en la estufa a 105°C durante 30 min
- Pesar aproximadamente 100 g de la fruta picada finamente y colocar en las capsulas taradas anteriormente.
- Colocar en una estufa a 80°C durante 8 horas (preferible una noche).
- Enfriar en un desecador y pesar la muestra seca.

##### d) Expresión de resultados

Los resultados del contenido de agua de la muestra se expresan en porcentaje. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad \%} = \frac{(P_1 - P_2) \times 100}{P}$$

**Dónde:**

**P<sub>1</sub>** = Peso en gr. de la capsula con la muestra.

**P<sub>2</sub>** = Peso en gr. de la capsula con la muestra desecada.

**P** = Peso en gr. de la muestra.

**100** = Factor de conversión en porcentaje para la expresión de los resultados.

## **2. DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

### **a) Principio del Método**

La muestra es incinerada en un horno o mufla a 600 °C, previa pre calcinación quemando a fuego directo con un mechero, para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye se llama ceniza.

### **b) Equipos y Material**

- Balanza analítica
- Mufla; Estufa
- Mechero bunsen
- Pinza metálica
- Desecador
- Crisoles de porcelana

### **c) Procedimiento**

- Pesar de 1.5 a 2.0 g de muestra secada a 65 °C y colocar en crisoles previamente tarados.
- Pre calcinar la muestra hasta que no se desprenda humo.
- Colocar en una mufla a 600 °C durante 8 horas
- Sacar los crisoles, enfriar en un desecador y pesar.

**Nota:** Las cenizas obtenidas deben ser blancas y no debe presentar adherencias a sus paredes.

#### **d) Expresión de resultados**

Los resultados se expresan en porcentaje de g cenizas/100g muestra, y los cálculos se realizan con la siguiente formula.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100$$

**Dónde:**

$W_1$ = Peso del crisol vacío (g)

$W_2$ = Peso del crisol con muestra seca (g)

$W_3$ = Peso del crisol con cenizas (g)

### **3. DETERMINACIÓN DE GRASA O EXTRACTO ETÉREO**

#### **a) Principio del Método**

Consiste en una extracción semicontinua de la materia grasa con un disolvente orgánico en el equipo de extracción Soxhlet y separación posterior del solvente por destilación. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso.

#### **b) Equipos y Material**

- Extractor tipo soxhlet;
- Balanza analítica con precisión de 0.1mg;
- Estufa de desecación;
- Desecador con placa de porcelana o metálica perforada;
- Batería extracción; Cartuchos de extracción;
- Balones esmerilados de 100 a 150ml. Adaptables al extractor.

#### **c) Reactivo**

- Hexano

#### d) Procedimiento

- Tarar el balón esmerilado de boca ancha a 105°C por 30min, dejar enfriar en el desecador durante 40-45min y pesar.
- Armar con papel filtro dos sobres, uno más pequeño que el otro y pesar en el de menor tamaño 2g de muestra (base seca). Colocar el sobre con la muestra en el otro sobre (cartucho)
- Llevar el cartucho de papel filtro especial previamente pesado al tubo de extracción soxhlet y agregar 150-170ml de éter de petróleo o hexano.
- Encender el equipo (revisar la circulación del agua), a la primera ebullición iniciar el control de 4 a 4:30hrs. Sacar el cartucho y recuperar el hexano destilando hasta sequedad.
- Llevar el balón con extracto y el resto del disolvente a la estufa a 105°C por media hora, posteriormente enfriar en el desecador aproximadamente 40min (para que alcance la temperatura ambiente) y pesar.

#### e) Expresión de resultados

El porcentaje de aceite bruto sobre sustancia seca viene dado por lo siguiente:

$$\% \text{ ACEITE BRUTO}_{(\text{Base seca})} = \frac{M_3 - M_2}{M_1} \times 100$$

**Dónde:**

**M<sub>1</sub>**= masa de la muestra en (g)

**M<sub>2</sub>**= masa del balón vacío en (g)

**M<sub>3</sub>**= masa del balón con grasa (g)

**Nota:** Usar guantes y desengrasar todo lo que podría entrar en contacto con la muestra.

## **4. DETERMINACIÓN DE FIBRA**

### **a) Principio del Método**

Se basa en someter la muestra a una digestión acida a reflujo constante. El residuo que queda después de un ataque ácido en condiciones bien definidas, con una mezcla de ácidos como ser: ácido acético glacial, ácido nítrico concentrado, ácido tricloroacético constituye la fibra bruta que representa las sustancias no digestibles de origen vegetal (celulosa y lignina en términos generales).

Después de hervir la muestra con la mezcla de ácidos se procede a una filtración obteniéndose el residuo insoluble el cual debe ser primeramente lavado con agua caliente y luego con alcohol para eliminar el posible contenido de grasa, se seca y se incinera. El resultado se obtiene por diferencia de peso.

### **b) Equipos y Material**

- Balanza analítica (sensibilidad de 0.1mg)
- Estufa eléctrica
- Desecador con placa de porcelana o metálica perforada;
- Matraces Erlenmeyer esmerilados (250ml), Papel filtro acción rápida
- Refrigerador de reflujo

### **c) Reactivos**

- Ácido acético glacial
- Ácido tricloroacético p.a cristalizado
- Ácido nítrico concentrado, d. a 20°C=1.4
- Etanol técnico

### **d) Procedimiento**

- Tarar el crisol por 2hrs, una hora a 250°C y otra hora a 650°C en la mufla. Dejar que se enfríe una hora en la mufla, luego 45min en el desecador y pesar.

- Llevar el papel filtro en el crisol a la estufa a 105°C durante una hora, dejar enfriar en el desecador y pesar.
- Homogenizar la muestra (moler la muestra si fuese necesario), pesar 1g en un Erlenmeyer esmerilado de 250ml, agregar 25ml de la mezcla de ácidos y digerir bajo condensador de reflujo (a fuego lento) durante 30min, dejar enfriar y filtrar.
- Lavar el papel filtro con agua herviente y etanol al 96 % (alcohol técnico) varias veces. Retirar la mayor cantidad posible de agua del papel filtro y transferirlo al crisol tarado.
- Secar en la estufa a 105°C hasta peso constante.
- Llevar el crisol a la mufla a 100°C y elevar la temperatura poco a poco hasta 650°C para calcinar (hasta que la muestra se vuelva cenizas).
- Retirar los crisoles en el desecador, enfriar por 30min y pesar.

**e) Expresión de resultados**

Los resultados se expresan en porcentaje de fibra (g de fibra/g de muestra), y los cálculos se realizan con la siguiente formula:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{S - P - F}{M} \times 100$$

**Dónde:**

**% Fibra** = porcentaje de fibra (g)

**S**= peso del crisol + materia seca (g)

**P**= peso del crisol + ceniza (g)

**F**= peso del papel filtro seco (g)

**M**= peso exacto de la muestra (g)

## 5. DETERMINACIÓN PROTEÍNA POR EL MÉTODO DE KJELDAHL

### a) Principio del método

El método consiste en mineralizar la muestra con ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y alcalinizar con NaOH. El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) liberado es arrastrado por destilación y recogido sobre ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). La posterior valoración con ácido clorhídrico HCl permite el cálculo de la cantidad inicialmente presente de proteína en la muestra.

### b) Equipos y Material

- Balanza analítica (sensibilidad de 0.1mg)
- Unidad digestora bloc-digest
- Colector/extractor de humos
- Destilador Pro-Nitro I ó II
- Bureta para valoración
- Matraces Erlenmeyer (250ml)

### c) Reactivos

- Ácido sulfúrico 96% (d=1.84)
- NaOH, solución 35% (p/v)
- Indicador mixto, especial para titulaciones de amoníaco
- Catalizador kjeldahl
- Ácido bórico al 4% (p/v)
- Ácido clorhídrico 0.25N
- Agua destilada

### d) Procedimiento

#### Digestión:

- Pesar 2g de muestra en un papel exento de nitrógeno y traspasar al tubo de digestión. Añadir al tubo con la muestra 2 g de catalizador Kjeldahl, 10ml de ácido sulfúrico al 96% (d=1.84).

- Colocar los tubos de digestión con la muestra en el bloc-digest con el colector de humos funcionando.
- Realizar la digestión a una temperatura entre 350-420°C y un tiempo que puede variar entre 1 a 2hrs. evitar la precipitación agitando de vez en cuando. Al finalizar el líquido obtenido es de color verde transparente.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.

#### **Destilación:**

- Dosificar 50ml de ácido bórico en un matraz erlenmeyer y algunas gotas de un indicador mixto. Colocar el erlenmeyer en la alargadora del refrigerante teniendo la precaución de que este quede sumergido dentro del ácido bórico.
- Situados el tubo de muestra y el erlenmeyer con el ácido bórico, dosificar unos 50ml NaOH; iniciar la destilación. La destilación debe prolongarse el suficiente tiempo para que se destilen un mínimo de 150ml, aproximadamente de 7min
- Valorar con HCl 0.25N el destilado obtenido, hasta que la solución vire de verde a violeta. Calcular la cantidad de nitrógeno detectado.

#### **e) Expresión de resultados**

$$\% \text{ Nitrogeno} = 1.4 \times N \times (V_1 - V_0) \times f$$

$$\% \text{ Proteina} = \% \text{ Nitrogeno} \times F$$

Siendo:

P= peso en g de la muestra

V<sub>1</sub>= volumen de HCl consumido en la valoración (ml)

V<sub>0</sub>= volumen HCl consumido en la valoración del blanco (ml)

N= normalidad HCl

f= factor de corrección de HCl 0.25N

F= factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido de proteínas. Para la proteína bruta 6.25

## 6. DETERMINACIÓN HIDRATOS DE CARBONO

$$\% \text{ HC} = 100 - (\% \text{ H} + \% \text{ C} + \% \text{ G} + \% \text{ F} + \% \text{ P})$$

**Dónde:**

**H**= Humedad; **C**= Cenizas; **G**= Grasa o aceite bruto; **F**= Fibra; **P**= Proteína

## 7. DETERMINACIÓN DEL VALOR ENERGETICO

$$\text{VE (Kcal/100g)} = 4 \times \% \text{ HC} + 4 \times \% \text{ P} + 9 \times \% \text{ G}$$

**Nota:** Usar tablas de composición de alimentos

## 8. DETERMINACIÓN DE PH

### a) Principio del método

Medida de la diferencia de potencial entre dos electrodos, tienen un potencial que es una función definida del pH de la muestra, el otro tiene un potencial fijo y conocido y constituye el electrodo de referencia.

### b) Equipo

- Medidor de pH con escala graduada en unidades y décimas.
- Electrodo de vidrio y de referencia.

### c) Procedimiento

- Se coloca la muestra en un vaso de precipitación de 250ml se lleva a temperatura entre 20°C a 25°C (o lo más próximo a 20°C) leer directamente sobre la escala el valor de pH.
- Efectuar tres determinaciones en la muestra tomando como dato la media aritmética de las lecturas, que no deben diferenciarse entre sí en más de 0.1 de pH. o por lo menos realizar dos determinaciones.
- Lavar el electrodo con agua destilada y secar para cada determinación.

### d) Expresión de resultados

Se expresa en unidades de pH con una cifra decimal.

## **9. DETERMINACIÓN DE ACIDES EN CONSERVAS**

### **a) Principio del método**

La acidez es la suma de los ácidos valorables cuando se lleva a la muestra a un pH 7, por adición de una solución alcalina valorada.

El método consiste en determinar la acidez valorando la muestra con hidróxido de sodio 0.1 N controlando con un potenciómetro con electrodo de vidrio regulado para medir pH.

### **b) Equipos y Material**

- Balanza analítica
- Bureta graduada y certificada de 25ml
- Vaso de precipitado 200 ml
- Matraz aforado 200ml
- Matraces Erlenmeyer de 250ml, 500ml
- Pipeta aforada de 25ml
- Agitador magnético

### **c) Reactivos**

- Solución NaOH 0.1 N
- Fenolftaleína

### **d) Preparación de la muestra**

- **Frutas frescas, fruta seca y mermeladas** (productos con sólidos gruesos en suspensión)

Se reducen a pulpa fina unos 400g del producto mediante un aparato apropiado o por el uso de un mortero grande y se mezcla bien, efectuando la operación tan rápidamente como sea posible para evitar pérdidas de humedad. Debe ponerse especial cuidado para no moler las semillas.

En el caso de la mermelada y otros productos envasados en recipientes de gran volumen se debe mezclar muy bien antes de tomar la porción de muestra y reducir a pulpa fina si es necesario.

Se pesan 30g de muestra triturada y homogenizada, transferir un vaso de precipitado de 200ml. Agregar aproximadamente 80ml de agua destilada.

Hervir durante una hora, reponer cada cierto tiempo el agua que se pierde por evaporación

Homogenizar con agitador magnético por espacio de 30min. Filtrar a través de algodón absorbente o papel filtro de acción rápida; lavar con agua caliente el residuo.

El filtrado y las aguas de lavado se transfieren a un matraz aforado de 200ml, se enfría y se completa el volumen y se agita perfectamente antes de tomar la alícuota para el análisis.

#### e) Procedimiento

##### ▪ Soluciones incoloras o debidamente coloreadas

- Se toma 25ml de la solución preparada
- La muestra medida se transfiere al erlenmeyer de 500ml y se diluye aproximadamente a 250ml con agua destilada previamente neutralizada o recientemente hervida.
- Se titula con solución 0.1N de hidróxido de sodio; usando 0.3ml de la solución indicadora de fenolftaleína por cada 100ml de la solución que se va titular y se anota el volumen gastado del álcali.

#### f) Expresión de resultados

La acides titulable se expresa gramos del ácido predominante de la fruta en 100g de producto

$$Ac = \frac{20 \times V_1 \times N \times meq \times f_c}{3 \times V} \times 100$$

**Dónde:**

**Ac** = acides (%)

**V** = volumen de la muestra diluida tomada para el análisis (ml)

**V<sub>1</sub>** = volumen gastado de NaOH 0.1N (ml)

**N** = normalidad del titulante

**meq** = miliequivalente de ácido en términos del cual se expresa la acidez

**f<sub>c</sub>** = factor del NaOH

**10. DETERMINACIÓN AZUCARES REDUCTORES Y TOTALES**

**REQUERIMIENTOS**

NaOH 0.1 N

K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> 19%

ZnSO<sub>4</sub> 11%

Fehling A

Fehling B

FeNH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 5%

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4N

KMnO<sub>4</sub> 0.1 N

HCl 1 N

HCl conc.

NaOH 40%, 35%

HCl 1N aprox (3)

pHmetro o pH papeles

Papel filtro (Wh No. 1, No. 5)

Tabla de Meissel No.1

## **PROCEDIMIENTO**

### **I. Preparación de Solución Madre**

- Preparar la muestra
- Pesar 4-5g para frutas y verduras (mermelada = 1g)
- Transferir lo pesado (frasco volumétrico de 500 ml)
- +150 ml de agua destilada a 50°C
- Neutralizar con NaOH 0.1 N (controlando con el pHmetro)
- + 5 ml de  $K_4Fe(CN)_6$
- + 5 ml de  $ZnSO_4$  11%
- Completar el frasco con Agua
- Filtrar (Wh. No.1)

### **II. Oxidación de Azúcares**

- Transferir 25 ml de Fehling A a un frasco de 300 ml
- + 25 ml de Fehling B
- +50ml de Sol. Madre
- Llevar a ebullición durante 2 a 4 minutos
- Mantener en ebullición durante 2 minutos mas
- +100 ml de agua
- Dejar sedimentar durante 15 minutos

El líquido debe ser de color azul. Al no ser así, repetir los pasos desde la oxidación de azúcares, reemplazando la mitad de Sol madre con agua.

### **III. Oxidación de Cu<sub>2</sub>O, titulación**

- Decantar el líquido pasando por filtro Wh. No. 5
- Lavar el sedimento 2 veces con agua caliente
- Transferir el filtro con sedimento en un frasco Erlenmayer
- +30 ml de FeNH<sub>4</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> lavando el embudo
- Ayudar con varilla a disolver el sedimento
- +10ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4N lavando la varilla
- Titular con KMnO<sub>4</sub> 0.1 N

### **HIDRÓLISIS DE AZUCARES**

- 100 ml de Sol. Madre llevar a un frasco volumétrico de 200 ml
- Ajustar pH ligeramente por debajo de 7 con HCl 1N, contar las gotas necesarias para otra cantidad igual de Sol. Madre.
- +6ml de HCl conc.
- Calentar rápido hasta 60-70 °C
- Continuar calentando en baño María a 70 °C de 5 a 8 minutos.
- Enfriar bruscamente
- Neutralizar con NaOH a Litmus (interno) a pH ligeramente debajo de 7 (en sol de NaOH 40%)
- Completar el frasco con agua
- Repetir las operaciones II Y III

## CALCULOS

1ml de 0.1N KMnO<sub>4</sub> equivale a 6.357mg de Cu

$$\% \text{ Azucares reductores} = \frac{100 \times a}{m}$$

$$\% \text{ Azucares totales} = \frac{2000 \times a}{m}$$

$$a = 6.357 V \times f$$

Dónde:

**a**= cantidad correspondiente de azúcar invertida a la cantidad de Cu determinada por titulación: (ver ANEXO VI, Tabla 1)

**V**= Volumen del titulante ml.

**f**= factor del titulante

**m**= peso de la muestra (mg)

Azucres Totales I, IV, II, III

Azucres Reductores I, II, III

## ANEXO VI. TABLAS

**Tabla 1. TABLAS MEISSEL, DETERMINACIÓN DE AZÚCAR INVERTIDA**

(DATOS EN MILIGRAMOS)

Cu	a	Cu	a	Cu	a	Cu
10	6,1	61	31,3	112	58,5	163
11	6,6	62	31,8	113	59,1	164
12	7,1	63	32,3	114	59,6	165
13	7,6	64	32,8	115	60,1	166
14	8,1	65	33,3	116	60,7	167
15	8,6	66	33,8	117	61,2	168
16	9	67	34,3	118	61,7	169
17	9,5	68	34,8	119	62,3	170
18	10	69	35,3	120	62,8	171
19	10,5	70	35,8	121	63,3	172
20	11	71	36,3	122	63,9	173
21	11,5	72	36,8	123	64,4	174
22	12	73	37,3	124	64,9	175
23	12,5	74	37,8	125	65,5	176
24	13	75	38,3	126	66	177
25	13,5	76	38,8	127	66,5	178
26	14	77	39,3	128	67,1	179
27	14,5	78	39,8	129	67,6	180
28	15	79	40,3	130	68,1	181
29	15,5	80	40,8	131	68,7	182
30	16	81	41,3	132	69,2	183
31	16,5	82	41,8	133	69,7	184
32	17	83	42,3	134	70,3	185
33	17,5	84	42,8	135	70,8	186
34	18	85	43,4	136	71,3	187
35	18,5	86	43,9	137	71,9	188
36	18,9	87	44,4	138	72,4	189
37	19,4	88	44,9	139	72,9	190
38	19,9	89	45,4	140	73,5	191
39	20,4	90	46,9	141	74	192
40	20,9	91	47,4	142	74,5	193
41	21,4	92	47,9	143	75,1	194
42	21,9	93	48,4	144	75,6	195
43	22,4	94	48,9	145	76,1	196
44	22,9	95	49,5	146	76,7	197
45	23,4	96	50	147	77,2	198
46	23,9	97	50,5	148	77,8	199
47	24,4	98	51,1	149	78,3	200
48	24,9	99	51,6	150	78,9	201
49	25,4	100	52,1	151	79,4	202
50	25,9	101	52,9	152	80	203
51	26,4	102	53,2	153	80,5	204
52	26,9	103	53,7	154	81	205
53	27,4	104	54,3	155	81,6	206
54	27,9	105	54,8	156	82,1	207
55	28,4	106	55,3	157	82,7	208
56	28,8	107	55,9	158	83,2	209
57	29,3	108	56,4	159	83,8	210
58	29,8	109	56,9	160	84,3	211
59	30,3	110	57,5	161	84,8	212

Tabla 2. VALORES DE F DE LA DISTRIBUCIÓN DE F DE FISHER

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

$v_2 \backslash v_1$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	40	50	60	70	80	90	100	200	500	1000
1	248.307	248.578	248.823	249.052	249.260	249.453	249.631	249.798	249.951	250.086	251.144	251.774	252.196	252.498	252.723	252.888	253.043	253.676	254.062	254.186
2	19.448	19.450	19.452	19.454	19.456	19.457	19.459	19.460	19.461	19.463	19.471	19.476	19.479	19.481	19.483	19.485	19.486	19.491	19.494	19.495
3	8.654	8.648	8.643	8.638	8.634	8.630	8.626	8.623	8.620	8.617	8.594	8.581	8.572	8.566	8.561	8.557	8.554	8.540	8.532	8.529
4	5.795	5.787	5.781	5.774	5.769	5.763	5.759	5.754	5.750	5.746	5.717	5.699	5.688	5.679	5.673	5.668	5.664	5.646	5.635	5.632
5	4.549	4.541	4.534	4.527	4.521	4.515	4.510	4.505	4.500	4.496	4.464	4.444	4.431	4.422	4.415	4.409	4.405	4.385	4.373	4.369
6	3.865	3.856	3.849	3.841	3.835	3.829	3.823	3.818	3.813	3.808	3.774	3.754	3.740	3.730	3.722	3.716	3.712	3.690	3.678	3.673
7	3.435	3.426	3.418	3.410	3.404	3.397	3.391	3.386	3.381	3.376	3.340	3.319	3.304	3.294	3.286	3.280	3.275	3.252	3.239	3.234
8	3.140	3.131	3.123	3.115	3.108	3.102	3.096	3.090	3.084	3.079	3.043	3.020	3.005	2.994	2.986	2.980	2.975	2.951	2.937	2.932
9	2.926	2.917	2.908	2.900	2.893	2.886	2.880	2.874	2.869	2.864	2.826	2.803	2.787	2.776	2.768	2.761	2.756	2.731	2.717	2.712
10	2.764	2.754	2.745	2.737	2.730	2.723	2.716	2.710	2.705	2.700	2.661	2.637	2.621	2.609	2.601	2.594	2.588	2.563	2.548	2.543
11	2.636	2.626	2.617	2.609	2.601	2.594	2.588	2.582	2.576	2.570	2.531	2.507	2.490	2.478	2.469	2.462	2.457	2.431	2.415	2.410
12	2.533	2.523	2.514	2.505	2.498	2.491	2.484	2.478	2.472	2.466	2.426	2.401	2.384	2.372	2.363	2.356	2.350	2.323	2.307	2.302
13	2.448	2.438	2.429	2.420	2.412	2.405	2.398	2.392	2.386	2.380	2.339	2.314	2.297	2.284	2.275	2.267	2.261	2.234	2.218	2.212
14	2.377	2.367	2.357	2.348	2.341	2.333	2.326	2.320	2.314	2.308	2.266	2.241	2.223	2.210	2.201	2.193	2.187	2.159	2.142	2.136
15	2.316	2.306	2.297	2.288	2.280	2.272	2.265	2.258	2.252	2.247	2.204	2.178	2.160	2.147	2.137	2.130	2.123	2.095	2.078	2.072
16	2.264	2.254	2.244	2.235	2.227	2.220	2.212	2.205	2.200	2.194	2.151	2.124	2.106	2.093	2.083	2.076	2.068	2.039	2.022	2.016
17	2.219	2.208	2.199	2.190	2.181	2.174	2.167	2.160	2.154	2.148	2.104	2.077	2.058	2.045	2.035	2.027	2.020	1.991	1.973	1.967
18	2.179	2.168	2.159	2.150	2.141	2.134	2.126	2.119	2.113	2.107	2.063	2.035	2.017	2.003	1.993	1.985	1.978	1.948	1.929	1.923
19	2.144	2.133	2.123	2.114	2.106	2.098	2.090	2.084	2.077	2.071	2.026	1.998	1.980	1.966	1.955	1.947	1.940	1.910	1.891	1.884
20	2.112	2.102	2.092	2.082	2.074	2.066	2.059	2.052	2.045	2.039	1.994	1.966	1.946	1.932	1.922	1.913	1.907	1.875	1.856	1.850
21	2.084	2.073	2.063	2.054	2.045	2.037	2.030	2.023	2.016	2.010	1.965	1.936	1.916	1.902	1.891	1.883	1.876	1.845	1.825	1.818
22	2.059	2.048	2.038	2.028	2.020	2.012	2.004	1.997	1.990	1.984	1.938	1.908	1.888	1.875	1.864	1.856	1.849	1.817	1.797	1.790
23	2.036	2.025	2.014	2.005	1.996	1.988	1.981	1.973	1.967	1.961	1.914	1.885	1.865	1.850	1.839	1.830	1.823	1.791	1.771	1.764
24	2.015	2.003	1.993	1.984	1.975	1.967	1.959	1.952	1.945	1.939	1.892	1.863	1.842	1.828	1.816	1.808	1.800	1.768	1.747	1.740
25	1.995	1.984	1.974	1.964	1.955	1.947	1.939	1.932	1.926	1.919	1.872	1.842	1.822	1.807	1.796	1.787	1.779	1.746	1.725	1.718
26	1.978	1.966	1.956	1.946	1.938	1.929	1.921	1.914	1.907	1.901	1.853	1.823	1.803	1.788	1.776	1.767	1.760	1.726	1.705	1.698
27	1.961	1.950	1.940	1.930	1.921	1.913	1.905	1.898	1.891	1.884	1.836	1.806	1.785	1.770	1.758	1.749	1.742	1.708	1.686	1.679
28	1.946	1.935	1.924	1.915	1.906	1.897	1.889	1.882	1.875	1.869	1.820	1.790	1.769	1.754	1.742	1.733	1.725	1.691	1.669	1.662
29	1.932	1.921	1.910	1.901	1.891	1.883	1.875	1.868	1.861	1.854	1.805	1.775	1.754	1.738	1.726	1.717	1.710	1.675	1.653	1.646
30	1.919	1.908	1.897	1.887	1.878	1.870	1.862	1.854	1.847	1.841	1.792	1.761	1.740	1.724	1.712	1.703	1.695	1.660	1.637	1.630
40	1.826	1.814	1.803	1.793	1.783	1.775	1.766	1.756	1.751	1.744	1.693	1.660	1.637	1.621	1.608	1.597	1.589	1.551	1.526	1.517
50	1.771	1.759	1.748	1.737	1.727	1.718	1.710	1.702	1.694	1.687	1.634	1.599	1.576	1.560	1.544	1.534	1.525	1.484	1.457	1.448
60	1.735	1.722	1.711	1.700	1.690	1.681	1.672	1.664	1.656	1.649	1.594	1.558	1.534	1.516	1.502	1.491	1.481	1.438	1.409	1.399
70	1.709	1.696	1.685	1.674	1.664	1.654	1.646	1.636	1.627	1.620	1.563	1.526	1.500	1.481	1.465	1.450	1.434	1.374	1.344	1.334
80	1.689	1.677	1.665	1.654	1.644	1.634	1.624	1.614	1.604	1.597	1.539	1.501	1.472	1.452	1.436	1.420	1.403	1.339	1.307	1.297
90	1.675	1.662	1.650	1.639	1.629	1.619	1.610	1.601	1.591	1.584	1.525	1.486	1.455	1.434	1.417	1.401	1.384	1.319	1.286	1.276
100	1.663	1.650	1.638	1.627	1.616	1.607	1.598	1.589	1.581	1.573	1.514	1.474	1.442	1.420	1.402	1.385	1.368	1.303	1.270	1.260
200	1.609	1.596	1.583	1.572	1.561	1.551	1.542	1.533	1.524	1.516	1.456	1.415	1.383	1.360	1.342	1.324	1.307	1.241	1.208	1.198
500	1.577	1.563	1.551	1.539	1.528	1.518	1.508	1.499	1.490	1.482	1.421	1.376	1.345	1.322	1.303	1.288	1.275	1.210	1.169	1.158
1000	1.566	1.553	1.540	1.528	1.517	1.507	1.497	1.488	1.479	1.471	1.406	1.363	1.332	1.308	1.289	1.273	1.260	1.190	1.149	1.138

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

**Tabla 3. VALORES CRÍTICOS PARA LA PRUEBA DE DUNCAN,  $\alpha = 0.05$**

g	p=2	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	3.346	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

Fuente: pág. Pdf. de internet

**Tabla 4. Valores críticos para la prueba de Duncan.  $U\alpha$  ( $v_1, v_2$ )**

$v_2$ ↓	$\alpha$ ↓	$v_1$														
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	
1	0.05	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
	0.01	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2	0.05	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09	6.09
	0.01	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
3	0.05	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
	0.01	8.26	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.3	9.3	9.3
4	0.05	3.93	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
	0.01	6.51	6.8	6.9	7.0	7.1	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5
5	0.05	3.64	3.74	3.79	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83
	0.01	5.70	5.96	6.11	6.18	6.26	6.33	6.40	6.44	6.5	6.5	6.6	6.6	6.7	6.7	6.8
6	0.05	3.46	3.58	3.64	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68	3.68
	0.01	5.24	5.51	5.65	5.73	5.81	5.88	5.95	6.0	6.0	6.1	6.2	6.2	6.3	6.3	6.3
7	0.05	3.35	3.47	3.54	3.58	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
	0.01	4.95	5.22	5.37	5.45	5.53	5.61	5.69	5.73	5.8	5.8	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0
8	0.05	3.26	3.39	3.47	3.52	3.55	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56	3.56
	0.01	4.74	5.0	5.14	5.23	5.32	5.40	5.47	5.51	5.55	5.6	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8
9	0.05	3.20	3.34	3.41	3.47	3.50	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
	0.01	4.60	4.86	4.99	5.08	5.17	5.25	5.32	5.36	5.4	5.5	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7
10	0.05	3.15	3.30	3.37	3.43	3.46	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.48	4.73	4.88	4.96	5.06	5.13	5.20	5.24	5.28	5.36	5.42	5.48	5.54	5.55	5.55
11	0.05	3.11	3.27	3.35	3.39	3.43	3.44	3.45	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48
	0.01	4.39	4.63	4.77	4.86	4.94	5.01	5.06	5.12	5.15	5.24	5.28	5.34	5.38	5.39	5.39
12	0.05	3.08	3.23	3.33	3.36	3.40	3.42	3.44	3.44	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	3.48	3.48
	0.01	4.32	4.55	4.68	4.76	4.84	4.92	4.96	5.02	5.07	5.13	5.17	5.22	5.24	5.26	5.26
13	0.05	3.06	3.21	3.30	3.35	3.38	3.41	3.42	3.44	3.45	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.26	4.48	4.62	4.69	4.74	4.84	4.88	4.94	4.98	5.04	5.08	5.13	5.14	5.15	5.15
14	0.05	3.03	3.18	3.27	3.33	3.37	3.39	3.41	3.42	3.44	3.45	3.46	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.21	4.42	4.55	4.63	4.70	4.78	4.83	4.87	4.91	4.96	5.00	5.04	5.06	5.07	5.07
15	0.05	3.01	3.16	3.25	3.31	3.36	3.38	3.40	3.42	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.17	4.37	4.50	4.58	4.64	4.72	4.77	4.81	4.84	4.90	4.94	4.97	4.99	5.00	5.00
16	0.05	3.00	3.15	3.23	3.30	3.34	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.13	4.34	4.45	4.54	4.60	4.67	4.72	4.76	4.79	4.84	4.88	4.91	4.93	4.94	4.94
17	0.05	2.90	3.13	3.22	3.28	3.33	3.36	3.38	3.40	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.10	4.30	4.41	4.50	4.56	4.63	4.68	4.72	4.75	4.80	4.83	4.86	4.88	4.89	4.89
18	0.05	2.97	3.12	3.21	3.27	3.32	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.07	4.27	4.38	4.46	4.53	4.59	4.64	4.68	4.71	4.76	4.79	4.82	4.84	4.85	4.85
19	0.05	2.96	3.11	3.19	3.26	3.31	3.35	3.37	3.39	3.41	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47	3.47
	0.01	4.05	4.24	4.25	4.43	4.50	4.56	4.61	4.64	4.67	4.72	4.76	4.79	4.81	4.82	4.82
20	0.05	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.40	3.43	3.44	3.46	3.46	3.47	3.47
	0.01	4.02	4.22	4.33	4.40	4.47	4.53	4.58	4.61	4.65	4.69	4.73	4.76	4.78	4.79	4.79
22	0.05	2.93	3.08	3.17	3.24	3.29	3.32	3.35	3.37	3.39	3.42	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.99	4.17	4.28	4.36	4.42	4.48	4.53	4.57	4.60	4.65	4.68	4.71	4.74	4.75	4.75
24	0.05	2.92	3.07	3.15	3.22	3.28	3.31	3.34	3.37	3.38	3.41	3.44	3.45	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.96	4.14	4.24	4.33	4.39	4.44	4.49	4.53	4.57	4.62	4.64	4.67	4.70	4.72	4.72
26	0.05	2.91	3.06	3.14	3.21	3.27	3.30	3.34	3.36	3.38	3.41	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.93	4.11	4.21	4.30	4.36	4.41	4.46	4.50	4.53	4.58	4.62	4.65	4.67	4.69	4.69
28	0.05	2.90	3.04	3.13	3.20	3.26	3.30	3.33	3.35	3.37	3.40	3.43	3.45	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.91	4.08	4.18	4.28	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.62	4.65	4.67	4.67
30	0.05	2.89	3.04	3.12	3.20	3.25	3.29	3.32	3.35	3.37	3.40	3.43	3.44	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.89	4.06	4.16	4.22	4.32	4.36	4.41	4.45	4.48	4.54	4.58	4.61	4.63	4.65	4.65
40	0.05	2.86	3.01	3.10	3.17	3.22	3.27	3.30	3.33	3.35	3.39	3.42	3.44	3.46	3.47	3.47
	0.01	3.82	3.99	4.10	4.17	4.24	4.30	4.34	4.37	4.41	4.46	4.51	4.54	4.57	4.59	4.59
60	0.05	2.83	2.98	3.08	3.14	3.20	3.24	3.28	3.31	3.33	3.37	3.40	3.43	3.45	3.47	3.47
	0.01	3.76	3.92	4.03	4.12	4.17	4.23	4.27	4.31	4.34	4.39	4.44	4.47	4.50	4.53	4.53
100	0.05	2.80	2.95	3.05	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.36	3.40	3.42	3.45	3.47	3.47
	0.01	3.71	3.86	3.98	4.06	4.11	4.17	4.21	4.25	4.29	4.35	4.38	4.42	4.45	4.48	4.48
∞	0.05	2.77	2.92	3.02	3.09	3.15	3.19	3.23	3.26	3.29	3.34	3.38	3.41	3.44	3.47	3.47
	0.01	3.64	3.80	3.90	3.98	4.04	4.09	4.14	4.17	4.20	4.26	4.31	4.34	4.38	4.41	4.41

Fuente: pág. Pdf. de internet