

# **ANEXOS**

**ANEXOS A**  
**INFORME DE LABORATORIO**

**ANEXO B**

**TEST DE EVALUACION SENSORIAL**

**ANEXO B.1**

**TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR EL  
PROTOTIPO EN LOS ATRIBUTOS ASPECTO Y COLOR DE LAS  
GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE AVENA**

**Nombre Completo:**.....**Set: Domicilio Particular**  
**Fecha:**.....

Sírvase apreciar las muestras presentadas en este panel, para calificar el atributo aspecto color de las tres muestras; aplicando un test de escala hedónica que comprende una puntuación entre valores de 1 y 9; como se muestra a continuación. De su calificación sincera se elegirá la muestra más representativa en el aspecto y color de las Galletas.

**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

Muestras	Aspecto (Escala hedónica)	Color (Escala hedónica)
M1		
M2		

**Observaciones:**.....  
.....  
.....  
.....

## ANEXO B.2

### TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR DEL ATRIBUTO COLOR EN LA DOSIFICACION

**Nombre Completo:**.....**Set: Domicilio Particular**  
**Fecha:**.....

Sírvase degustar las ocho muestras que se presentan en este panel evaluando los atributos de color según un test en escala hedónica, indicados a continuación.

Su juicio sincero será útil en el desarrollo del trabajo de investigación: *“Elaboración de Galletas Fortificadas con Harina de Avena”*).

#### RANGO DE PUNTUACIÓN

- 10) ME DESAGRADA MUCHÍSIMO
- 11) ME DESAGRADA MUCHO
- 12) ME DESAGRADA MODERADAMENTE
- 13) ME DESAGRADA LIGERAMENTE
- 14) NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA
- 15) ME GUSTA LIGERAMENTE
- 16) ME GUSTA MODERADAMENTE
- 17) ME GUSTA MUCHO
- 18) ME GUSTA MUCHÍSIMO

Muestras	Color (Escala hedónica)
M1	
M2	
M3	
M4	
M5	
M6	
M7	
M8	

**Observaciones:**.....  
.....  
.....  
.....

**ANEXO B.3**

**TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS (SABOR, OLOR, TEXTURA) Y PRESENTACION) EN LA DOSIFICACION DE INGREDIENTES PARA LA ELABORACION DE LA GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE AVENA**

**Nombre Completo:**.....**Set: Domicilio Particular**

**Fecha:**.....

Sírvase degustar las ocho muestras que se presentan en este panel evaluando los atributos sensoriales según un test en escala hedónica, indicados a continuación.

Su juicio sincero será útil en el desarrollo del trabajo de investigación: ***“Elaboración de Galletas Fortificadas con Harina de Avena”***

**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

Muestras	Atributos (Escala hedónica)			
	Olor	Sabor	Textura	Presentación
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				
M7				
M8				

**Observaciones:**.....  
.....  
.....  
.....

## ANEXO B.4

### TEST DE EVALACION SENSORIAL PARA DETERMINAR LOS ATRIBUTOS COLOR, SABOR, OLORES, TEXTURA Y PRESENTACION EN EL PRODUCTO TERMINADO

**Nombre Completo:**.....**Set: Domicilio Particular**

**Fecha:**.....

Deguste cuidadosamente las muestras de “galletas fortificadas con harina de avena”, presentadas en este panel, e indique su agrado, calificando de acuerdo a escala hedónica los atributos indicados.

#### 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

Atributos (Escala hedónica)				
Color	Olor	Sabor	Textura	Presentación

**Observaciones:**.....  
.....  
.....  
.....

## **ANEXO C**

# **RESULTADOS Y ANALISIS ESTADISTICOS**



## ANEXO C-1

### PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA DE FISHER Y DUNCAN

El análisis estadístico empleado (Ureña y D'Arrigo, 1999) para la evaluación sensorial en el desarrollo del trabajo de investigación, 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.

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

Ha: Al menos un juez emitió una opinión diferente.

**2 Nivel de significación:** 0.01 (99%)

**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 Criterios de aceptación o rechazo para $\alpha = 0.01$

Se acepta Hp si  $F_{cal} \leq F_{tab}$

Se rechaza Hp si  $F_{cal} \geq F_{tab}$  (Duncan)

#### 6 Construcción del cuadro de ANVA

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

Donde:  $n$  = número de jueces

$a$  = número de muestras

#### Suma de cuadrados total SC(T)

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

#### 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 (B)

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

#### Suma de cuadrados del error SC (E)

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

En base a los resultados de la suma de cuadrados, se procede a construir la tabla E.2.1.

**Tabla C1**  
**Análisis de varianza**

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrado (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	SC(T)	(na)-1			
<b>Tratamientos</b>	SC(A)	(a-1)	$\frac{SC(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{v_1 - GL_{SC(A)}}{v_2 - GL_{SC(E)}}$
<b>Jueces</b>	SC(B)	(n-1)	$\frac{SC(B)}{(n-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{v_1 - GL_{SC(B)}}{v_2 - GL_{SC(E)}}$
<b>Error</b>	SC(E)	(a-1)(n-1)	$\frac{SC(E)}{(a-1)(n-1)}$		

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

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

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

**7 Desarrollo de la prueba de Duncan:**

Determinar el valor de la varianza muestral del experimento  $S^2 / y = \overline{CM(E)/n}$

**8 Estimación de las amplitudes estudiantizadas de Duncan con un nivel de significación  $\alpha = 0,01$**

**Tabla C2**  
**Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan**

Número de promedios	AES (D)	ALS (D) = AES(D)* $S^2/y$
2		
n...		

**9. Ordenando los promedios de mayor a menor:**

**Tabla C3**  
**Valores promedio de las muestras**

Muestra n...	Muestra 2	Muestra 1

**10. Análisis de los tratamientos:**

**Tabla C4**  
**Análisis de los tratamientos**

Tratamientos	Análisis de los valores	Efectos
Muestra n...- Muestra 2		
Muestra n...- Muestra 1		

Para la resolución de todos los análisis sensoriales del trabajo de investigación, se realizó en una planilla de Microsoft Office, Excel 2007, en la cual se detallan:

En la tabla C5, se muestra los datos obtenidos de la evaluación sensorial para el atributo color

**Tabla C5**  
**Resultados del atributo color para el prototipo de Galleta**

JUECES	MA	MB	$\Sigma Y_j$
1	7	8	15
2	8	9	17
3	8	8	16
4	6	8	14
5	7	9	16
6	8	9	17
7	7	8	15
8	8	9	17
9	6	7	13
10	7	8	15
PROMEDIO	7,2	8,3	
$\Sigma Y_{ij}$	72	83	155
$\Sigma Y_{ij}^2$	144	166	310

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC(T) = 7^2 + 8^2 + 8^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2 + \dots + 6^2 + 7^2 + 8^2 + 9^2 + 8^2 + 7^2 - \frac{(310)^2}{10(2)} = 45,39$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC(A) = \frac{(98)^2 + (100)^2 + \dots + (107)^2}{10} - \frac{(310)^2}{10(2)} = 6,27$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC(B) = \frac{(18)^2 + (19) + \dots + (21)^2}{2} - \frac{310^2}{10 \cdot 2} = 38,70$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC(E) = 45,39 - 6,27 - 15,78 = 15,45$$

En base a los resultados de la suma de cuadrados, se procede a construir la tabla para el atributo color.

**Tabla C-6**  
**Análisis de Varianza del atributo Color para determinar el porcentaje de harina de avena**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	45,39	23			
<b>Muestras</b>	6,27	4	3,34	3,87	<b>4,34</b>
<b>Jueces</b>	38,70	7	3,19	5,87	<b>3,45</b>
<b>Error</b>	<b>15,45</b>	<b>19</b>	<b>0,74</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

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

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

En la tabla, se muestra los resultados obtenidos de la evolución sensorial del atributo sabor, para el prototipo de galleta.

**Tabla C-7 Atributo Sabor para determinar el porcentaje de harina de Avena**

Jueces	Muestras		Total
	A(10%)	B(15%)	
<b>1</b>	5	6	<b>11</b>
<b>2</b>	7	7	<b>14</b>
<b>3</b>	6	9	<b>15</b>
<b>4</b>	7	8	<b>15</b>
<b>5</b>	7	9	<b>16</b>
<b>6</b>	6	8	<b>14</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	8	<b>14</b>
<b>10</b>	6	9	<b>15</b>
<b>- X</b>	<b>6,5</b>	<b>8,2</b>	<b>14.7</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC (T) = 5^2 + 7^2 + 6^2 + 7^2 + 7^2 + 6^2 + \dots + 7^2 + 7^2 + 6^2 + 8^2 + 7^2 + 6^2 - \frac{(294)^2}{10(2)} = 43,78$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC (A) = \frac{(98)^2 + (100)^2 + \dots + (107)^2}{10} - \frac{(305)^2}{15(3)} = 2,34$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC (B) = \frac{(18)^2 + (19)^2 + \dots + (21)^2}{2} - \frac{(294)^2}{10(2)} = 12,78$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC (E) = 43,78 - 2,34 - 12,78 = 38,76$$

En base a los resultados de la suma de cuadrados, se procede a construir la tabla C-1.4 para el atributo aspecto.

**Tabla C-8**  
**Análisis de varianza del atributo sabor de prototipo en la elaboración de las galletas**

Fuente de variación (FV)	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
Muestras	2,34	2	1,622	1,015	3,340
Jueces	12,78	14	1,127	0,705	2,067
Error	38,76	28	1,598		
<b>Total</b>	<b>53,78</b>	<b>44</b>			

**Fuente:** elaboración propia

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

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

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

## ANEXO C-2

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE DUNCAN PARA EL ATRIBUTO APARIENCIA EL PROCESO DE DOSIFICACION EN LA ELABORACION DE LAS GALLETAS FORTIFICADAS CON HARINA DE AVENA

En la tabla, se muestra los resultados obtenidos de la evolución sensorial del atributo color, para la dosificación de ingredientes en la elaboración de Galletas Fortificadas con Harina de Avena.

**Tabla C-9 Atributo Apariencia para determinar el porcentaje de harina de Avena**

Jueces	Muestras		Total
	A(10%)	B(15%)	
<b>1</b>	5	6	<b>11</b>
<b>2</b>	6	7	<b>13</b>
<b>3</b>	7	8	<b>15</b>
<b>4</b>	6	8	<b>14</b>
<b>5</b>	7	9	<b>16</b>
<b>6</b>	6	7	<b>13</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	7	9	<b>16</b>
- <i>X</i>	<b>6,5</b>	<b>7,9</b>	<b>14,4</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC (T) = 8^2 + 7^2 + 7^2 + 7^2 + 8^2 + 5^2 + \dots + 6^2 + 8^2 + 9^2 + 8^2 + 7^2 + 8^2 - \frac{(144)^2}{10(2)} = 34.56$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC (A) = \frac{(89)^2 + (97)^2 + \dots + (99)^2}{10} - \frac{(144)^2}{10(2)} = 3.87$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC (B) = \frac{(53)^2 + (43)^2 + \dots + (50)^2}{8} - \frac{(746)^2}{15(8)} = 39.70$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC (E) = 34.56 - 3.87 - 39.70 = 6.80$$

En base a los resultados de la suma de cuadrados, se procede a construir la tabla para el atributo apariencia.

**Tabla C-10**  
**Análisis de Varianza del atributo apariencia para determinar el porcentaje de harina de avena**

<b>Fuente de Varianza</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>Fcal</b>	<b>Ftab</b>
<b>Total</b>	34,56	39			
<b>Muestras</b>	3,87	3	1,43	3,31	<b>3,66</b>
<b>Jueces</b>	39,70	9	5,35	9,92	<b>3,46</b>
<b>Error</b>	<b>6,80</b>	<b>19</b>	<b>0,3</b>		

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO C.3

#### 1 EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR

En la tabla se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo color en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C-11)(Anexo C).

**Tabla C-11 Atributo Color para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar**

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
<b>1</b>	5	6	<b>11</b>
<b>2</b>	6	7	<b>13</b>
<b>3</b>	7	8	<b>15</b>
<b>4</b>	6	8	<b>14</b>
<b>5</b>	7	9	<b>16</b>
<b>6</b>	6	7	<b>13</b>
<b>7</b>	8	9	<b>17</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	7	9	<b>16</b>
- <b>X</b>	<b>6,5</b>	<b>7,9</b>	<b>14,4</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC (T) = 5^2 + 6^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 8^2 + 9^2 + 8^2 + 7^2 + 6^2 - \frac{(144)^2}{10(2)} = 145,36$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC (A) = \frac{(99)^2 + (97)^2 + \dots + (96)^2}{10} - \frac{(773)^2}{10(2)} = 9,55$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC (B) = \frac{(40)^2 + (51)^2 + \dots + (53)^2}{8} - \frac{(773)^2}{15(8)} = 56,97$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC (E) = 145,36 - 9,55 - 56,97 = 82,65$$



En la tabla se observa los resultados del análisis de varianza para poder determinar el porcentaje de manteca vegetal para la elaboración de galletas fortificadas; datos que fueron extraídos de la tabla C-11(Anexo C).

**Tabla C-12**  
**Análisis de Varianza atributo color para determinar el porcentaje de harina de avena**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	145,36	114			
<b>Muestras</b>	9,55	8	2,21	1,44	<b>3,13</b>
<b>Jueces</b>	56,97	16	4,98	6,07	<b>1,66</b>
<b>Error</b>	<b>82,65</b>	<b>93</b>	<b>0,81</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

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

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

**EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

En la tabla se muestra los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor en escala hedónica, para determinar el porcentaje de manteca vegetal y porcentaje de azúcar obtenidas de la tabla (C-13)(Anexo C).

**Tabla C-13 Atributo Sabor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar**

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
<b>1</b>	8	9	<b>17</b>
<b>2</b>	7	8	<b>15</b>
<b>3</b>	8	8	<b>16</b>
<b>4</b>	8	9	<b>17</b>
<b>5</b>	7	8	<b>15</b>
<b>6</b>	8	7	<b>15</b>
<b>7</b>	9	8	<b>17</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	8	<b>14</b>
<b>10</b>	6	9	<b>15</b>
- <b>X</b>	<b>7,4</b>	<b>8,3</b>	<b>15,7</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC (T) = 9^2 + 8^2 + 8^2 + 7^2 + 8^2 + 6^2 + \dots + 5^2 + 6^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 6^2 - \frac{(157)^2}{10(2)} = 176,35$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC (A) = \frac{(99)^2 + (97)^2 + \dots + (100)^2}{15} - \frac{(811)^2}{15(8)} = 13,66$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC (B) = \frac{(52)^2 + (54)^2 + \dots + (54)^2}{8} - \frac{(811)^2}{15(8)} = 65,67$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC (E) = 176,35 - 13,66 - 65,67 = 101,09$$

**Tabla C-14**

**Análisis de Varianza Atributo Sabor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	176,35	123			
<b>Muestras</b>	13,66	7	1,87	1,94	<b>2,14</b>
<b>Jueces</b>	65,67	15	4,65	4,65	<b>1,88</b>
<b>Error</b>	<b>101,09</b>	<b>93</b>	<b>1,45</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO C-4**

**EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO OLOR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

**TablaC-15 Atributo olor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar**

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
<b>1</b>	8	9	<b>17</b>
<b>2</b>	7	8	<b>15</b>
<b>3</b>	8	8	<b>16</b>
<b>4</b>	8	7	<b>15</b>
<b>5</b>	9	9	<b>18</b>
<b>6</b>	8	8	<b>16</b>
<b>7</b>	9	8	<b>17</b>
<b>8</b>	9	9	<b>18</b>
<b>9</b>	9	9	<b>18</b>
<b>10</b>	7	7	<b>14</b>
- <b>X</b>	<b>7,47</b>	<b>7,60</b>	<b>16,4</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta las ecuaciones del análisis estadístico se tiene:

**Suma de cuadrados total**

$$SC (T) = 6^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2 + \dots + 7^2 + 8^2 + 9^2 + 9^2 + 6^2 + 7^2 - \frac{(164)^2}{10(2)} = 145,67$$

**Suma de cuadrados de los tratamientos**

$$SC (A) = \frac{(101)^2 + (101)^2 + \dots + (96)^2}{10} - \frac{(809)^2}{15(8)} = 1,89$$

**Suma de cuadrados de los jueces**

$$SC (B) = \frac{(45)^2 + (53)^2 + \dots + (53)^2}{8} - \frac{(809)^2}{15(8)} = 77,98$$

**Suma de cuadrados del error**

$$SC (E) = 145,67 - 1,89 - 77,98 = 65,09$$

**Tabla C-16**  
**Análisis de Varianza Atributo Olor para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	145,67	118			
<b>Muestras</b>	1,89	6	0,27	0,49	<b>3,13</b>
<b>Jueces</b>	77,98	15	5,67	9,34	<b>2,99</b>
<b>Error</b>	<b>65,09</b>	<b>97</b>	<b>0,67</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR**

**Tabla C-17 Atributo textura para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar**

Jueces	Muestras		Total
	A(30%-20%)	B(40%-30%)	
1	6	7	13
2	7	8	15
3	8	9	17
4	7	7	14
5	7	8	15
6	6	7	13
7	8	9	17
8	7	8	15
9	6	7	13
10	8	9	17
- <b>X</b>	<b>7,0</b>	<b>7,9</b>	<b>14,9</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla C-18**  
**Análisis de Varianza Atributo Textura para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	167,98	117			
<b>Muestras</b>	3,89	8	0,65	0,48	<b>2,15</b>
<b>Jueces</b>	46,54	15	3,24	2,99	<b>1,88</b>
<b>Error</b>	<b>117,34</b>	<b>96</b>	<b>1,19</b>		

### ANEXO C-5

#### EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO APARIENCIA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE MANTECA VEGETAL Y PORCENTAJE DE AZUCAR

TablaC-19 Atributo apariencia para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Porcentaje de Azúcar

Jueces	Muestras		Total
	A (30%-20%)	B (40%-30%)	
<b>1</b>	7	7	<b>14</b>
<b>2</b>	8	9	<b>17</b>
<b>3</b>	6	7	<b>13</b>
<b>4</b>	7	7	<b>14</b>
<b>5</b>	8	9	<b>17</b>
<b>6</b>	8	8	<b>16</b>
<b>7</b>	6	7	<b>13</b>
<b>8</b>	7	9	<b>16</b>
<b>9</b>	6	7	<b>13</b>
<b>10</b>	7	7	<b>14</b>
<b>- X</b>	<b>7,0</b>	<b>7,7</b>	<b>13,7</b>

Fuente: Elaboración Propia

**TablaC-20**  
**Análisis de Varianza Atributo Apariencia para determinar el porcentaje de Manteca Vegetal y Azúcar**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	18,18	39			
<b>Muestras</b>	0,93	1	0,84	1,65	<b>4,66</b>
<b>Jueces</b>	9,67	14	0,67	1,26	<b>2,67</b>
<b>Error</b>	<b>7,89</b>	<b>14</b>	<b>0.65</b>		

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO C-6**

**EVALUACION SENSORIAL DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA LA DETERMINAR EL TIEMPO Y TEMPERATURA DEL HORNEADO**

**Tabla C-21 Atributo Textura para determinar el tiempo y temperatura de horneado**

Jueces	Temperatura(180°C)	Temperatura(160°C)	Total
	<b>10min</b>	<b>20min</b>	
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	
<b>1</b>	5	8	
<b>2</b>	5	8	
<b>3</b>	9	7	
<b>4</b>	9	9	
<b>5</b>	7	8	
<b>6</b>	8	8	
<b>7</b>	8	8	
<b>8</b>	6	7	
<b>9</b>	7	8	
<b>10</b>	7	8	
-			
<b>X</b>	<b>7,70</b>	<b>7,90</b>	

Fuente: Elaboración Propia

**PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO TEXTURA PARA DETERMINAR EL TIEMPO Y TEMPERATURA DE HORNEADO**

En la tabla se muestra los resultados estadísticos de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla(AnexoC ).

**Tabla C-22**  
**Prueba de Duncan del atributo textura para determinar el tiempo y temperatura de horneado**

Tratamientos	Comparación	Efectos
<b>M1-M2</b>	<b>7,90&gt;7,70</b>	<b>Si hay diferencia significativa</b>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO C-7

### 4.5 DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE DOSIFICACION

3

En la siguiente tabla se muestra el diseño experimental 2 en el proceso de dosificación de las galletas fortificadas con harina de avena tomando en cuenta: % de harina de avena; % de manteca vegetal; % de azúcar y la variable respuesta (% de humedad, textura) .

**Tabla C-23**

**Análisis de Varianza para elegir la variable del proceso**

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	8,4035	18	0,6473		
<b>FactorHa</b>	0,788	1	0,7889	3,24,55	
<b>Factor Mv</b>	0,0073	1	0,0065	0,0308	
<b>Factor Az</b>	4,8601	1	4,9601	0,0004	<b>7,36</b>
<b>Factor Ha Mv</b>	0,0002	1	0,0002	0,9605	
<b>Factor Ha Az</b>	0,3916	1	0,3916	0,1876	
<b>Factor MvAz</b>	0,0046	1	0,0036	*11,8776	
<b>FactorHaMvAz</b>	0,00532	1	0,00576	0,0188	
<b>Error experimental</b>	<b>6,3952</b>	<b>15</b>	<b>0,4068</b>		

Fuente: Elaboración Propia

\*significativo

### DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE HORNEADO

**Tabla C-24**

**Análisis de Varianza para el proceso de horneado**

Fuente de Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	11,90	9			
<b>Temperatura(T)</b>	0,06	1	0,05	0,03	<b>8,76</b>
<b>Tiempo(t)</b>	0,89	1	0,96	0,59	<b>8,76</b>
<b>Interacción(T,t)</b>	3,18	1	3,17	2,13	<b>8,76</b>
<b>Error Experimental</b>	<b>8,86</b>	<b>5</b>	<b>2,94</b>		

Fuente: Elaboración Prop

## ANEXO C-8

### PRUEBA ESTADISTICA DEL ANALISIS SENSORIAL PARA EL PRODUCTO TERMINADO

**Tabla C-25**  
**Análisis de Varianza del análisis para el producto terminado**

Fuente Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	<b>74,08</b>	<b>84</b>			
<b>Atributo</b>	<b>6,35</b>	<b>5</b>	<b>2,09</b>	<b>3,45</b>	<b>3,55</b>
<b>Jueces</b>	<b>34,88</b>	<b>15</b>	<b>3,49</b>	<b>6,65</b>	<b>9,92</b>
<b>Error</b>	<b>26,85</b>	<b>56</b>	<b>0,45</b>		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la tabla anterior  $F_{cal} < F_{tab}$  para los atributo sensorial de textura no existe evidencia estadística de variación entre las diferentes muestras.

#### 4,6,2 ANALISIS FISICOQUIMICO DEL PRODUCTO TERMINADO

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico realizado al producto terminado.

**Tabla C-26**  
**Análisis Fisicoquímico del producto terminado**

Parámetros	Unidad	Valor
<b>Humedad</b>	%	<b>9,39</b>
<b>Proteína Total</b>	%	<b>9,55</b>

Fuente: APROTEC 2012-02-19

#### ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado al producto terminado (Anexo A)

**Tabla C-27**  
**Análisis microbiológico del producto terminado**

Parámetro	Unidad	Valores
<b>Coniformes fecales</b>	NMP/g	<b>0</b>
<b>Coniformes totales</b>	NMP/g	<b>0</b>
<b>Bacterias aerobias mesó filas</b>	Ucf/g	<b>1,5 x10<sup>7</sup></b>
<b>Mohos y levaduras</b>	Ucf/g	<b>2</b> <b>4,3 x10<sup>7</sup></b>

Fuente: CEANID



ANEXO D  
DISEÑO EXPERIMENTAL

**ANEXO D**  
**PROCEDIMIENTO PARA LA RESOLUCIÓN DEL DISEÑO 2<sup>3</sup>**

Según (Ramírez, 2010), el diseño experimental de dos niveles y tres factores de estudio, se puede representar en una matriz experimental para indicar las combinaciones de un experimento 2<sup>3</sup> de ocho corridas para k= factores. En la tabla D.1.1, se muestra la matriz experimental del diseño 2<sup>3</sup>.

**Tabla D.1.1**  
**Tabla de Matriz experimental del diseño factorial 2<sup>3</sup>**

Corridas	Variables			Interacciones de las variables				Y <sub>i</sub>
	S	G	M	S.G	S.M	G.M	S.G.M	
1	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>
2	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>
3	-	+	-	-	+	-	+	Y <sub>3</sub>
4	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>
5	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>
6	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>
7	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>
8	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>

Fuente: Ramírez, 2010

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

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

$$SS = \frac{(\text{Contraste})^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.1]}$$

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

**La suma de Cuadrados del factor A**

$$SS_A = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.2]}$$

**La suma de Cuadrados del factor B**

$$SS_B = \frac{(\text{Contraste}_B)^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.3]}$$

**La suma de Cuadrados del factor C**

$$SS_C = \frac{(\text{Contraste}_C)^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.4]}$$

**La suma de Cuadrados de la interacción de los factores AB**

$$SS_{AB} = \frac{(\text{Contraste}_{AB})^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.5]}$$

**La suma de Cuadrados de la interacción de los factores AC**

$$SS_{AC} = \frac{(\text{Contraste}_{AC})^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.6]}$$

**La suma de Cuadrados de la interacción de los factores BC**

$$SS_{BC} = \frac{(\text{Contraste}_{BC})^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.7]}$$

**La suma de Cuadrados de la interacción de los factores ABC**

$$SS_{ABC} = \frac{(\text{Contraste}_{ABC})^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.8]}$$

La suma de cuadrado total y la suma de cuadrados del error se calcula de forma usual.

**La suma de Cuadrados del total de los factores T**

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^n Y_{ijkl}^2 - \frac{T^2}{8n} \quad \text{Ecuación [D.1.9]}$$

**La suma de Cuadrados del Error de los factores E**

$$SS(E) = SS(T) - SS(A) - SS(B) - SS(C) - SS(AB) - SS(AC) - SS(BC) - SS(ABC) \quad \text{Ecuación [D.1.10]}$$

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

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

**Tabla D1**  
**ANVA para el diseño 2<sup>3</sup>**

<b>Fuente de variación (FV)</b>	<b>Suma de cuadrados (SC)</b>	<b>Grados de libertad (GL)</b>	<b>Cuadradosmedios (CM)</b>	<b>Fisher calculado (Fcal)</b>	<b>Fisher tabulado (Ftab)</b>
<b>Total</b>	SS(T)	n2 <sup>3</sup> -1			
<b>Factor A</b>	SS(A)	(a-1)	CM A = $\frac{SS(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(A)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Factor B</b>	SS(B)	(b-1)	CM B = $\frac{SS(B)}{(b-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(B)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Factor C</b>	SS(C)	(c-1)	CM C = $\frac{SS(C)}{(c-1)}$	$\frac{CM(C)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(C)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Interacción AB</b>	SS(AB)	(a-1)(b-1)	CM AB = $\frac{SS(AB)}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CM(AB)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AB)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Interacción AC</b>	SS(AC)	(a-1)(c-1)	CM AC = $\frac{SS(AC)}{(a-1)(c-1)}$	$\frac{CM(AC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AC)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Interacción BC</b>	SS(BC)	(b-1)(c-1)	CM BC = $\frac{SS(BC)}{(b-1)(c-1)}$	$\frac{CM(BC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(BC)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Interacción ABC</b>	SS(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	CM ABC = $\frac{SS(ABC)}{(a-1)(b-1)(c-1)}$	$\frac{CM(ABC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(ABC)}}{GL_{SS(E)}}$
<b>Error</b>	SS(E)	(n2 <sup>k-1</sup> )	CM E = $\frac{SS(E)}{n2^{k-1}}$		

Fuente: Ramírez, 2010

## ALGORITMO DE YATES PARA UN DISEÑO $2^k$

Como se pudo observar en la construcción de la tabla ANVA, para encontrar los contrastes y 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 en un diseño factorial  $2^k$  fue propuesta por Yates (1937), el cual se procede a elaborar un tabla cuadro de algoritmos de la siguiente manera:

*Cuadro de Algoritmo de Yates para un diseño factorial  $2^3$*

Combinación de tratamientos	Respuesta ( $Y_i$ )		Columna (1)		Columna (2)		Columna (3)	Efectos
(1)	$Y_1$	$Y_1+Y_2$	$Y_9$	$Y_9+Y_{10}$	$Y_{17}$	$Y_{17}+Y_{18}$	$Y_{25}$	
a	$Y_2$	$Y_3+Y_4$	$Y_{10}$	$Y_{11}+Y_{12}$	$Y_{18}$	$Y_{19}+Y_{20}$	$Y_{26}$	$Y_{26}/n2^k-1$
b	$Y_3$	$Y_5+Y_6$	$Y_{11}$	$Y_{13}+Y_{14}$	$Y_{19}$	$Y_{21}+Y_{22}$	$Y_{27}$	$Y_{27}/n2^k-1$
ab	$Y_4$	$Y_7+Y_8$	$Y_{12}$	$Y_{15}+Y_{16}$	$Y_{20}$	$Y_{23}+Y_{24}$	$Y_{28}$	$Y_{28}/n2^k-1$
c	$Y_5$	$Y_2-Y_1$	$Y_{13}$	$Y_{10}-Y_9$	$Y_{21}$	$Y_{18}-Y_{17}$	$Y_{29}$	$Y_{29}/n2^k-1$
ac	$Y_6$	$Y_4-Y_3$	$Y_{14}$	$Y_{12}-Y_{11}$	$Y_{22}$	$Y_{20}-Y_{19}$	$Y_{30}$	$Y_{30}/n2^k-1$
bc	$Y_7$	$Y_6-Y_5$	$Y_{15}$	$Y_{14}-Y_{13}$	$Y_{23}$	$Y_{22}-Y_{21}$	$Y_{31}$	$Y_{31}/n2^k-1$
abc	$Y_8$	$Y_8-Y_7$	$Y_{16}$	$Y_{16}-Y_{15}$	$Y_{24}$	$Y_{24}-Y_{23}$	$Y_{32}$	$Y_{32}/n2^k-1$

**Fuente:** Ramírez, 2010

La primera columna está compuesta por las combinaciones de los tratamientos escritos en orden estándar.

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

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 segunda mitad

cambiando el signo del primer valor de cada par de la columna Respuesta y sumando los pares adyacentes.

Se crea una **columna (2)**, la 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 en 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 renglón.

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

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

Observación: Para la prueba parcial de los cálculos, se deben tomar en cuenta lo siguiente:

a) El primer valor de la columna  $k$ , siempre es igual a la suma de todas las observaciones.

b) La suma de los cuadrados de los elementos de la  $j$ -ésima columna, es igual a  $2j$  veces la suma de los cuadrados de los elementos de la columna de Respuesta.

**ANEXO E  
TABLAS**

**Tabla de Fisher para un nivel de confianza del 95%**

$v_1$  = Grados de libertad en el numerador     $v_2$  = Grados de libertad en el denominador

$v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,9	245,9	248,0	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,41
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,26

Fuente: Desarrollada con Excel © Microsoft Corp., 2005

## Tabla de Fisher para un nivel de confianza del 99%

$v_1$  = Grados de libertad en el numerador  
denominador

$v_2$  = Grados de libertad en el

$v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	4052	4999	5404	5624	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6107	6157	6209	6234	6260	6286	6313	6340	6366
2	98,50	99,00	99,16	99,25	99,30	99,33	99,36	99,38	99,39	99,40	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,48	99,48	99,49	99,50
3	34,12	30,82	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05	26,87	26,69	26,60	26,50	26,41	26,32	26,22	26,13
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,55	14,37	14,20	14,02	13,93	13,84	13,75	13,65	13,56	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,46	10,29	10,16	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	9,20	9,11	9,02
6	13,75	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72	7,56	7,40	7,31	7,23	7,14	7,06	6,97	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,99	6,84	6,72	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	5,82	5,74	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,18	6,03	5,91	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,20	5,12	5,03	4,95	4,86
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,61	5,47	5,35	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,48	4,40	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,20	5,06	4,94	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	4,08	4,00	3,91
11	9,65	7,21	6,22	5,67	5,32	5,07	4,89	4,74	4,63	4,54	4,40	4,25	4,10	4,02	3,94	3,86	3,78	3,69	3,60
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,64	4,50	4,39	4,30	4,16	4,01	3,86	3,78	3,70	3,62	3,54	3,45	3,36
13	9,07	6,70	5,74	5,21	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,34	3,25	3,17
14	8,86	6,51	5,56	5,04	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	3,18	3,09	3,01
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	3,05	2,96	2,87
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75
17	8,40	6,11	5,19	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3,00	2,92	2,83	2,75	2,65
18	8,29	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,84	3,71	3,60	3,51	3,37	3,23	3,08	3,00	2,92	2,84	2,75	2,66	2,57
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,77	3,63	3,52	3,43	3,30	3,15	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,70	3,56	3,46	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	2,61	2,52	2,42
21	8,02	5,78	4,87	4,37	4,04	3,81	3,64	3,51	3,40	3,31	3,17	3,03	2,88	2,80	2,72	2,64	2,55	2,46	2,36
22	7,95	5,72	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	2,50	2,40	2,31
23	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,07	2,93	2,78	2,70	2,62	2,54	2,45	2,35	2,26
24	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	2,40	2,31	2,21
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	2,99	2,85	2,70	2,62	2,54	2,45	2,36	2,27	2,17
26	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	2,96	2,81	2,66	2,58	2,50	2,42	2,33	2,23	2,13
27	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,93	2,78	2,63	2,55	2,47	2,38	2,29	2,20	2,10
28	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,90	2,75	2,60	2,52	2,44	2,35	2,26	2,17	2,07
29	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	2,23	2,14	2,04
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,84	2,70	2,55	2,47	2,39	2,30	2,21	2,11	2,01
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,66	2,52	2,37	2,29	2,20	2,11	2,02	1,92	1,81
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,50	2,35	2,20	2,12	2,03	1,94	1,84	1,73	1,60
120	6,85	4,79	3,95	3,48	3,17	2,96	2,79	2,66	2,56	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,66	1,53	1,38
$\infty$	3,84	4,61	3,78	3,3	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	2,19	2,04	1,88	1,79	1,70	1,59	1,48	1,33	1,05

Fuente: Desarrollada con Excel © Microsoft Corp., 2005



# $\alpha = 0.05$

Valores Críticos  $q'(p, df; 0.05)$  para pruebas de Rango Múltiple de Duncan

---



---

--

df	p->	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
-----										
--										
1	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969
17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969	17.969
17.969										
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	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	4.516	4.516
4	3.926	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	4.033	4.033
5	3.635	3.749	3.796	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	3.814	3.814
6	3.460	3.586	3.649	3.680	3.694	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697	3.697
7	3.344	3.477	3.548	3.588	3.611	3.622	3.625	3.625	3.625	3.625
3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625	3.625
8	3.261	3.398	3.475	3.521	3.549	3.566	3.575	3.579	3.579	3.579
3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579	3.579
9	3.199	3.339	3.420	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	3.547	3.547
10	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465	3.489	3.505	3.516	3.522	3.522
3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525	3.525
-----										
--										
11	3.113	3.256	3.341	3.397	3.435	3.462	3.480	3.493	3.501	3.501
3.506	3.509	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510	3.510
12	3.081	3.225	3.312	3.370	3.410	3.439	3.459	3.474	3.484	3.484
3.491	3.495	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498	3.498
13	3.055	3.200	3.288	3.348	3.389	3.419	3.441	3.458	3.470	3.470
3.478	3.484	3.488	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490	3.490
14	3.033	3.178	3.268	3.328	3.371	3.403	3.426	3.444	3.457	3.457
3.467	3.474	3.479	3.482	3.484	3.484	3.484	3.484	3.484	3.484	3.484
15	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.446
3.457	3.465	3.471	3.476	3.478	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480	3.480
16	2.998	3.144	3.235	3.297	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.437
3.449	3.458	3.465	3.470	3.473	3.476	3.477	3.477	3.477	3.477	3.477
17	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.365	3.392	3.412	3.429	3.429
3.441	3.451	3.459	3.465	3.469	3.472	3.474	3.475	3.475	3.475	3.475
18	2.971	3.117	3.210	3.274	3.320	3.356	3.383	3.404	3.421	3.421
3.435	3.445	3.454	3.460	3.465	3.469	3.472	3.473	3.474	3.474	3.474
19	2.960	3.106	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.415
3.429	3.440	3.449	3.456	3.462	3.466	3.469	3.472	3.473	3.474	3.474

20	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.390	3.409
3.423	3.435	3.445	3.452	3.459	3.463	3.467	3.470	3.472	3.473

-----

--

df	p->	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

-----

--

21	2.941	3.088	3.181	3.247	3.295	3.332	3.361	3.385	3.403
3.418	3.431	3.441	3.449	3.456	3.461	3.465	3.469	3.471	3.473
22	2.933	3.080	3.173	3.239	3.288	3.326	3.355	3.379	3.398
3.414	3.427	3.437	3.446	3.453	3.459	3.464	3.467	3.470	3.472
23	2.926	3.072	3.166	3.233	3.282	3.320	3.350	3.374	3.394
3.410	3.423	3.434	3.443	3.451	3.457	3.462	3.466	3.469	3.472
24	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390
3.406	3.420	3.431	3.441	3.449	3.455	3.461	3.465	3.469	3.472
25	2.913	3.059	3.154	3.221	3.271	3.310	3.341	3.366	3.386
3.403	3.417	3.429	3.439	3.447	3.454	3.459	3.464	3.468	3.471
26	2.907	3.054	3.149	3.216	3.266	3.305	3.336	3.362	3.382
3.400	3.414	3.426	3.436	3.445	3.452	3.458	3.463	3.468	3.471
27	2.902	3.049	3.144	3.211	3.262	3.301	3.332	3.358	3.379
3.397	3.412	3.424	3.434	3.443	3.451	3.457	3.463	3.467	3.471
28	2.897	3.044	3.139	3.206	3.257	3.297	3.329	3.355	3.376
3.394	3.409	3.422	3.433	3.442	3.450	3.456	3.462	3.467	3.470
29	2.892	3.039	3.135	3.202	3.253	3.293	3.326	3.352	3.373
3.392	3.407	3.420	3.431	3.440	3.448	3.455	3.461	3.466	3.470
30	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371
3.389	3.405	3.418	3.429	3.439	3.447	3.454	3.460	3.466	3.470

-----

--

31	2.884	3.031	3.127	3.195	3.246	3.287	3.319	3.346	3.368
3.387	3.403	3.416	3.428	3.438	3.446	3.454	3.460	3.465	3.470
32	2.881	3.028	3.123	3.192	3.243	3.284	3.317	3.344	3.366
3.385	3.401	3.415	3.426	3.436	3.445	3.453	3.459	3.465	3.470
33	2.877	3.024	3.120	3.188	3.240	3.281	3.314	3.341	3.364
3.383	3.399	3.413	3.425	3.435	3.444	3.452	3.459	3.465	3.470
34	2.874	3.021	3.117	3.185	3.238	3.279	3.312	3.339	3.362
3.381	3.398	3.412	3.424	3.434	3.443	3.451	3.458	3.464	3.469
35	2.871	3.018	3.114	3.183	3.235	3.276	3.309	3.337	3.360
3.379	3.396	3.410	3.423	3.433	3.443	3.451	3.458	3.464	3.469
36	2.868	3.015	3.111	3.180	3.232	3.274	3.307	3.335	3.358
3.378	3.395	3.409	3.421	3.432	3.442	3.450	3.457	3.464	3.469
37	2.865	3.013	3.109	3.178	3.230	3.272	3.305	3.333	3.356
3.376	3.393	3.408	3.420	3.431	3.441	3.449	3.457	3.463	3.469
38	2.863	3.010	3.106	3.175	3.228	3.270	3.303	3.331	3.355
3.375	3.392	3.407	3.419	3.431	3.440	3.449	3.456	3.463	3.469
39	2.861	3.008	3.104	3.173	3.226	3.268	3.301	3.330	3.353
3.373	3.391	3.406	3.418	3.430	3.440	3.448	3.456	3.463	3.469
40	2.858	3.005	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352
3.372	3.389	3.404	3.418	3.429	3.439	3.448	3.456	3.463	3.469

## FOTOGRAFIAS

### Proceso de elaboración



### Mezcla de insumos



### Troquelado y laminado



## Obtención del producto final

