ANEXO A.1

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MATERIA PRIMA

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

Laboratorio Aspirante a la RELOAA / Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-036/037/038

INFORMACION GENERAL	C(13)	**1250**	Análisis N°	**5304**
Tipo de Alimento:	Carne de Cerdo	Empresa		
		Responsable del muestreo:		**Carla Anézaga**
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		100 gr.
Proveedor:		Estado de la muestra:		Muy bueno
Fecha de muestreo	19/09/2013	Fecha recepción de muestra		19/09/2013
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		19-9-13

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
	Análisis Organoleptico			
1	Aspecto			No determinado
2	Olor			No determinado
3	Sabor			No determinado
	Análisis Fisicos			
4	pH	pH	%	No determinado
5	Color		UICUMSA	No determinado
6	Densidad relativa a 20°C	D		No determinado
7	Humedad	H	%	59,16
8	Humedad y materiales volátiles	Hmv	%	No determinado
9	Materia seca	Ms	%	40,84
10	Ceniza (Base seca)	Sf	%	No determinado
11	Sólidos solubles (°Brix)	Ss	°Brix	No determinado
12	Polarización	P		No determinado
13	Indice de refracción	Ir		No determinado
	Análisis Quimicos			
14	Acidéz titulable	At (Ac. Oleico)	%Acido	No determinado
15	Indice de peróxido	Ip		No determinado
16	Rancidez	R	(+/-)	No determinado
17	Gluten húmedo	Gh	%	No determinado
18	Gluten seco	Gs	%	No determinado
19	Proteina total (base seca)	Pt	%	20,63
20	Materia grasa (base seca)	Mg	%	39,94
21	Fibra (base seca)	Fb	%	No determinado
22	Carbohidratos (base seca)	Ch	%	No determinado
23	Valor energético (base seca)	Cal	Cal/100 gr	No determinado
24	Calcio (base seca)	Ca	mg/Kg	No determinado
25	Bromato de potasio (cualitativo)	$KBrO_3$	mg/g	No determinado
26	Hierro	Fe	mg/g	No determinado
27	Cloruro de sodio	NaCl	mg/g	No determinado
28	Benzoato	Bz	mg/l	No determinado
29	Ciclamatos	CCs	mg/l	No determinado
30	Ciclamato de Sodio	CCsNa	%	No determinado
31	Colorantes	C	mg/l	No determinado
32	Sacarina	Sac	mg/l	No determinado
33	Azucares totales	Azt	mg/g	No determinado
34	Acido ascorbico (Vit. C)	Aa	mg/g	No determinado
	Análisis Microbiológicos			
35	Bacterias aeróbias mesófilas	Bam	UFC/g	No determinado
36	Coliformes fecales	Cf	NMP/g	3,00E+00
37	Coliformes totales	Ct	NMP/g	8,00E+00
38	Escherichia coli	Ec	NMP/g	No determinado
39	Mohos	M	UFC/g	No determinado
40	Levaduras	L	UFC/g	No determinado
41	Salmonella	Sal	NMP/g	No determinado

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

Ing. R. Jaime Figueroa Rioja Ph. D
RESPONSABLE QUIMICO
R. N. 6819
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

ANEXO A.2

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MATERIA PRIMA

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

Laboratorio Aspirante a la RELOAA / Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-036/037/038

INFORMACION GENERAL	C(13)	1249	Análisis N°	5383
Tipo de Alimento:	Cárne Vacuna	Empresa		
		Responsable del muestreo:		Carla Anazaga
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		100 gr.
Proveedor:		Estado de la muestra:		Muy bueno
Fecha de muestreo	19/09/2013	Fecha recepción de muestra		19/09/2013
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		19-9-13

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
	Análisis Organoleptico			
1	Aspecto			No determinado
2	Olor			No determinado
3	Sabor			No determinado
	Análisis Fisicos			
4	pH	pH	%	No determinado
5	Color		UICUMSA	No determinado
6	Densidad relativa a 20°C	D		No determinado
7	Humedad	H	%	20,81
8	Humedad y materiales volátiles	Hmv	%	No determinado
9	Materia seca	Ms	%	79,19
10	Ceniza (Base seca)	Sf	%	No determinado
11	Sólidos solubles (°Brix)	Ss	°Brix	No determinado
12	Polarización	P		No determinado
13	Indice de refracción	Ir		No determinado
	Análisis Quimicos			
14	Acidéz titulable	At (Ac. Oleico)	%Acido	No determinado
15	Indice de peróxido	Ip		No determinado
16	Rancidez	R	(+/-)	No determinado
17	Gluten húmedo	Gh	%	No determinado
18	Gluten seco	Gs	%	No determinado
19	Proteina total (base seca)	Pt	%	37,43
20	Materia grasa (base seca)	Mg	%	17,61
21	Fibra (base seca)	Fb	%	No determinado
22	Carbohidratos (base seca)	Ch	%	No determinado
23	Valor energético (base seca)	Cal	Cal/100 gr	No determinado
24	Calcio (base seca)	Ca	mg/Kg	No determinado
25	Bromato de potasio (cualitativo)	$KBrO_3$	mg/g	No determinado
26	Hierro	Fe	mg/g	No determinado
27	Cloruro de sodio	NaCl	mg/g	No determinado
28	Benzoato	Bz	mg/l	No determinado
29	Ciclamatos	CCs	mg/l	No determinado
30	Ciclamato de Sodio	CCsNa	%	No determinado
31	Colorantes	C	mg/l	No determinado
32	Sacarina	Sac	mg/l	No determinado
33	Azucares totales	Azt	mg/g	No determinado
34	Acido ascorbico (Vit. C)	Aa	mg/g	No determinado
	Análisis Microbiológicos			
35	Bacterias aeróbias mesófilas	Bam	UFC/g	No determinado
36	Coliformes fecales	Cf	NMP/g	8,00E+00
37	Coliformes totales	Ct	NMP/g	4,00E+01
38	Escherichia coli	Ec	NMP/g	No determinado
39	Mohos	M	UFC/g	No determinado
40	Levaduras	L	UFC/g	No determinado
41	Salmonella	Sal	NMP/g	No determinado

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

Ing. Nelson Molina Hoyos Ph. D
INGENIERO QUIMICO
R.N.I. 6819
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

ANEXO A.3

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA MATERIA PRIMA

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

Laboratorio Aspirante a la RELOAA / Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-036/037/038

INFORMACION GENERAL	**C(13)**	**1251**	Análisis N°	**5305**
Tipo de Alimento:	Tocino	Empresa		
		Responsable del muestreo:		**Carla Anézaga**
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		**100 gr.**
Proveedor:		Estado de la muestra:		**Muy bueno**
Fecha de muestreo	19/09/2013	Fecha recepción de muestra		**19/09/2013**
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		**19-9-13**

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
	Análisis Organoleptico			
1	Aspecto			No determinado
2	Olor			No determinado
3	Sabor			No determinado
	Análisis Fisicos			
4	pH	pH	%	No determinado
5	Color		UICUMSA	No determinado
6	Densidad relativa a 20ºC	D		No determinado
7	Humedad	H	%	55,42
8	Humedad y materiales volátiles	Hmv	%	No determinado
9	Materia seca	Ms	%	44,58
10	Ceniza (Base seca)	Sf	%	No determinado
11	Sólidos solubles (ºBrix)	Ss	ºBrix	No determinado
12	Polarización	P		No determinado
13	Indice de refracción	Ir		No determinado
	Análisis Químicos			
14	Acidéz titulable	At (Ac. Oleico)	%Acido	No determinado
15	Indice de peróxido	Ip		No determinado
16	Rancidez	R	(+/-)	No determinado
17	Gluten húmedo	Gh	%	No determinado
18	Gluten seco	Gs	%	No determinado
19	Protcina total (base seca)	Pt	%	4,20
20	Materia grasa (base seca)	Mg	%	70,50
21	Fibra (base seca)	Fb	%	No determinado
22	Carbohidratos (base seca)	Ch	%	No determinado
23	Valor energético (base seca)	Cal	Cal/100 gr	No determinado
24	Calcio (base seca)	Ca	mg/Kg	No determinado
25	Bromato de potasio (cualitativo)	$KBrO_3$	mg/g	No determinado
26	Hierro	Fe	mg/g	No determinado
27	Cloruro de sodio	NaCl	mg/g	No determinado
28	Benzoato	Bz	mg/l	No determinado
29	Ciclamatos	CCs	mg/l	No determinado
30	Ciclamato de Sodio	CCsNa	%	No determinado
31	Colorantes	C	mg/l	No determinado
32	Sacarina	Sac	mg/l	No determinado
33	Azucares totales	Azt	mg/g	No determinado
34	Acido ascorbico (Vit. C)	Aa	mg/g	No determinado
	Análisis Microbiológicos			
35	Bacterias acróbias mesófilas	Bam	UFC/g	No determinado
36	Coliformes fecales	Cf	NMP/g	1,00E+00
37	Coliformes totales	Ct	NMP/g	2,00E+00
38	Escherichia coli	Ec	NMP/g	No determinado
39	Mohos	M	UFC/g	No determinado
40	Levaduras	L	UFC/g	No determinado
41	Salmonella	Sal	NMP/g	No determinado

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

Ing. R. Juan Mollinedo Hoyos Ph. D
INGENIERO QUIMICO
R. N. I. 6819
SOCIEDAD DE INGENIEROS DE BOLIVIA

ANEXO A.4

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE MORTADELA PRIMAVERA

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

Laboratorio Aspirante a la RELOAA / Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-036/037/038

INFORMACION GENERAL	C(14)	19	Análisis Nº	5523
Tipo de Alimento:	**Mortadela Primavera**	Empresa		
Fuente:		Responsable del muestreo:		**Egr. Carla Amezaga**
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		Variable/plástico
Proveedor:		Estado de la muestra:		Muy bueno
Fecha de muestreo	16/01/2014	Fecha recepción de muestra		23/01/2014
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		23-1-14

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
Número de muestra				
	Humedad	**H**	**%**	
M-1				69,64
M-2				72,85
M-3				74,86
M-4				74,31
M-5				72,22
M-6				73,10
M-7				69,23
M-8				72,19
RM-1				67,24
RM-2				72,33
RM-3				74,48
RM-4				73,84
RM-5				72,38
RM-6				72,95
RM-7				69,11
RM-8				71,98

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

ANEXO A.5

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE MORTADELA PRIMAVERA

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

Laboratorio Aspirante a RELOAA/Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-36/37/38/39

INFORMACION GENERAL	C(14)	131	Análisis Nº	5635
Tipo de Alimento:	**Mortadela Primavera**	Empresa		
Fuente:		Responsable del muestreo:		**Egr. Carla Amezaga**
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		Variable/plástico
Proveedor:		Estado de la muestra:		Muy bueno
Fecha de muestreo	16/01/2014	Fecha recepción de muestra		06/02/2014
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		23-2-14

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
Número de muestra				
	Humedad	H	%	
M-1				68,27
M-2				73,12
M-3				75,34
M-4				74,96
M-5				71,96
M-6				74,22
M-7				73,20
M-8				70,77

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

RESP. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
LABORATORIO RIMH

INGENIERA DE ALIMENTOS
R.N.I. 27 447
COLEGIO DE INGENIEROS DE BOLIVIA

ANEXO A.6

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE “MORTADELA PRIMAVERA”

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

Laboratorio Aspirante a RELOAA/Certificado Ensayo Aptitud IBMETRO-DTA-CI-36/37/38/39

INFORMACION GENERAL	C(14)	132	Análisis N°	5636
Tipo de Alimento:	**Mortadela Primavera**	Empresa		
Fuente:		Responsable del muestreo:		**Egr. Carla Amezaga**
Prov./Dep/Mun.	Tarija/Cercado/Cercado	Cantidad y tipo de recipiente:		Variable/plástico
Proveedor:		Estado de la muestra:		Muy bueno
Fecha de muestreo	16/01/2014	Fecha recepción de muestra		06/02/2014
RESULTADOS DE ANALISIS		Fecha del análisis:		23-2-14

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
	Análisis Organoleptico			
1	Aspecto			No determinado
2	Olor			No determinado
3	Sabor			No determinado
	Análisis Fisicos			
4	pH	pH	%	No determinado
5	Color		UICUMSA	No determinado
6	Densidad relativa a 20ºC	D		No determinado
7	Humedad	H	%	71,96
8	Humedad y materiales volátiles	Hmv	%	No determinado
9	Materia seca	Ms	%	28,04
10	Ceniza (Base seca)	Sf	%	6,31
11	Sólidos solubles (ºBrix)	Ss	ºBrix	No determinado
12	Polarización	P		No determinado
13	Indice de refracción	Ir		No determinado
	Análisis Quimicos			
14	Acidéz titulable	At	%Acido	No determinado
15	Indice de peróxido	Ip		No determinado
16	Rancidez	R	mg/l	No determinado
17	Gluten húmedo	Gh	%	No determinado
18	Gluten seco	Gs	%	No determinado
19	Proteina total	Pt	%	54,32
20	Materia grasa	Mg	%	15,81
21	Fibra	Fb	%	23,36
22	Carbohidratos	Ch	%	0,21
23	Valor energético	KCal	KCal/100 gr	360,38
24	Fluor	Fl	mg/g	No determinado
25	Bromato de potasio (cualitativo)	$KBrO_3$	mg/g	No determinado
26	Hierro	Fe	mg/g	No determinado
27	Cloruro de sodio	NaCl	mg/g	No determinado
28	Benzoato	Bz	mg/l	No determinado
29	Ciclamatos	CCs	mg/l	No determinado
30	Ciclamato de Sodio	CCsNa	%	No determinado
31	Colorantes	C	mg/l	No determinado
32	Sacarina	Sac	mg/l	No determinado
33	Azucares totales	Azt	mg/g	No determinado
34	Acido ascorbico (Vit. C)	Aa	mg/g	No determinado
	Análisis Microbiológicos			
35	Bacterias aeróbias mesófilas	Bam	UFC/g	No determinado
36	Coliformes fecales	Cf	NMP/g	0,00E+00
37	Coliformes totales	Ct	NMP/g	0,00E+00
38	Escherichia coli	Ec	NMP/g	No determinado
39	Mohos	M	UFC/g	No determinado
40	Levaduras	L	UFC/g	No determinado
41	Salmonella	Sal	NMP/g	No determinado

OBSERVACIONES:

LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LA MUESTRA TOMADA POR EL CLIENTE

RESP. ANALISIS FISICO QUIMICO
LABORATORIO RIMH

INGENIERIA DE ALIMENTOS
R.N.I. 27.447
COLEGIO DE INGENIEROS DE BOLIVIA

ANEXO B.1

TEST DE EVALUACION SENSORIAL

PARA EL PROCESO DE CUTTER

“MORTADELA PRIMAVERA”

Set: …… Fecha: …… Hora: ……

Nombre: ……..

Instrucciones

Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe al producto obtenido “Mortadela Primavera”. Tenga presente que usted es el juez y el único que puede decidir lo que le gusta y nos ayudara a decidir sobre el trabajo experimental.

Escala de puntaje

(1) DESAGRADA MUCHÍSIMO

(2) DESAGRADA MUCHO

(3) DESAGRADA MODERADAMENTE

(4) DESAGRADA LIGERAMENTE

(5) NI GUSTA, NI DISGUSTA

(6) GUSTA LIGERAMENTE

(7) GUSTA MODERADAMENTE

(8) GUSTA MUCHO

(9) GUSTA MUCHÍSIMO

MUESTRA	SABOR	AROMA	COLOR	TEXTURA	APARIENCIA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

ANEXO B.2

TEST DE EVALUACION SENSORIAL

PARA EL PROCESO DE MEZCLADO

"MORTADELA PRIMAVERA"

Fecha: …… **Hora: ……**

Nombre:……

Instrucciones

Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe al producto obtenido "Mortadela Primavera". Tenga presente que usted es el juez y el único que puede decidir lo que le gusta y nos ayudara a decidir sobre el trabajo experimental.

Escala de puntaje

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

MUESTRA	TEXTURA	APARIENCIA
1		
2		
3		
4		

OBSERVACIONES:

……

……

Gracias.

ANEXO B.3

TEST DE EVALUACION SENSORIAL

PARA EL PRODUCTO FINAL

“MORTADELA PRIMAVERA”

Set: …… Fecha: …… Hora: ……

Nombre: ……

Instrucciones

Utilizando la escala que se detalla a continuación, anote la puntuación que mejor describe al producto final “Mortadela Primavera”. Tenga presente que usted es el juez y el único que puede decidir lo que le gusta y nos ayudara a decidir sobre el trabajo experimental.

Escala de puntaje

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

MUESTRA	APARIENCIA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
1					

Gracias.

ANEXO C.1

ANALISIS ESTADISTICO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

Según (Ureña et al, 1999), para realizar el análisis estadístico de la prueba de Duncan consta de los siguientes pasos:

1. Planteamiento de hipótesis

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

   H_A: Al menos una muestra es diferente a las demás.

2. Nivel de significación: 0,05 (5 %)
3. Prueba de significancia: Fisher y Duncan.
4. Suposiciones:
   - Los datos siguen una distribución normal.
   - Los datos son extraídos de un muestreo al azar.
5. Criterios de decisión:
   - Se acepta la H_P si el Fcal < Ftab.
   - Se rechaza la H_P si el Fcal > Ftab.
6. Construcción del cuadro de ANVA:

   Se construye el cuadro de análisis de varianza ANVA tomando en cuenta las siguientes expresiones matemáticas:

   Donde:

   a = Número de jueces.

   n = Número de tratamientos.

   - ✓ Suma de cuadrados totales:

     $$SC(T) = \sum Yij^2 - \frac{Yj^2}{a*n}$$ (Ecuación C1:1)

   - ✓ Suma de cuadrados del tratamiento:

     $$SC(A) = \frac{\sum Yi^2}{a} - \frac{Yj^2}{a*n}$$ (Ecuación C1:2)

   - ✓ Suma de cuadrados entre jueces:

     $$SC(J) = \frac{\sum Yj^2}{n} - \frac{Yj^2}{a*n}$$ (Ecuación C1:3)

- ✓ Suma de cuadrados de error:

$$SC(E) = SC(T) - SC(A) - SC(J)$$ (Ecuación C1:4)

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$$GL\ (T) = n - 1$$ (Ecuación C1:5)

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$$GL\ (J) = a - 1$$ (Ecuación C1:6)

- ✓ Grados de libertad del total:

$$GL(A) = (n * a) - 1$$ (Ecuación C1:7)

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) (Ecuación C1:8)

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$$ (Ecuación C1:9)

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$$CM(J) = \frac{SC\ (J)}{GL\ (J)}$$ (Ecuación C1:10)

- ✓ Cuadrado medio de error:

$$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$$ (Ecuación C1:11)

- ✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ (Ecuación C1:12)

ANALISIS ESTADISTICO DE DUNCAN

Desarrollo del procedimiento:

1. Se establece los criterios de aceptación o rechazo
   - Se acepta la Hp si la diferencia de promedios entre los tratamientos es ≤ que el límite de significación de Duncan (ALS(D)).
   - Se rechaza la Hp si la diferencia de promedios entre los tratamientos es > que el (ALS(D)).
2. Desarrollo de la prueba estadística
   - Determinar el valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$

- Encontrando los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES(D)) con un nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base de la ecuación:

  $$ALS(D) = AES(D)Sy$$

- Ordenamiento de los promedios de mayor a menor.
- Determinación de la existencia de las diferencias significativas.

ANEXO C.2

En el cuadro C.2.1. Se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.2.1.
Evaluación sensorial del atributo sabor en el proceso de cutter

Jueces	Muestras								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**ΣYj**
1	8	7	6	7	7	8	8	7	58
2	6	6	7	6	7	7	8	7	54
3	8	7	5	7	8	7	5	3	50
4	8	7	7	7	8	8	7	8	60
5	7	6	7	8	7	7	6	6	54
6	7	8	9	6	7	8	7	6	58
7	8	8	7	9	8	9	7	7	63
8	8	8	9	8	7	9	8	8	65
9	5	5	6	7	8	6	6	6	49
10	7	3	7	6	7	7	8	8	53
11	5	6	7	8	8	7	6	8	55
12	4	2	3	3	6	7	4	8	37
13	7	8	8	9	9	8	9	7	65
14	9	6	6	8	7	6	6	6	54
15	8	7	5	7	8	9	6	4	54
16	8	9	7	8	9	9	7	6	63
17	8	9	5	7	6	7	7	4	53
18	9	8	8	7	9	7	8	6	62
19	8	7	8	8	9	7	8	6	61
20	9	8	8	7	9	9	8	7	65
21	9	8	7	8	7	8	9	6	62
22	9	9	7	8	8	9	6	7	63
23	8	9	6	7	9	8	9	7	63
24	9	8	7	9	9	9	6	5	62
25	9	8	6	7	7	8	9	6	60
Promedio	7,64	7,08	6,72	7,28	7,76	7,76	7,12	6,36	
ΣYi	191	177	168	182	194	194	178	159	1443
ΣYi^2	1505	1327	1172	1362	1528	1528	1310	1053	10785

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = (8^2 + 6^2 + 8^2 \ldots + 7^2 + 5^2 + 6^2) - \frac{1443^2}{25 * 8} = 373,755$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{191^2 + 177^2 + 168^2 \ldots + 194^2 + 178^2 + 159^2}{25} - \frac{1443^2}{25 * 8} = 44,555$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{58^2 + 54^2 + 50^2 \ldots + 63^2 + 62^2 + 60^2}{8} - \frac{1443^2}{25 * 8} = 127,38$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 373,755 - 44,555 - 127,38 = 201,52$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$GL\ (T) = n - 1$ ➔ 7

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$GL\ (J) = a - 1$ ➔ 24

- ✓ Grados de libertad del total:

$GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 199

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 6,365

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 5,307

- ✓ Cuadrado medio de error:

$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 1,153

✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ ➔ 5,52

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.2.2
Análisis de varianza del atributo SABOR

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TOTAL	373,755	199			
MUESTRA	44,555	7	6,365	5,52	2,063
JUECES	127,38	24	5,307	4,602	1,58
ERROR	201,81	168	1,153		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.2.2 se observa que Fcal > Ftab (5,52 > 2,063) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,214

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.2.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,682	0,787
3	3,838	0,821
4	3,943	0,843
5	4,022	0,860
6	4,085	0,874
7	4,136	0,885
8	4,180	0,894

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.2.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M5	M6	M1	M4	M7	M2	M3	M8
7,76	7,76	7,64	7,28	7,12	7,08	6,72	6,36

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.2.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo sabor en el proceso de cutter

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M5 - M6	0 < 0,787	No hay diferencia
M5 - M1	0,12 < O,821	No hay diferencia
M5 - M4	0,48 < 0,843	No hay diferencia
M5 - M7	0,64 < 0,860	No hay diferencia
M5 - M2	0,68 < 0,874	No hay diferencia
M5 - M3	1,04 > 0,885	Si hay diferencia
M5 - M8	1,4 > 0,894	Si hay diferencia
M6 - M1	0,12 < 0,787	No hay diferencia
M6 - M4	0,48 < 0,821	No hay diferencia
M6 - M7	0,64 < 0,843	No hay diferencia
M6 - M2	0,68 < 0,860	No hay diferencia
M6 - M3	1,04 > 0,874	Si hay diferencia
M6 - M8	1,4 > 0,885	Si hay diferencia
M1 - M4	0,36 < 0,894	No hay diferencia
M1 - M7	0,52 < 0,787	No hay diferencia
M1 - M2	0,56 < 0,821	No hay diferencia
M1 - M3	0,92 > 0,843	Si hay diferencia
M1 - M8	1,28 > 0,860	Si hay diferencia

M4 - M7	0,16 < 0,874	No hay diferencia
M4 - M2	0,2 < 0,885	No hay diferencia
M4 - M3	0,56 < 0,894	No hay diferencia
M4 - M8	0,92 > 0,787	Si hay diferencia
M7 - M2	0,04 < 0,821	No hay diferencia
M7 - M3	0,4 < 0,843	No hay diferencia
M7 - M8	0,76 < 0,860	No hay diferencia
M2 - M3	0,36 < 0,874	No hay diferencia
M2 - M8	0,72 < 0,885	No hay diferencia
M3 -M8	0,36 < 0,894	No hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.3

En el cuadro C.3.1. Se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.3.1.
Evaluación sensorial del atributo aroma en el proceso de cutter

Jueces	Muestras								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**ΣYj**
1	8	7	6	7	7	7	7	6	55
2	7	7	6	7	6	6	6	7	52
3	8	7	5	6	7	8	6	4	51
4	7	7	7	7	8	7	7	8	58
5	7	7	7	7	7	6	7	6	54
6	8	7	7	7	8	8	9	8	62
7	7	8	7	8	8	7	7	8	60
8	7	8	9	6	8	7	8	9	62
9	5	6	6	5	6	6	7	6	47
10	6	6	7	6	7	7	6	7	52
11	6	4	5	6	8	6	8	6	49
12	5	2	4	6	7	7	6	6	43
13	6	8	7	8	9	7	9	7	61
14	6	7	6	6	8	9	5	5	52
15	7	7	6	9	8	7	8	6	58
16	7	6	2	7	8	8	7	6	51
17	9	6	8	7	7	7	8	6	58
18	7	8	8	8	7	8	9	6	61
19	7	7	6	8	8	7	9	7	59
20	9	8	8	7	9	9	7	7	64
21	8	7	9	8	7	6	7	5	57
22	9	8	6	7	9	8	7	6	60
23	7	8	7	8	9	6	8	6	59
24	8	7	6	7	9	9	7	8	61
25	9	8	7	6	8	7	7	7	59
Promedio	7,2	6,84	6,48	6,96	7,72	7,2	7,28	6,52	
ΣYi	180	171	162	174	193	180	182	163	**1405**
ΣYj^2	1328	1215	1104	1232	1509	1318	1352	1093	10151

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 8^2 + 7^2 + 8^2 \ldots + 6^2 + 8^2 + 7^2 - \frac{1405^2}{25 * 8} = 280{,}875$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{180^2 + 171^2 + 162^2 \ldots + 180^2 + 182^2 + 163^2}{25} - \frac{1405^2}{25 * 8} = 29{,}995$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{55^2 + 52^2 + 51^2 \ldots + 59^2 + 61^2 + 59^2}{8} - \frac{1405^2}{25 * 8} = 85{,}5$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 280{,}875 - 29{,}995 - 85{,}5 = 165{,}38$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$GL\ (T) = n - 1$ ➔ 7

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$GL\ (J) = a - 1$ ➔ 24

- ✓ Grados de libertad del total:

$GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 199

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 4,285

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 3,562

- ✓ Cuadrado medio de error:

$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,945

✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ ➔ 4,534

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.3.2
Análisis de varianza del atributo AROMA

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TOTAL	280,875	199			
MUESTRA	29,995	7	4,285	4,534	2,063
JUECES	85,5	24	3,562	3,769	1,58
ERROR	165,38	168	0,945		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.3.2 se observa que Fcal > Ftab (4,534 > 2,063) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,194

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.3.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,682	0,706
3	3,838	0,736
4	3,943	0,757
5	4,022	0,772
6	4,085	0,784
7	4,136	0,794
8	4,180	0,802

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.3.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M5	M7	M1	M6	M4	M2	M8	M3
7,72	7,28	7,2	7,2	6,96	6,84	6,52	6,48

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.3.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo aroma en el proceso de cutter

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M5 – M7	0,44 < 0,706	No hay diferencia
M5 - M1	0,52 < 0,736	No hay diferencia
M5 – M6	0,52 < 0,757	No hay diferencia
M5 – M4	0,76 > 0,772	Si hay diferencia
M5 - M2	0,88 > 0,784	Si hay diferencia
M5 – M8	1,2 > 0,794	Si hay diferencia
M5 – M3	1,24 > 0,802	Si hay diferencia
M7 - M1	0,08 < 0,706	No hay diferencia
M7 – M6	0,08 < 0,736	No hay diferencia
M7 – M4	0,32 < 0,757	No hay diferencia
M7 - M2	0,44 < 0,772	No hay diferencia
M7 – M8	0,76 < 0,784	No hay diferencia
M7 – M3	0,8 > 0,794	Si hay diferencia
M1 – M6	0 < 0,802	No hay diferencia
M1 – M4	0,24 < 0,706	No hay diferencia
M1 – M2	0,36 < 0,736	No hay diferencia
M1 – M8	0,68 < 0,757	No hay diferencia

M1 – M3	0,72 < 0,772	No hay diferencia
M6 – M4	0,24 < 0,784	No hay diferencia
M6 - M2	0,36 < 0,794	No hay diferencia
M6 – M8	0,68 < 0,802	No hay diferencia
M6 – M3	0,72 > 0,706	Si hay diferencia
M4 - M2	0,12 < 0,736	No hay diferencia
M4 – M8	0,44 < 0,757	No hay diferencia
M4 – M3	0,48 < 0,772	No hay diferencia
M2 – M8	0,32 < 0,784	No hay diferencia
M2 – M3	0,36 < 0,794	No hay diferencia
M8 –M3	0,04 < 0,802	No hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.4

En el cuadro C.4.1. Se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.4.1.
Evaluación sensorial del atributo color en el proceso de cutter

Jueces	Muestras								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**ΣYj**
1	7	6	7	7	6	7	8	6	54
2	6	6	6	7	7	7	7	4	50
3	8	7	6	7	7	8	6	5	54
4	8	7	7	8	8	8	8	7	61
5	6	6	6	7	7	8	7	6	53
6	9	8	8	9	8	9	9	6	66
7	7	7	8	8	8	8	8	7	61
8	7	8	6	7	8	9	7	9	61
9	6	5	6	8	6	7	7	5	50
10	5	5	6	6	7	7	6	8	50
11	6	8	6	7	7	7	8	7	56
12	3	3	3	7	8	7	7	2	40
13	4	6	6	7	9	6	9	6	53
14	7	6	6	7	8	9	6	6	55
15	7	7	6	8	9	8	7	2	54
16	8	8	5	7	9	9	7	6	59
17	7	7	9	9	9	8	7	6	62
18	8	8	8	9	9	9	7	7	65
19	9	9	9	9	7	7	7	5	62
20	8	7	8	9	9	7	8	7	63
21	7	7	8	9	9	7	7	6	60
22	9	7	9	9	8	6	7	5	60
23	8	7	6	9	9	8	7	5	59
24	8	7	7	8	9	7	8	6	60
25	7	7	7	9	9	9	9	7	64
Promedio	7	6,76	6,76	7,88	8	7,68	7,36	5,84	
ΣYi	175	169	169	197	200	192	184	146	1432
ΣYj^2	1277	1179	1189	1575	1624	1496	1372	912	10624

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 7^2 + 6^2 + 8^2 \ldots + 5^2 + 6^2 + 7^2 - \frac{1432^2}{25 * 8} = 370{,}88$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{175^2 + 169^2 + 169^2 \ldots + 192^2 + 184^2 + 146^2}{25} - \frac{1432^2}{25 * 8} = 90{,}56$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{54^2 + 50^2 + 54^2 \ldots + 59^2 + 60^2 + 64^2}{8} - \frac{1432^2}{25 * 8} = 107{,}63$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 370{,}88 - 90{,}56 - 107{,}63 = 172{,}69$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$GL\ (T) = n - 1$ ➔ 7

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$GL\ (J) = a - 1$ ➔ 24

- ✓ Grados de libertad del total:

$GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 199

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 12,937

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 4,485

- ✓ Cuadrado medio de error:

$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,986

✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ ➔ 13,120

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.4.2
Análisis de varianza del atributo COLOR

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TOTAL	370,88	199			
MUESTRA	90,56	7	12,937	13,120	2,063
JUECES	107,63	24	4,484	4,547	1,58
ERROR	172,69	168	0,986		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.4.2 se observa que Fcal > Ftab (13,120 > 2,063) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,198

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.4.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,682	0,729
3	3,838	0,759
4	3,943	0,780
5	4,022	0,796
6	4,085	0,808
7	4,136	0,818
8	4,180	0,827

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.4.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M5	M4	M6	M7	M1	M2	M3	M8
8	7,88	7,68	7,36	7	6,76	6,76	5,84

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.4.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo color en el proceso de cutter

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M5 – M4	0,12 < 0,729	No hay diferencia
M5 – M6	0,32 < 0,759	No hay diferencia
M5 – M7	0,64 < 0,780	No hay diferencia
M5 – M1	1 > 0,796	Si hay diferencia
M5 – M2	1,24 > 0,808	Si hay diferencia
M5 – M3	1,24 > 0,818	Si hay diferencia
M5 – M8	2,17 > 0,827	Si hay diferencia
M4 – M6	0,2 < 0,729	No hay diferencia
M4 – M7	0,52 < 0,759	No hay diferencia
M4 – M1	0,88 > 0,780	Si hay diferencia
M4 – M2	1,12 > 0,796	Si hay diferencia
M4 – M3	1,12 > 0,808	Si hay diferencia
M4 – M8	2,4 > 0,818	Si hay diferencia
M6 – M7	0,32 < 0,827	No hay diferencia
M6 – M1	0,68 < 0,729	No hay diferencia
M6 – M2	0,92 > 0,759	Si hay diferencia
M6 – M3	0,92 > 0,780	Si hay diferencia

M6 – M8	2,2 > 0,796	Si hay diferencia
M7 – M1	0,36 < 0,808	No hay diferencia
M7 - M2	0,6 < 0,818	No hay diferencia
M7 – M3	0,6 < 0,827	No hay diferencia
M7 – M8	1,52 > 0,729	Si hay diferencia
M1 - M2	0,24 < 0,759	No hay diferencia
M1 – M3	0,24 < 0,780	No hay diferencia
M1 – M8	1,16 > 0,796	Si hay diferencia
M2 – M3	0 < 0,808	No hay diferencia
M2 – M8	0,92 > 0,818	Si hay diferencia
M3 –M8	0,92 > 0,827	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.5

En el cuadro C.5.1. Se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.5.1.
Evaluación sensorial del atributo apariencia en el proceso de cutter

Jueces	Muestras								
	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣYj
1	8	7	7	7	7	7	9	7	59
2	7	7	7	7	7	7	7	7	56
3	7	5	5	5	7	7	6	5	47
4	8	8	7	8	8	7	8	7	61
5	7	7	6	8	7	7	6	6	54
6	9	7	8	9	8	9	9	6	65
7	7	7	7	8	7	8	8	8	60
8	9	8	7	8	7	9	8	7	63
9	5	6	6	7	8	7	7	7	53
10	7	6	7	6	7	6	6	6	51
11	7	7	6	7	8	7	8	7	57
12	3	6	5	7	7	7	6	2	43
13	7	8	8	9	9	8	9	7	65
14	6	6	6	7	9	9	8	6	57
15	6	7	6	7	7	8	7	2	50
16	7	7	7	8	9	8	8	6	60
17	7	8	8	7	9	7	7	7	60
18	7	8	8	7	8	8	7	6	59
19	7	7	7	8	8	9	7	7	60
20	7	7	6	9	8	8	7	7	59
21	7	7	8	7	9	7	7	6	58
22	7	8	7	8	9	8	6	7	60
23	8	7	7	9	8	8	7	6	60
24	8	9	8	7	9	7	8	8	64
25	8	8	8	9	9	7	8	6	63
Promedio	7,04	7,12	6,88	7,56	7,96	7,6	7,36	6,24	
ΣYi	176	178	172	189	199	190	184	156	1444
ΣYj^2	1274	1286	1204	1453	1601	1460	1376	1024	10678

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 8^2 + 7^2 + 7^2 \ldots + 6^2 + 8^2 + 6^2 - \frac{1444^2}{25 * 8} = 252{,}32$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{176^2 + 178^2 + 172^2 \ldots + 190^2 + 184^2 + 156^2}{25} - \frac{1444^2}{25 * 8} = 49{,}32$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{59^2 + 56^2 + 47^2 \ldots + 60^2 + 64^2 + 63^2}{8} - \frac{1444^2}{25 * 8} = 91{,}25$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 252{,}32 - 49{,}32 - 91{,}25 = 111{,}75$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$GL\ (T) = n - 1$ ➔ 7

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$GL\ (J) = a - 1$ ➔ 24

- ✓ Grados de libertad del total:

$GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 199

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 7,045

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 3,802

- ✓ Cuadrado medio de error:

$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,638

✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ ➔ 11,042

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.5.2
Análisis de varianza del atributo APARIENCIA

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TOTAL	252,32	199			
MUESTRA	49,32	7	7,045	11,042	2,063
JUECES	91,25	24	3,802	5,959	1,58
ERROR	111,75	168	0,638		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.5.2 se observa que Fcal > Ftab (11,042 > 2,063) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,159

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.5.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,682	0,585
3	3,838	0,610
4	3,943	0,626
5	4,022	0,639
6	4,085	0,649
7	4,136	0,657
8	4,180	0,664

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.4.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M5	M6	M4	M7	M2	M1	M3	M8
7,96	7,6	7,56	7,36	7,12	7,04	6,88	6,24

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.5.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo color en el proceso de cutter

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M5 – M6	0,36 < 0,585	No hay diferencia
M5 – M4	0,4 < 0,610	No hay diferencia
M5 – M7	0,6 < 0,626	No hay diferencia
M5 – M2	0,84 > 0,639	Si hay diferencia
M5 – M1	0,92 > 0,649	Si hay diferencia
M5 – M3	1,88 > 0,657	Si hay diferencia
M5 – M8	1,72 > 0,664	Si hay diferencia
M6 – M4	0,04 < 0,585	No hay diferencia
M6 – M7	0,24 < 0,610	No hay diferencia
M6 – M2	0,46 < 0,626	No hay diferencia
M6 – M1	0,56 < 0,639	No hay diferencia
M6 – M3	0,72 > 0,649	Si hay diferencia
M6 – M8	1,36 > 0,657	Si hay diferencia
M4 – M7	0,2 < 0,664	No hay diferencia
M4 – M2	0,44 < 0,585	No hay diferencia

M4 – M1	0,52 < 0,610	No hay diferencia
M4 – M3	0,68 > 0,626	Si hay diferencia
M4 – M8	1,32 > 0,639	Si hay diferencia
M7 – M2	0,24 < 0,649	No hay diferencia
M7 – M1	0,32 < 0,657	No hay diferencia
M7 – M3	0,48 < 0,664	No hay diferencia
M7 – M8	1,12 > 0,585	Si hay diferencia
M2 – M1	0,08 < 0,610	No hay diferencia
M2 – M3	0,24 < 0,626	No hay diferencia
M2 – M8	0,88 > 0,639	Si hay diferencia
M1 – M3	0,16 < 0,649	No hay diferencia
M1 – M8	0,24 < 0,657	No hay diferencia
M3 –M8	0,64 < 0,664	No hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.6

En el cuadro C.6.1. Se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B.1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.6.1.
Evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de cutter

Jueces	Muestras								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**ΣYj**
1	7	6	7	7	6	7	8	7	55
2	7	6	7	7	7	7	7	7	55
3	7	7	6	7	7	7	6	4	51
4	7	7	6	7	8	7	8	7	57
5	7	7	6	8	7	7	7	7	56
6	8	9	7	8	8	8	7	8	63
7	7	7	7	8	8	8	8	8	61
8	8	7	8	8	9	6	8	7	61
9	6	6	6	6	6	7	7	7	51
10	5	6	6	6	7	6	6	8	50
11	3	8	7	8	8	7	8	6	55
12	4	5	8	7	6	7	6	7	50
13	7	7	8	8	9	6	9	6	60
14	6	6	5	6	9	8	6	7	53
15	8	7	6	7	9	7	7	6	57
16	9	7	6	7	8	7	7	6	57
17	7	9	7	9	8	7	7	6	60
18	6	7	7	8	8	9	7	6	58
19	7	7	7	9	9	8	8	7	62
20	7	8	7	9	9	8	7	6	61
21	8	7	8	7	9	9	6	5	59
22	6	7	6	9	7	8	7	7	57
23	9	7	8	9	6	7	7	5	58
24	7	6	8	8	9	7	7	7	59
25	8	9	7	6	6	8	8	7	59
Promedio	6,84	7	6,84	7,56	7,72	7,32	7,16	6,56	
ΣYi	171	175	171	189	193	183	179	164	1425
ΣYj^2	1215	1249	1187	1453	1521	1355	1297	1098	10375

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 7^2 + 7^2 + 7^2 \ldots + 5^2 + 7^2 + 7^2 - \frac{1425^2}{25 * 8} = 221{,}875$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{171^2 + 175^2 + 171^2 \ldots + 183^2 + 179^2 + 164^2}{25} - \frac{1425^2}{25 * 8} = 26{,}995$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{55^2 + 55^2 + 51^2 \ldots + 58^2 + 59^2 + 59^2}{8} - \frac{1425^2}{25 * 8} = 42{,}5$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 221{,}875 - 26{,}995 - 42{,}5 = 152{,}38$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

$GL\ (T) = n - 1$ ➔ 7

- ✓ Grados de libertad de jueces:

$GL\ (J) = a - 1$ ➔ 24

- ✓ Grados de libertad del total:

$GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 199

- ✓ Grados de libertad del error:

GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

$CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 3,856

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

$CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 1,770

- ✓ Cuadrado medio de error:

$CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,870

✓ Fisher calculado:

$$Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$$ ➔ 4,432

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.6.2
Análisis de varianza del atributo textura

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CALCULADO	FISHER TABULADO
TOTAL	221,875	199			
MUESTRA	26,995	7	3,856	4,432	2,063
JUECES	42,5	24	1,770	2,034	1,58
ERROR	152,38	168	0,870		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.6.2 se observa que Fcal > Ftab (4,432 > 2,063) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,186

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.6.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,682	0,684
3	3,838	0,713
4	3,943	0,733
5	4,022	0,748
6	4,085	0,759
7	4,136	0,769
8	4,180	0,777

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.6.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M5	M4	M6	M7	M2	M1	M3	M8
7,72	7,56	7,32	7,16	7	6,84	6,84	6,56

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.6.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo color en el proceso de cutter

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M5 – M4	0,16 < 0,684	No hay diferencia
M5 – M6	0,4 < 0,713	No hay diferencia
M5 – M7	0,56 < 0,733	No hay diferencia
M5 – M2	0,72 < 0,748	No hay diferencia
M5 – M1	0,88 > 0,759	Si hay diferencia
M5 – M3	0,88 > 0,769	Si hay diferencia
M5 – M8	1,16 > 0,777	Si hay diferencia
M4 – M6	0,24 < 0,684	No hay diferencia
M4 – M7	0,4 < 0,713	No hay diferencia
M4 – M2	0,56 < 0,733	No hay diferencia
M4 – M1	0,72 < 0,748	No hay diferencia
M4 – M3	0,72 < 0,759	No hay diferencia
M4 – M8	1 > 0,769	Si hay diferencia
M6 – M7	0,16 < 0,777	No hay diferencia
M6 – M2	0,32 < 0,684	No hay diferencia

M6 – M1	0,48 < 0,713	No hay diferencia
M6 – M3	0,48 > 0,733	Si hay diferencia
M6 – M8	0,76 < 0,748	No hay diferencia
M7 – M2	0,16 < 0,759	No hay diferencia
M7 – M1	0,32 < 0,769	No hay diferencia
M7 – M3	0,32 < 0,777	No hay diferencia
M7 – M8	0,6 < 0,684	No hay diferencia
M2 – M1	0,16 < 0,713	No hay diferencia
M2 – M3	0,16 < 0,733	No hay diferencia
M2 – M8	0,44 < 0,748	No hay diferencia
M1 – M3	0 < 0,759	No hay diferencia
M1 – M8	0,28 < 0,769	No hay diferencia
M3 –M8	0,28 < 0,777	No hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.7

En el cuadro C.7.1. se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.7.1.

Evaluación sensorial del atributo textura en el proceso de mezclado

JUECES	MUESTRAS				
	1	**2**	**3**	**4**	**ΣYj**
1	5	8	5	7	25
2	7	8	6	5	26
3	5	8	4	6	23
4	5	8	3	7	23
5	6	7	5	8	26
6	6	8	5	7	26
7	7	8	6	8	29
8	4	6	5	7	22
9	5	8	5	6	24
10	7	8	6	8	29
11	7	9	5	6	27
Promedio	5,81	7,81	5	6,81	
ΣYi	64	86	55	75	280
ΣYj^2	384	678	283	521	1866

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 5^2 + 7^2 + 5^2 \ldots + 6^2 + 8^2 + 6^2 - \frac{280^2}{11 * 4} = \mathbf{84,182}$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{64^2 + 86^2 + 55^2 + 74^2}{11} - \frac{280^2}{11 * 4} = \mathbf{49,272}$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{25^2 + 26^2 + 23^2 \ldots + 24^2 + 29^2 + 27^2}{4} - \frac{280^2}{11 * 4} = \mathbf{13,682}$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

  $SC(E) = 84{,}182 - 49{,}272 - 13{,}682 = \mathbf{21{,}228}$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

  $GL\ (T) = n - 1$ ➔ 3

- ✓ Grados de libertad de jueces:

  $GL\ (J) = a - 1$ ➔ 10

- ✓ Grados de libertad del total:

  $GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 43

- ✓ Grados de libertad del error:

  GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 168

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

  $CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 16,424

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

  $CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 1,368

- ✓ Cuadrado medio de error:

  $CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,643

- ✓ Fisher calculado:

  $Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$ ➔ 25,542

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.7.2
Análisis de varianza del atributo TEXTURA

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CAL.	FISHER TAB.
TOTAL	84,182	43			
MUESTRA	49,272	3	16,424	25,542	2,922
JUECES	13,682	10	1,368	2,127	2,165
ERROR	21,228	30	0,643		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.2.2 se observa que Fcal > Ftab (25,542 > 2,922) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,241

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.7.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,889	0,937
3	4,056	0,977
4	4,168	1,004

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.7.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M2	M4	M1	M3
7,81	6,81	5,81	5

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.7.5

Análisis estadístico de Duncan para el atributo textura en el proceso de mezclado

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M2 – M4	1 > 0,937	No hay diferencia
M2 – M1	2 > 0,977	No hay diferencia
M2 – M3	2,81 > 1,004	No hay diferencia
M4 – M1	1 > 0,937	No hay diferencia
M4 – M3	1,81 > 0,977	Si hay diferencia
M1 – M3	0,81 < 1,004	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.8

En el cuadro C.8.1. se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.8.1.

Evaluación sensorial del atributo apariencia en el proceso de mezclado

JUECES	MUESTRAS				
	1	**2**	**3**	**4**	**ΣYj**
1	8	8	6	7	29
2	6	7	6	7	26
3	7	7	5	5	24
4	4	9	5	6	24
5	7	8	6	8	29
6	7	9	5	7	28
7	7	8	5	7	27
8	6	7	5	8	26
9	6	8	4	6	24
10	7	8	6	5	26
11	7	8	5	5	25
Promedio	6,54	7,9	5,27	6,45	
ΣYi	72	87	58	71	288
ΣYj^2	482	693	310	471	1956

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 8^2 + 6^2 + 7^2 \ldots + 6^2 + 5^2 + 5^2 - \frac{280^2}{11 * 4} = 70,91$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{72^2 + 87^2 + 58^2 + 71^2}{11} - \frac{280^2}{11 * 4} = 38,36$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SC(J) = \frac{29^2 + 26^2 + 24^2 \ldots + 24^2 + 26^2 + 25^2}{4} - \frac{280^2}{11 * 4} = 8,91$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

  $SC(E) = 70{,}91 - 38{,}36 - 8{,}91 = 23{,}64$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

  $GL\ (T) = n - 1$ ➔ 3

- ✓ Grados de libertad de jueces:

  $GL\ (J) = a - 1$ ➔ 10

- ✓ Grados de libertad del total:

  $GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 43

- ✓ Grados de libertad del error:

  GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 30

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

  $CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 12,786

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

  $CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 0,891

- ✓ Cuadrado medio de error:

  $CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,716

- ✓ Fisher calculado:

  $Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$ ➔ 17,875

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.8.2
Análisis de varianza del atributo APARIENCIA

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CAL.	FISHER TAB.
TOTAL	70,91	43			
MUESTRA	38,36	3	12,786	17,875	2,922
JUECES	8,91	10	0,891	1,244	2,165
ERROR	23,64	30	0,716		

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla C.8.2 se observa que Fcal > Ftab (17,875 > 2,922) por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y se desarrolla la prueba de Duncan.

DESARROLLO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

- Determinación del valor de la varianza muestral.

$$\frac{S^2}{y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{a}}$$ ➔ 0,255

- Encontrando los valores de las amplitudes estudiantizadas de Duncan (AES(D)).

  Con el nivel de significación α = 0,05; se determina el límite de significación de Duncan (ALS(D)) en base a la siguiente ecuación:

  ALS(D) = AES(D) Sy

Cuadro C.8.3
Amplitudes estudiantizadas de Duncan y límites de significación

Numero de promedios	AES(D)	ALS(D) = AES(D) Sy
2	3,889	0,991
3	4,056	1,034
4	4,168	1,062

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.8.4
Ordenamiento de promedios de mayor a menor

M2	M1	M4	M3
7,9	6,54	6,45	5,27

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro C.8.5
Análisis estadístico de Duncan para el atributo apariencia en el proceso de mezclado

TRATAMIENTO	ANALISIS DE LOS VALORES	EFECTO
M2 – M1	1,36 > 0,991	Si hay diferencia
M2 – M4	1,45 > 1,034	Si hay diferencia
M2 – M3	2,63 > 1,062	Si hay diferencia
M1 – M4	0.09 < 0,991	No hay diferencia
M1 – M3	1,27 > 1,034	Si hay diferencia
M4 – M3	1,18 < 1,062	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO C.9

En el cuadro C.9.1. se muestran los resultados obtenidos en el (Anexo B1) de la evaluación sensorial en escala hedónica de mortadela primavera.

Cuadro C.9.1.
Evaluación sensorial del producto final

JUECES	APARIENCIA	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	ΣYj
1	8	6	7	7	8	36
2	6	7	7	8	8	36
3	9	9	8	8	7	41
4	8	7	8	8	7	38
5	7	8	8	7	9	39
6	6	8	7	7	8	36
7	8	7	9	8	7	39
8	6	6	7	9	7	35
9	7	9	7	8	8	39
10	6	8	7	8	7	36
Promedio	7,1	7,5	7,5	7,8	7,6	
ΣYi	71	75	75	78	76	375
ΣYj^2	515	573	567	612	582	14097

Fuente: Elaboración Propia.

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

- ✓ Suma de cuadrados totales

$$SC(T) = 8^2 + 6^2 + 9^2 \ldots + 7^2 + 8^2 + 7^2 - \frac{375^2}{10*5} = 36,5$$

- ✓ Suma de cuadrados de los tratamientos

$$SC(A) = \frac{71^2 + 75^2 + 75^2 + 78^2 + 76^2}{10} - \frac{375^2}{10*5} = 2,6$$

- ✓ Suma de cuadrados de los jueces

$$SS(J) = \frac{36^2 + 36^2 + 41^2 \ldots + 35^2 + 39^2 + 36^2}{5} - \frac{375^2}{10*5} = 6,9$$

- ✓ Suma de cuadrados del error

$$SC(E) = 36,5 - 2,6 - 6,9 = 27$$

- ✓ Grados de libertad de tratamiento:

  $GL\ (T) = n - 1$ ➔ 4

- ✓ Grados de libertad de jueces:

  $GL\ (J) = a - 1$ ➔ 9

- ✓ Grados de libertad del total:

  $GL(A) = (n * a) - 1$ ➔ 49

- ✓ Grados de libertad del error:

  GL(E) = (n – 1)(a – 1) ➔ 36

- ✓ Cuadrado medio del tratamiento:

  $CM(A) = \frac{SC(A)}{GL\ (A)}$ ➔ 0,65

- ✓ Cuadrado medio de jueces:

  $CM(J) = \frac{SC(J)}{GL\ (J)}$ ➔ 0,76

- ✓ Cuadrado medio de error:

  $CM(E) = \frac{SC(E)}{GL\ (E)}$ ➔ 0,675

- ✓ Fisher calculado:

  $Fcal = \frac{CM(A)}{CM(E)}$ ➔ 0,962

Para estimar el valor de Ftab, se recurrió a la tabla de Fisher con α = 0,05

Cuadro C.9.2
Análisis de varianza del producto final

FUENTE DE VARIANCION	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	FISHER CAL.	FISHER TAB.
TOTAL	36,5	49			
MUESTRA	2,6	4	0,65	0,962	2,634
JUECES	6,9	9	0,76	1,125	2,634
ERROR	27	36	0,675		

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro C.9.2 se observa que Fcal < Ftab (0,962 > 2,634) por lo tanto no existe diferencia significativa entre las muestras y no se desarrolla la prueba de Duncan.

ANEXO D.1
TABLA PARA PRUEBA DE DUNCAN

AMPLITUDES ESTUDIANTIZADAS SIGNIFICATIVAS PARA 0,05 Y 0,01 PRUEBA DE DUNCAN									
df	**p ==> 2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1	90,024	90,024	90,024	90,024	90,024	90,024	90,024	90,024	90,024
2	14,036	14,036	14,036	14,036	14,036	14,036	14,036	14,036	14,036
3	8,26	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	8,321	0,321
4	6,511	6,677	6,74	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755	6,755
5	5,702	5,893	5,989	6,04	6,065	6,074	6,074	6,074	6,074
6	5,243	5,439	5,549	5,614	5,655	5,68	5,694	5,701	5,703
7	4,949	5,145	5,26	5,333	5,365	5,416	5,439	5,454	5,464
8	4,745	4,939	5,056	5,134	5,169	5,227	5,256	5,276	5,291
9	4,596	4,787	4,906	4,986	5,043	5,056	5,117	5,142	5,16
10	4,482	4,671	4,789	4,871	4,931	4,975	5,01	5,036	5,058
11	4,392	4,579	4,697	4,78	4,541	4,867	4,923	4,952	4,975
12	4,32	4,504	4,622	4,705	4,767	4,815	4,852	4,882	4,907
13	4,26	4,442	4,56	4,643	4,706	4,754	4,793	4,824	4,85
14	4,21	4,391	4,508	4,591	4,654	4,703	4,743	4,775	4,802
15	4,167	4,346	4,463	4,547	4,61	4,66	4,7	4,733	4,76
16	4,131	4,308	4,425	4,508	4,572	4,622	4,662	4,696	4,724
17	4,099	4,275	4,391	4,474	4,538	4,589	4,63	4,664	4,692
18	4,071	4,246	4,361	4,445	4,509	4,559	4,601	4,635	4,664
19	4,046	4,22	4,335	4,416	4,483	4,533	4,575	4,61	4,639
20	4,024	4,197	4,312	4,395	4,459	4,51	4,552	4,587	4,617
21	4,004	4,177	4,291	4,374	4,435	4,489	4,531	4,567	4,597
22	3,986	4,155	4,272	4,355	4,419	4,47	4,513	4,548	4,578
23	3,97	4,141	4,254	4,337	4,402	4,453	4,496	4,531	4,562
24	3,955	4,126	4,239	4,322	4,386	4,437	4,48	4,516	4,546
25	3,942	4,112	4,224	4,307	4,371	4,423	4,466	4,502	4,532
26	3,93	4,099	4,211	4,294	4,356	4,41	4,452	4,489	4,52
27	3,918	4,087	4,199	4,282	4,346	4,397	4,44	4,477	4,508
28	3,908	4,076	4,188	4,27	4,334	4,386	4,429	4,465	4,497
29	3,898	4,065	4,177	4,26	4,324	4,376	4,419	4,455	4,486
30	3,889	4,056	4,168	4,25	4,314	4,366	4,409	4,445	4,477
31	3,881	4,047	4,159	4,241	4,305	4,357	4,4	4,436	4,468
32	3,873	4,039	4,15	4,232	4,296	4,348	4,391	4,428	4,459
33	3,865	4,031	4,142	4,224	4,288	4,34	4,383	4,42	4,452
34	3,859	4,024	4,135	4,217	4,281	4,333	4,376	4,413	4,444
35	3,852	4,017	4,128	4,21	4,273	4,325	4,369	4,406	4,437
36	3,846	4,011	4,121	4,203	4,267	4,319	4,362	4,399	4,431
37	3,84	4,005	4,115	4,197	4,26	4,312	4,356	4,393	4,425
38	3,835	3,999	4,109	4,191	4,254	4,306	4,35	4,387	4,419
39	3,83	3,993	4,103	4,185	4,249	4,301	4,344	4,381	4,413
40	3,825	3,988	4,098	4,18	4,243	4,295	4,339	4,376	4,408
48	3,793	3,955	4,064	4,145	4,209	4,261	4,304	4,341	4,374
60	3,762	3,922	4,03	4,111	4,174	4,226	4,27	4,307	4,34
80	3,732	3,89	3,997	4,077	4,14	4,192	4,236	4,273	4,306
120	3,702	3,858	3,964	4,044	4,107	4,158	4,202	4,239	4,272
240	3,672	3,827	3,932	4,011	4,073	4,125	4,168	4,206	4,239
Inf.	3,643	3,796	3,9	3,978	4,04	4,091	4,135	4,172	4,205

ANEXO D.2

TABLA PARA LA PRUEBA DE FIFHER

Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER

$1 - \alpha = 0.95$

$1 - \alpha = P (F \leq f_{\alpha, v1, v2})$

v_1 = grados de libertad del numerador

v_2 = grados de libertad del denominador

v_2 \ v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.448	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.786	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.875	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.381	2.353	2.329	2.306	2.288	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.199	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER

$1 - \alpha = 0.95$

$1 - \alpha = P (F \leq f_{\alpha, v1, v2})$

v_2 \ 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	248.579	248.823	249.052	249.260	249.453	249.631	249.798	249.951	250.096	251.144	251.774	252.196	252.496	252.723	252.898	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	19.496
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	3.095	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	2.349	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	2.259	2.253	2.247	2.204	2.178	2.160	2.147	2.137	2.130	2.123	2.095	2.076	2.072
16	2.264	2.254	2.244	2.235	2.227	2.220	2.212	2.206	2.200	2.194	2.151	2.124	2.106	2.093	2.083	2.075	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	1.999	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	1.909	1.889	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	1.795	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	1.806	1.775	1.754	1.738	1.726	1.717	1.710	1.675	1.653	1.645
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	1.825	1.814	1.803	1.793	1.783	1.775	1.766	1.759	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	1.558	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	1.559	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	1.637	1.629	1.622	1.566	1.530	1.505	1.486	1.471	1.459	1.450	1.404	1.374	1.364
80	1.689	1.677	1.665	1.654	1.644	1.634	1.625	1.617	1.609	1.602	1.545	1.508	1.482	1.463	1.448	1.436	1.426	1.379	1.347	1.336
90	1.675	1.662	1.650	1.639	1.629	1.619	1.610	1.601	1.593	1.586	1.528	1.491	1.465	1.445	1.429	1.417	1.407	1.358	1.326	1.314
100	1.663	1.650	1.638	1.627	1.616	1.607	1.598	1.589	1.581	1.573	1.515	1.477	1.450	1.430	1.415	1.402	1.392	1.342	1.308	1.296
200	1.609	1.596	1.583	1.572	1.561	1.551	1.542	1.533	1.524	1.516	1.455	1.415	1.386	1.364	1.346	1.332	1.321	1.263	1.221	1.205
500	1.577	1.563	1.551	1.539	1.528	1.518	1.508	1.499	1.490	1.482	1.419	1.376	1.345	1.322	1.303	1.288	1.275	1.210	1.159	1.138
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	1.134	1.110

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

ANEXO E.1

REPRESENTACION DE LA MATRIZ EXPERIMENTAL

Según (Ramirez, 2007), el diseño experimental de 2^K, donde 2 son los niveles y K son los factores se la representa en una matriz experimental combinada símbolos geométricos y letras para ocho corridas.

Cuadro E 1.1
Matriz experimental del diseño factorial 2^3

CORRIDAS	COMBINACION DE TRATAMIENTO	FACTORES			INTERACCION DE FACTORES				RESPUESTA
		A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Yi
1	1	-	-	-	+	+	+	-	Y_1
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y_2
3	b	-	+	-	-	+	-	+	Y_3
4	c	+	+	-	+	-	-	-	Y_4
5	ab	-	-	+	+	-	-	+	Y_5
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y_6
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y_7
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y_8

Fuente: Ramirez, 2007.

DETERMINACION DE LOS CONTRASTES PARA LOS EFECCTOS PRINCIPALES E INTERACCIONES

La suma de cuadrados de los efectos pueden ser obtenidos fácilmente ya que a cada una le corresponde un contraste y un solo grado de libertad. Por lo tanto la suma de cuadrados de cualquier efecto de un diseño 2^3 con "n" replicas, vendrá dada por el contraste correspondiente al cuadro entre el total de las observaciones.

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

La suma de cuadrados para los diferentes efectos principales e interacciones son las siguientes:

- ✓ Suma de cuadrados del factor A

$$SS(A) = \frac{(contraste)_A^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:1)}$$

- ✓ Suma de cuadrados del factor B

$$SS(B) = \frac{(contraste)_B^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:2)}$$

- ✓ Suma de cuadrados del factor C

$$SS(C) = \frac{(contraste)_C^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:3)}$$

- ✓ Suma de cuadrados de las interacciones AB

$$SS(AB) = \frac{(contraste)_{AB}^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:4)}$$

- ✓ Suma de cuadrados de las interacciones AC

$$SS(AC) = \frac{(contraste)_{AC}^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:5)}$$

- ✓ Suma de cuadrados de las interacciones BC

$$SS(BC) = \frac{(contraste)_{BC}^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:6)}$$

- ✓ Suma de cuadrado de las interacciones ABC

$$SS(ABC) = \frac{(contraste)_{ABC}^2}{8n} \qquad \text{(Ecuación E1:7)}$$

La suma de cuadrados totales y las sumas de cuadrados del error son los siguientes

- ✓ Suma de cuadrados del total de los factores T

$$SS(T) = \sum Yj^2 - \frac{\sum(Yj)^2}{2^K n}$$

- ✓ Suma de cuadrados del error de los factores E

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

Representación de análisis de varianza (ANVA) en el diseño 2^3

El cuadro E.1.2 muestra el análisis de varianza (ANVA) para el diseño factorial de 2^3 aplicando la prueba estadística de Fisher.

Cuadro E.1.2
ANVA para el diseño 2^3

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fisher calculado	Fisher tabulado
Total	SS(T)	n 2^3 - 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)	$CM(C) = \frac{SS(C)}{(c-1)}$	$\frac{CM(C)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(C)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor AB	SS(AB)	(ab – 1)	$CM(AB) = \frac{SS(AB)}{(ab-1}$	$\frac{CM(AB)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AB)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor AC	SS(AC)	(ac – 1)	$CM(AC) = \frac{SS(AC)}{(ac-1}$	$\frac{CM(AC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(AC)}}{GL_{SS(E)}}$
Factor BC	SS(BC)	(bc – 1)	$CM(BC) = \frac{SS(BC)}{(bc-1}$	$\frac{CM(BC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(BC)}}{GL_{SS(E)}}$
Factora ABC	SS(ABC)	(abc – 1)	$CM(ABC) = \frac{SS(AB}{(abc-}$	$\frac{CM(ABC)}{CM(E)}$	$\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL_{SS(ABC)}}{GL_{SS(E)}}$
Error experimental	SS(E)	(r 2^K – 1)(2-1)	$CM(E) = \frac{SS(E}{(r2^K-1)(}$		

ALGORITMO DE YATES PARA UN DISEÑO FACTORIAL DE 2^3

Como se puede observar el cuadro de ANVA, para encontrar los contrastes y sum de cuadrados de los efectos, los métodos utilizados se complican a medida que K va creciendo al igual que la tabla de signos (Ramírez, 2007).

Yates propone una técnica para calcular la estimación de los efectos y las correspondientes suma de cuadrados para el diseño de 2^k en el cual se elabora un cuadrado de algoritmos (cuadro E.1.3) y va diseñado de la siguiente manera:

Cuadro E.1.3
Cuadro de algoritmo de Yates para el diseño factorial 2^3

Combinación de tratamientos	(Yi)		Columna 1		Columna 2		Columna 3
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}
B	Y_3	$Y_5 + Y_6$	Y_{11}	$Y_{13}+Y_{14}$	Y_{19}	$Y_{21}+Y_{22}$	Y_{27}
AB	Y_4	$Y_7 + Y_8$	Y_{12}	$Y_{15}+Y_{16}$	Y_{20}	$Y_{23}+Y_{24}$	Y_{28}
C	Y_5	$Y_2 - Y_1$	Y_{13}	$Y_{10} - Y_9$	Y_{21}	$Y_{18} - Y_{17}$	Y_{29}
AC	Y_6	$Y_4 - Y_3$	Y_{14}	$Y_{12} - Y_{11}$	Y_{22}	$Y_{20} - Y_{19}$	Y_{30}
BC	Y_7	$Y_6 - Y_5$	Y_{15}	$Y_{14} - Y_{13}$	Y_{23}	$Y_{22} - Y_{21}$	Y_{31}
ABC	Y_8	$Y_8 - Y_7$	Y_{16}	$Y_{16} - Y_{15}$	Y_{24}	$Y_{24} - Y_{23}$	Y_{32}

Fuente: Ramírez, 2007.

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

- ✓ La segunda columna (respuesta Y) contiene las observaciones correspondientes a las combinaciones de tratamientos del renglón.

- ✓ Se calcula la siguiente columna sumando los valores de la columna respuesta por pares adyacentes y la segunda mitad cambiando el signo del primer valor de cada par de la columna respuesta y sumando los pares adyacentes.

- ✓ Se crea la columna 1 de la misma forma que la columna respuesta aumentando el número de factores. Así se van creando más columnas hasta completar el número de factores de estudio.

ANEXO E.2
DISEÑO EXPERIMENTAL

En el cuadro E.2.1 se muestran los resultados de los análisis de laboratorio (RIMH – APROTEC) para humedad de las muestras de mortadela primavera.

Cuadro E.2.1
Diseño experimental en el proceso de cutter para la mortadela primavera

CORRIDAS	COMBINACION	FACTORES			Y_1	Y_2	Yi
		CARNE DE CERDO	SALES	CONDIMENTO MORTADELA			
1	**1**	-1	-1	-1	69,64	67,24	136,88
2	**A**	+1	-1	-1	77,85	72,33	150,18
3	**B**	-1	+1	-1	74,86	74,48	149,34
4	**C**	+1	+1	-1	74,31	73,84	148,15
5	**AB**	-1	-1	+1	72,22	72,38	144,6
6	**AC**	+1	-1	+1	73,1	72,95	146,05
7	**BC**	-1	+1	+1	69,23	69,11	138,34
8	**ABC**	+1	+1	+1	72,19	71,98	144,17

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro E.2.2 se muestra el desarrollo de la matriz del algoritmo de Yates.

Cuadro E.2.2
Desarrollo de la matriz de algoritmo

C.Tr.	(Yi)		Columna 1		Columna 2		Columna 3
1	136,88	136,88+150,18	287,06	287,06+293,94	581	581+576,71	1157,71
A	150,18	149,34+144,60	293,94	294,2+282,51	576,71	8,53+3,73	12,26
B	149,34	148,15+146,05	294,2	13,27+(-4,74)	8,53	6,88+(-11,69)	-4,81
AB	144,60	138,34+144,17	282,51	(-2,1)+5,83	3,73	(-18,01)+7,93	-10,08
C	148,15	150,18-136,88	13,27	293,94-287,06	6,88	576,7-581	-4,29
AC	146,05	144,60-149,34	-4,74	282,51-294,2	-11,69	3,73-8,53	-4,8
BC	138,34	146,05-148,15	-2,1	(-4,74)-13,27	-18,01	-11,69-6,88	-18,57
ABC	144,17	144,17-138,34	5,83	5,83-(-2,1)	7,93	7,93-(-18,01)	25,94

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a las expresiones matemáticas mencionadas en el anexo E,1 se realiza los cálculos de diseño experimental 2^3 de las muestras de mortadela primavera, en base a los contrastes y los resultados del cuadro E.2.2

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor A

$$SS(A) = \frac{(12{,}26)^2}{8(2)} = 9{,}39$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor B

$$SS(B) = \frac{(-4{,}81)^2}{8(2)} = 1{,}44$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor AB

$$SS(AB) = \frac{(-10{,}08)^2}{8(2)} = 6{,}35$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor C

$$SS(C) = \frac{(-4{,}29)^2}{8(2)} = 1{,}15$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor AC

$$SS(AC) = \frac{(-4{,}8)^2}{8(2)} = 1{,}44$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor BC

$$SS(BC) = \frac{(-18{,}57)^2}{8(2)} = 21{,}55$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor ABC

$$SS(ABC) = \frac{(25{,}94)^2}{8(2)} = 42{,}05$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor T

$$SS(T) = (69{,}64^2 + 77{,}85^2 \ldots + 69{,}11^2 + 71{,}98^2) - \frac{1157{,}71^2}{2^3 * 2} = 101{,}94$$

- ✓ Calculo de la suma de cuadrados del factor E

$$SS(E) = 101{,}94 - 9{,}39 - 1{,}44 - 6{,}35 - 1{,}15 - 1{,}44 - 21{,}55 - 42{,}05 = 18{,}57$$

- ✓ Suma de grados de libertad

$$GL(T) = N2^3 - 1 = 15$$

$$GL(A) = A - 1 = 1$$

$$GL(B) = B - 1 = 1$$

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

$$GL(AB) = AB - 1 = 1$$

$$GL(AC) = AC - 1 = 1$$

$$GL(BC) = BC - 1 = 1$$

$$GL(ABC) = ABC - 1 = 1$$

$$GL(E) = 8$$

- ✓ Suma de cuadrados medios

$$CM(A) = \frac{CM(A)}{A-1} = 9{,}39$$

$$CM(B) = \frac{CM(B)}{B-1} = 1{,}44$$

$$CM(C) = \frac{CM(BC)}{C-1} = 1{,}15$$

$$CM(AB) = \frac{CM(AB)}{AB-1} = 6{,}35$$

$$CM(AC) = \frac{CM(AC)}{AC-1} = 1{,}44$$

$$CM(BC) = \frac{CM(BC)}{BC-1} = 21{,}55$$

$$CM(ABC) = \frac{CM(ABC)}{ABC-1} = 42{,}05$$

$$CM(E) = \frac{CM(E)}{E-1} = 2{,}32$$

- ✓ Determinación de Fisher calculado

$$Fcal\ A = \frac{9{,}39}{2{,}32} = 4{,}047$$

$$Fcal\ B = \frac{1{,}44}{2{,}32} = 0{,}620$$

$$Fcal\ C = \frac{1{,}15}{2{,}32} = 0{,}495$$

$$Fcal\ AB = \frac{6{,}35}{2{,}32} = 2{,}737$$

$$Fcal\ AC = \frac{1{,}44}{2{,}32} = 0{,}620$$

$$Fcal\ BC = \frac{21{,}55}{2{,}32} = 9{,}288$$

$$Fcal\ ABC = \frac{42,05}{2,32} = 18,125$$

En el cuadro E.2.3 se muestra el análisis de varianza para la mortadela primavera.

Cuadro E.2.3
Análisis de variancia de la mortadela primavera

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fisher calculado	Fisher tabulado
Total	101,94	15			
Factor A	9,39	1	9,39	4,947	5,318
Factor B	1,44	1	1,44	0,620	5,318
Factor AB	6,35	1	6,35	0,495	5,318
Factor C	1,15	1	1,15	2,737	5,318
Factor AC	1,44	1	1,44	0,620	5,318
Factor BC	21,55	1	21,55	9,288	5,318
Factora ABC	42,05	1	42,05	18,125	5,318
Error experimental	18,57	8	2,32		

Fuente: Elaboración Propia.