

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
Total	SC(T)	(na)-1			
Tratamientos	SC(A)	(a-1)	$\frac{SC(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{v_1 - GL_{SC(A)}}{v_2 - GL_{SC(E)}}$
Jueces	SC(B)	(n-1)	$\frac{SC(B)}{(n-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{v_1 - GL_{SC(B)}}{v_2 - GL_{SC(E)}}$
Error	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	ΣY_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	
ΣY_{ij}	72	83	155
ΣY_{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
Total	45,39	23			
Muestras	6,27	4	3,34	3,87	4,34
Jueces	38,70	7	3,19	5,87	3,45
Error	15,45	19	0,74		

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%)	
1	5	6	11
2	7	7	14
3	6	9	15
4	7	8	15
5	7	9	16
6	6	8	14
7	8	9	17
8	7	9	16
9	6	8	14
10	6	9	15
- X	6,5	8,2	14.7

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		
Total	53,78	44			

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%)	
1	5	6	11
2	6	7	13
3	7	8	15
4	6	8	14
5	7	9	16
6	6	7	13
7	8	9	17
8	7	9	16
9	6	7	13
10	7	9	16
- <i>X</i>	6,5	7,9	14,4

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

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

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%)	
1	5	6	11
2	6	7	13
3	7	8	15
4	6	8	14
5	7	9	16
6	6	7	13
7	8	9	17
8	7	9	16
9	6	7	13
10	7	9	16
- X	6,5	7,9	14,4

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

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

Suma de cuadrados de los jueces

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

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
Total	145,36	114			
Muestras	9,55	8	2,21	1,44	3,13
Jueces	56,97	16	4,98	6,07	1,66
Error	82,65	93	0,81		

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%)	
1	8	9	17
2	7	8	15
3	8	8	16
4	8	9	17
5	7	8	15
6	8	7	15
7	9	8	17
8	7	9	16
9	6	8	14
10	6	9	15
- X	7,4	8,3	15,7

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
Total	176,35	123			
Muestras	13,66	7	1,87	1,94	2,14
Jueces	65,67	15	4,65	4,65	1,88
Error	101,09	93	1,45		

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%)	
1	8	9	17
2	7	8	15
3	8	8	16
4	8	7	15
5	9	9	18
6	8	8	16
7	9	8	17
8	9	9	18
9	9	9	18
10	7	7	14
- X	7,47	7,60	16,4

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
Total	145,67	118			
Muestras	1,89	6	0,27	0,49	3,13
Jueces	77,98	15	5,67	9,34	2,99
Error	65,09	97	0,67		

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
- X	7,0	7,9	14,9

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
Total	167,98	117			
Muestras	3,89	8	0,65	0,48	2,15
Jueces	46,54	15	3,24	2,99	1,88
Error	117,34	96	1,19		

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%)	
1	7	7	14
2	8	9	17
3	6	7	13
4	7	7	14
5	8	9	17
6	8	8	16
7	6	7	13
8	7	9	16
9	6	7	13
10	7	7	14
- X	7,0	7,7	13,7

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
Total	18,18	39			
Muestras	0,93	1	0,84	1,65	4,66
Jueces	9,67	14	0,67	1,26	2,67
Error	7,89	14	0,65		

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
	10min	20min	
	M1	M2	
1	5	8	
2	5	8	
3	9	7	
4	9	9	
5	7	8	
6	8	8	
7	8	8	
8	6	7	
9	7	8	
10	7	8	
- X	7,70	7,90	

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
M1-M2	7,90>7,70	Si hay diferencia significativa

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
Total	8,4035	18	0,6473		
FactorHa	0,788	1	0,7889	3,24,55	
Factor Mv	0,0073	1	0,0065	0,0308	
Factor Az	4,8601	1	4,9601	0,0004	7,36
Factor Ha Mv	0,0002	1	0,0002	0,9605	
Factor Ha Az	0,3916	1	0,3916	0,1876	
Factor MvAz	0,0046	1	0,0036	*11,8776	
FactorHaMvAz	0,00532	1	0,00576	0,0188	
Error experimental	6,3952	15	0,4068		

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
Total	11,90	9			
Temperatura(T)	0,06	1	0,05	0,03	8,76
Tiempo(t)	0,89	1	0,96	0,59	8,76
Interacción(T,t)	3,18	1	3,17	2,13	8,76
Error Experimental	8,86	5	2,94		

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
Total	74,08	84			
Atributo	6,35	5	2,09	3,45	3,55
Jueces	34,88	15	3,49	6,65	9,92
Error	26,85	56	0,45		

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
Humedad	%	9,39
Proteína Total	%	9,55

Fuente: APROTEC 2012-02-19

ANALISIS MICROBIOLOGICO 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
Coniformes fecales	NMP/g	0
Coniformes totales	NMP/g	0
Bacterias aerobias mesó filas	Ucf/g	1,5 x10⁷
Mohos y levaduras	Ucf/g	2 4,3 x10⁷

Fuente: CEANID

ANEXO D
DISEÑO EXPERIMENTAL

ANEXO D
PROCEDIMIENTO PARA LA RESOLUCIÓN DEL DISEÑO 2³

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 2³ de ocho corridas para k= factores. En la tabla D.1.1, se muestra la matriz experimental del diseño 2³.

Tabla D.1.1
Tabla de Matriz experimental del diseño factorial 2³

Corridas	Variables			Interacciones de las variables				Y _i
	S	G	M	S.G	S.M	G.M	S.G.M	
1	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
4	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

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 2³ 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 2³

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadradosmedios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
Total	SS(T)	n2 ³ -1			
Factor A	SS(A)	(a-1)	CM A = $\frac{SS(A)}{(a-1)}$	$\frac{CM(A)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(A)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor B	SS(B)	(b-1)	CM B = $\frac{SS(B)}{(b-1)}$	$\frac{CM(B)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(B)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor C	SS(C)	(c-1)	CM C = $\frac{SS(C)}{(c-1)}$	$\frac{CM(C)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(C)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción AB	SS(AB)	(a-1)(b-1)	CM AB = $\frac{SS(AB)}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CM(AB)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AB)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción AC	SS(AC)	(a-1)(c-1)	CM AC = $\frac{SS(AC)}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{CM(AC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AC)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción BC	SS(BC)	(b-1)(c-1)	CM BC = $\frac{SS(BC)}{(b-1)(c-1)}$	$\frac{CM(BC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(BC)}}{GL_{SS(E)}}$
Interacción ABC	SS(ABC)	(a-1)(b-1)(c-1)	CM ABC = $\frac{SS(ABC)}{(a-1)(b-1)(c-1)}$	$\frac{CM(ABC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(ABC)}}{GL_{SS(E)}}$
Error	SS(E)	(n2 ^{k-1})	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 una 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	∞
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	∞
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
∞	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	
3.506	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	
3.491	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	
3.478	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	
3.467	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	
3.457	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	
3.449	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	
3.441	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	
3.435	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	
3.429	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

