



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO
"CEANID"



Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos "RELOAA"
 Miembro de la Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentos "SENASAG"

AL-146/15

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

| | | | |
|---|---|---------|--|
| Cliente: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Solicitante: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Dirección del cliente: | Calle Cochabamba entre Campero y Gral. Trigo N° 430 | | |
| Procedencia - localidad/provincia/departamento: | Tarija - Cercado - Tarija Bolivia | | |
| Lugar de muestreo: | Lugar de elaboración | | |
| Fecha de muestreo: | 2015-06-09 | Hr 7:30 | |
| Responsable(s) del muestreo: | Anibal S. Casazola M. | | |
| Fecha de recepción de la muestra: | 2015-06-09 | | |
| Fecha de ejecución del ensayo: | Del 2015-06-09 al 2015-06-29 | | |
| Caracterización de la muestra: | Yogur sin sabor : Muestra 1 | | |
| Tipo de muestra: | Puntual | | |
| Envase: | Plástico | | |
| Código CEANID: | 464 FQ 349 MB 237 | | |

| Parámetro | Técnica | Unidad | Muestra 1 464 FQ 349 MB 237 |
|--------------------------|-------------|--------|--------------------------------|
| Acidez (como ac láctico) | NB 229-98 | % | 0,68 |
| pH (20°C) | SM 4500-H-B | % | 4,55 |
| Coliformes totales | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |
| Escherichia coli | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |

(*) = No se observa desarrollo de colonias

NB: Norma Boliviana

SM: Standard Methods

NOTA.-Los resultados se refieren sólo a la muestra ensayada.

Este informe de ensayo sólo puede ser reproducido en su forma total con aprobación escrita del CEANID.

Los datos de la muestra y del muestreo fueron suministrados por el solicitante.

Tarija, 29 de junio de 2015

Dr. Adahid Acosta C.
 JEFE CEANID



c.c. Arch.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CENTRO DE ANALISIS, INVESTIGACION Y DESARROLLO
"CEANID"



Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Analisis de Alimentos "RELOAA"
 Miembro de la Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentos "SENASAG"

AL-146/15

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

| | | | |
|---|---|---------|--|
| Cliente: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Solicitante: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Dirección del cliente: | Calle Cochabamba entre Campero y Gral. Trigo N° 430 | | |
| Procedencia: localidad/provincia/departamento | Tarija - Cercado - Tarija Bolivia | | |
| Lugar de muestreo: | Lugar de elaboración | | |
| Fecha de muestreo: | 2015-06-09 | Hr 7:30 | |
| Responsable(s) del muestreo: | Anibal S. Casazola M. | | |
| Fecha de recepción de la muestra | 2015-06-09 | | |
| Fecha de ejecución del ensayo: | Del 2015-06-09 al 2015-06-29 | | |
| Caracterización de la muestra: | Mezcla de helado : Muestra 2 | | |
| Tipo de muestra: | Puntual | | |
| Envase: | Plástico | | |
| Código CEANID: | 465 FQ 350 MB 238 | | |

| Parámetro | Técnica | Unidad | Muestra 2 465 FQ 350 MB 238 |
|---------------------------|-------------|--------|--------------------------------|
| Acidez (como ac láctico) | NB 229-98 | % | 0.18 |
| Materia grasa | NB 228-98 | % | 4.94 |
| pH (20°C) | SM 4500-H-B | % | 6.34 |
| Sólidos no grasos | NB 706-98 | % | 28.87 |
| Sólidos totales | NB 706-98 | % | 33.81 |
| Coliformes totales | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |
| Escherichia coli | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |

(*) = No se observa desarrollo de colonias

NB: Norma Boliviana

SM: Standard Methods

NOTA.-Los resultados se refieren sólo a la muestra ensayada.

Este informe de ensayo sólo puede ser reproducido en su forma total con aprobación escrita del CEANID.

Los datos de la muestra y del muestreo fueron suministrados por el solicitante.

Tarija, 29 de junio de 2015

Inés Adalid Aceituno C.
 JEFE CEANID



c.c. Arch.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
"CEANID"



Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes
 Miembro de la Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos "RELOAA"
 Miembro de la Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes
 Laboratorio Oficial del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentos "SENASAG"

AL-146/15

INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

| | | | |
|---|---|---------|--|
| Cliente: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Solicitante: | Anibal Sadid Casazola Marañon | | |
| Dirección del cliente: | Calle Cochabamba entre Campero y Gral. Trigo N° 430 | | |
| Procedencia: localidad/provincia/departamento | Tarija - Cercado - Tarija Bolivia | | |
| Lugar de muestreo: | Lugar de elaboración | | |
| Fecha de muestreo: | 2015-06-09 | Hr 7:30 | |
| Responsable(s) del muestreo: | Anibal S. Casazola M. | | |
| Fecha de recepción de la muestra | 2015-06-09 | | |
| Fecha de ejecución del ensayo: | Del 2015-06-09 al 2015-06-29 | | |
| Caracterización de la muestra: | Helado batido de yogur - sabor mora : Muestra 3 | | |
| Tipo de muestra: | Puntual | | |
| Envase: | Plástico | | |
| Código CEANID: | 466 FQ 351 MB 239 | | |

| Parámetro | Técnica | Unidad | Muestra 3 466 FQ 351 MB 239 |
|------------------------------|-------------------|-----------|--------------------------------|
| Acidez (como ac. láctico) | NB 229-98 | % | 0,34 |
| Calcio total | SM 3500-CaB | mg/100g | 138 |
| Fibra | Manual tec CEANID | % | n.d |
| Fosforo total | SM 4500-P-D | mg/100g | 123 |
| Hierro total | SM 3500-FeB | mg/100g | 0,27 |
| Hidratos de carbono | Cálculo | % | 30,21 |
| Humedad | NB 074-2000 | % | 59,63 |
| Materia grasa | NB 312027-2006 | % | 4,45 |
| pH (20°C) | SM 4500-H-B | | 6,17 |
| Proteína total (Nx6,38) | NB 466-81 | % | 3,11 |
| Sólidos no grasos | NB 706-98 | % | 35,92 |
| Sólidos totales | NB 706-98 | % | 40,37 |
| Valor energético | Cálculo | kcal/100g | 173,33 |
| Bacterias aerobias mesófilas | NB 32003 | ufc/g | 5,8 x 10 ² |
| Coliformes totales | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |
| Escherichia coli | NB 32005 | ufc/g | < 10 (*) |
| Salmonella | NB 32007 | P/A / 25g | Ausencia |
| Staphylococo aureus | NB 32004 | ufc/g | < 10 (*) |

n. d.= No detectado

NB: Norma Boliviana

SM: Standard Methods

NOTA.-Los resultados se refieren sólo a la muestra ensayada.

Este informe de ensayo sólo puede ser reproducido en su forma total con aprobación escrita del CEANID.

Los datos de la muestra y del muestreo fueron suministrados por el solicitante.

Tarija, 29 de junio de 2015



[Handwritten Signature]
 Ing. Dalid Acetario C.
 JEFE CEANID

c.c. Arch.

EVALUACIÓN SENSORIAL

TEST DE PRUEBA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL HELADO BATIDO DE YOGUR SABOR MORA

Nombre:

Fecha: Set:

Califique las muestras de acuerdo a su agrado o desagrado utilizando la escala que se detalla a continuación; en cuanto al color, sabor, textura y aroma del helado batido de yogur sabor mora:

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

| MUESTRA | Color | Sabor | Textura | Aroma |
|---------|-------|-------|---------|-------|
| A | | | | |
| B | | | | |
| C | | | | |
| D | | | | |

Observaciones:

.....
.....

EVALUACIÓN SENSORIAL

TEST DE PRUEBA PARA COMPARAR EL PRODUCTO FINAL CON LA MUESTRA PATRON

Nombre:.....

Fecha:..... **Set:**.....

Califique las muestras de acuerdo a su agrado o desagrado utilizando la escala que se detalla a continuación; en cuanto al color, sabor, textura y aroma del helado batido de yogur sabor mora:

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

| MUESTRA | Color | Sabor | Textura | Aroma |
|---------|-------|-------|---------|-------|
| A | | | | |
| B | | | | |

Observaciones:.....

.....

.....

EVALUACIÓN SENSORIAL

TEST DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES DEL PRODUCTO FINAL

Nombre:.....

Fecha:..... **Set:**.....

Califique las muestras de acuerdo a su agrado o desagrado utilizando la escala que se detalla a continuación; en cuanto al color, sabor, textura y aroma del helado batido de yogur sabor mora:

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

| MUESTRA | Color | Sabor | Textura | Aroma |
|---------|-------|-------|---------|-------|
| A | | | | |

Observaciones:.....

.....

.....

ANEXO C.1

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE DUNCAN

Para la construcción del análisis estadístico de la prueba de Duncan, primero se debe tener el cuadro donde se detalla el diseño matricial de las muestras y los jueces de una prueba experimental.

Según Ureña D'Arrigo (1999) los pasos que deben seguirse son los siguientes:

1.- Planteamiento de la hipótesis

- H0: No hay diferencia entre los tratamientos (muestras).
- H1: Al menos una muestra es diferente de las demás.

- H0: No hay diferencia entre bloques (no hay diferencia entre jueces).
- H1: Al menos un juez emitió una opinión diferente.

2.- Nivel de significancia: 0.05 (5%)

3.- Prueba de significancia: Fisher y Duncan

4.- Suposiciones:

- Los datos (muestras) siguen una distribución Normal ($\sim N$).
- Los datos (muestras) son extraídos completamente al azar.

5.- Establecer los criterios de aceptación o rechazo para $\alpha=0,05$:

- Se acepta la H0 si $F_{cal} \leq F_{tab}$.
- Se acepta la H1 si $F_{cal} \geq F_{tab}$.

6.- Construcción del cuadro ANVA:

Para realizar la construcción del cuadro ANVA, se tomaron en cuenta las siguientes expresiones matemáticas citadas a continuación:

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

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

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

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

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (\sum Y_{ij})^2 - \frac{(Y_{...})^2}{na}$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

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

Donde:

a = Número de tratamientos o muestras

n = Número de jueces

Cuadro de análisis de varianza (ANVA)

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|---|
| Total | SC (T) | na - 1 | | | |
| Muestras (A) | SC (A) | (a - 1) | $CM (A) = \frac{SC (A)}{a-1}$ | $\frac{CM (A)}{CM (E)}$ | $\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL (SC(A))}{GL (SC(E))}$ |
| Jueces (B) | SC (B) | (n - 1) | $CM (B) = \frac{SC (B)}{n-1}$ | $\frac{CM (B)}{CM (E)}$ | $\frac{V_1}{V_2} = \frac{GL (SC(B))}{GL (SC(E))}$ |
| Error | SC (E) | (a - 1)(n - 1) | $CM (E) = \frac{SC (E)}{n(a-1)}$ | | |

7.- Criterios de aceptación o rechazo:

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

8.- Desarrollo de la prueba estadística:

Determinar el valor de la varianza muestral S^2/y

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{b}}$$

Encontrado los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan (AES (D)) con un nivel de significación $\alpha = 0,05$, se determina el límite de significación de Duncan (ALS (D)) en base a la expresión matemática:

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

9.- Ordenamiento de los promedios:

Encontrados los valores de las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan y los límites de significación de Duncan: con los grados de libertad del error y el nivel de significancia 0,05; para cada número de promedios de ordenamiento que se están probando.

10.- Determinación de la existencia de diferencias significativas:

- $<$ No hay diferencia significativa
- $>$ Si hay diferencia significativa

ANEXO C.2

Tabla C.1

Puntuación de la evaluación sensorial para determinar el producto final en cuanto al atributo color

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | | | TOTAL Y_i |
|-----------------|----------------------------|------|------|------|-------------|
| | MA | MB | MC | MD | |
| 1 | 3 | 6 | 2 | 8 | 19 |
| 2 | 7 | 9 | 4 | 5 | 25 |
| 3 | 4 | 7 | 8 | 4 | 23 |
| 4 | 9 | 8 | 5 | 6 | 28 |
| 5 | 6 | 9 | 4 | 5 | 24 |
| 6 | 5 | 7 | 4 | 8 | 24 |
| 7 | 6 | 7 | 5 | 8 | 26 |
| 8 | 7 | 5 | 4 | 8 | 24 |
| 9 | 5 | 8 | 4 | 5 | 22 |
| 10 | 6 | 5 | 3 | 8 | 22 |
| 11 | 5 | 7 | 5 | 7 | 24 |
| 12 | 7 | 8 | 6 | 7 | 28 |
| 13 | 6 | 8 | 5 | 8 | 27 |
| 14 | 8 | 7 | 6 | 6 | 27 |
| 15 | 7 | 6 | 7 | 5 | 25 |
| 16 | 6 | 7 | 7 | 7 | 27 |
| 17 | 6 | 8 | 9 | 7 | 30 |
| 18 | 7 | 6 | 7 | 6 | 26 |
| 19 | 6 | 6 | 7 | 6 | 25 |
| 20 | 6 | 7 | 5 | 7 | 25 |
| X | 6,10 | 7,05 | 5,35 | 6,55 | 25,05 |
| $\sum Y_i$ | 122 | 141 | 107 | 131 | 501 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 778 | 1019 | 631 | 889 | 3317 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{122^2 + 141^2 + 107^2 + 131^2}{20} - \frac{(501)^2}{20 \cdot 4} = 31,23$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{19^2 + \dots + 25^2}{4} - \frac{(501)^2}{20 \cdot 4} = 29,74$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (3^2 + 7^2 + \dots + 6^2 + 7^2) - \frac{(501)^2}{20 \cdot 4} = 179,48$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 179,48 - 31,23 - 29,74 = 118,51$$

Tabla C.2

Análisis de varianza para el atributo color

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 31,23 | 79 | | | |
| Muestras (A) | 29,74 | 3 | 9,91 | 4,78 | 2,7676 |
| Jueces (B) | 179,48 | 19 | 9,44 | 4,56 | 1,7735 |
| Error | 118,51 | 57 | 2,07 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.2 $F_{cal} > F_{tab}$ ($4,78 > 2,7676$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($14,39 > 1,7735$), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{2,07}{20}} = 0,32$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.3

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 2,833 | 0,9065 |
| 3 | 2,980 | 0,9536 |
| 4 | 3,077 | 0,9846 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.4

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|------|------|------|------|
| 7,05 | 6,55 | 6,10 | 5,35 |
| MB | MD | MA | MC |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.5

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MB - MD | $7,05 - 6,55 = 0,50 < 0,9065$ | No hay diferencia significativa |
| MB - MA | $7,05 - 6,10 = 0,95 < 0,9536$ | No hay diferencia significativa |
| MB - MC | $7,05 - 5,35 = 1,70 > 0,9846$ | Si hay diferencia significativa |
| MD - MA | $6,55 - 6,10 = 0,45 < 0,9065$ | No hay diferencia significativa |
| MD - MC | $6,55 - 5,35 = 1,20 > 0,9536$ | Si hay diferencia significativa |
| MA - MC | $6,10 - 5,35 = 0,75 < 0,9846$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.5 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MC, MD - MC) que son significativos en comparación con las muestras (MB – MD, MB – MA, MD – MA, MA – MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo color.

ANEXO C.3

Tabla C.6

Puntuación de la evaluación sensorial para determinar el producto final en cuanto al atributo sabor

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | | | TOTAL Y_i |
|-----------------|----------------------------|------|------|------|-------------|
| | MA | MB | MC | MD | |
| 1 | 8 | 8 | 8 | 8 | 32 |
| 2 | 7 | 9 | 7 | 7 | 30 |
| 3 | 6 | 7 | 8 | 7 | 28 |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 7 | 29 |
| 5 | 6 | 8 | 8 | 7 | 29 |
| 6 | 6 | 8 | 7 | 6 | 27 |
| 7 | 6 | 7 | 7 | 7 | 27 |
| 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 29 |
| 9 | 7 | 8 | 6 | 4 | 25 |
| 10 | 7 | 8 | 7 | 6 | 28 |
| 11 | 9 | 8 | 5 | 4 | 26 |
| 12 | 6 | 8 | 7 | 8 | 29 |
| 13 | 7 | 8 | 6 | 8 | 29 |
| 14 | 7 | 7 | 6 | 7 | 27 |
| 15 | 8 | 8 | 9 | 8 | 33 |
| 16 | 8 | 9 | 7 | 8 | 32 |
| 17 | 7 | 8 | 8 | 7 | 30 |
| 18 | 8 | 9 | 6 | 7 | 30 |
| 19 | 8 | 9 | 7 | 8 | 32 |
| 20 | 8 | 9 | 7 | 5 | 29 |
| X | 7,25 | 8,05 | 7,00 | 6,75 | 29,05 |
| $\sum Y_i$ | 145 | 161 | 140 | 135 | 581 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 1067 | 1305 | 996 | 941 | 4309 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{145^2 + 161^2 + 140^2 + 135^2}{20} - \frac{(581)^2}{20 \cdot 4} = 19,04$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{32^2 + \dots + 29^2}{4} - \frac{(581)^2}{20 \cdot 4} = 21,24$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (8^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 5^2) - \frac{(581)^2}{20 \cdot 4} = 89,49$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 89,49 - 19,04 - 21,24 = 49,21$$

Tabla C.7

Análisis de varianza para el atributo sabor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 89,49 | 79 | | | |
| Muestras (A) | 19,04 | 3 | 6,34 | 7,73 | 2,7676 |
| Jueces (B) | 21,24 | 19 | 1,12 | 1,37 | 1,7735 |
| Error | 49,21 | 57 | 0,82 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.7 $F_{cal} > F_{tab}$ ($7,73 > 2,7676$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,37 < 1,7735$), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,82}{20}} = 0,20$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.8

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 2,833 | 0,5666 |
| 3 | 2,980 | 0,5960 |
| 4 | 3,077 | 0,6154 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.9

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|------|------|------|------|
| 8,05 | 7,25 | 7,00 | 6,75 |
| MB | MA | MC | MD |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.10
Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFECTOS |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
| MB - MA | $8,05 - 7,25 = 0,80 > 0,5666$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MC | $8,05 - 7,00 = 1,05 > 0,5960$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MD | $8,05 - 6,75 = 1,30 > 0,6154$ | Si hay diferencia significativa |
| MA - MC | $7,25 - 7,00 = 0,25 < 0,5666$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MD | $7,25 - 6,75 = 0,50 < 0,5960$ | No hay diferencia significativa |
| MC - MD | $7,00 - 6,75 = 0,25 < 0,6154$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.10 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA, MB – MC, MB - MD) que son significativos en comparación con las muestras (MA – MC, MA – MD, MC - MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo sabor.

ANEXO C.4

Tabla C.11

Puntuación de la evaluación sensorial para determinar el producto final en cuanto al atributo textura

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | | | TOTAL Y_i |
|-----------------|----------------------------|------|------|------|-------------|
| | MA | MB | MC | MD | |
| 1 | 8 | 9 | 8 | 8 | 33 |
| 2 | 7 | 9 | 7 | 6 | 29 |
| 3 | 7 | 9 | 9 | 9 | 34 |
| 4 | 7 | 8 | 8 | 8 | 31 |
| 5 | 8 | 8 | 6 | 8 | 30 |
| 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 27 |
| 7 | 6 | 8 | 6 | 8 | 28 |
| 8 | 9 | 8 | 7 | 6 | 30 |
| 9 | 7 | 8 | 5 | 5 | 25 |
| 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 36 |
| 11 | 8 | 7 | 5 | 4 | 24 |
| 12 | 6 | 7 | 6 | 7 | 26 |
| 13 | 6 | 7 | 7 | 7 | 27 |
| 14 | 7 | 7 | 6 | 7 | 27 |
| 15 | 7 | 7 | 8 | 8 | 30 |
| 16 | 7 | 8 | 7 | 7 | 29 |
| 17 | 6 | 8 | 6 | 6 | 26 |
| 18 | 8 | 7 | 9 | 8 | 32 |
| 19 | 7 | 9 | 7 | 7 | 30 |
| 20 | 8 | 8 | 6 | 6 | 28 |
| X | 7,25 | 7,90 | 6,90 | 7,05 | 29,1 |
| $\sum Y_i$ | 145 | 158 | 138 | 141 | 582 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 1067 | 1260 | 982 | 1025 | 4334 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{145^2 + 158^2 + 138^2 + 141^2}{20} - \frac{(582)^2}{20 \cdot 4} = 11,65$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{33^2 + \dots + 28^2}{4} - \frac{(582)^2}{20 \cdot 4} = 44,95$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (8^2 + 7^2 + \dots + 7^2 + 6^2) - \frac{(582)^2}{20 \cdot 4} = 99,95$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 99,95 - 44,95 - 11,65 = 43,35$$

Tabla C.12

Análisis de varianza para el atributo textura

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 99,95 | 79 | | | |
| Muestras (A) | 11,65 | 3 | 3,88 | 5,39 | 2,7676 |
| Jueces (B) | 44,95 | 19 | 2,37 | 3,29 | 1,7735 |
| Error | 43,35 | 57 | 0,72 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.12 $F_{cal} > F_{tab}$ ($5,39 > 2,7676$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,29 > 1,7735$), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,72}{20}} = 0,19$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.13

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NUMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 2,833 | 0,5382 |
| 3 | 2,980 | 0,5662 |
| 4 | 3,077 | 0,5846 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.14

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|------|------|------|------|
| 7,90 | 7,25 | 7,05 | 6,90 |
| MB | MA | MD | MC |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.15

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MB - MA | $7,90 - 7,25 = 0,65 > 0,5382$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MC | $7,90 - 7,05 = 0,85 > 0,5662$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MD | $7,90 - 6,90 = 1 > 0,5846$ | Si hay diferencia significativa |
| MA - MC | $7,25 - 7,05 = 0,20 < 0,5382$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MD | $7,25 - 6,90 = 0,35 < 0,5662$ | No hay diferencia significativa |
| MD - MC | $7,05 - 6,90 = 0,15 < 0,5846$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.15 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA, MB – MC, MB - MD) que son significativos en comparación con las muestras (MA – MC, MA – MD, MD - MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura.

ANEXO C.5

Tabla C.16

Puntuación de la evaluación sensorial para determinar el producto final en cuanto al atributo aroma

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | | | TOTAL Y _i |
|-----------------|----------------------------|------|------|------|----------------------|
| | MA | MB | MC | MD | |
| 1 | 8 | 8 | 8 | 9 | 33 |
| 2 | 6 | 7 | 6 | 6 | 25 |
| 3 | 6 | 7 | 9 | 8 | 30 |
| 4 | 5 | 7 | 6 | 6 | 24 |
| 5 | 6 | 7 | 5 | 7 | 25 |
| 6 | 6 | 7 | 5 | 6 | 24 |
| 7 | 5 | 6 | 5 | 5 | 21 |
| 8 | 6 | 7 | 5 | 5 | 23 |
| 9 | 5 | 6 | 5 | 5 | 21 |
| 10 | 8 | 8 | 8 | 9 | 33 |
| 11 | 5 | 8 | 5 | 6 | 24 |
| 12 | 6 | 6 | 6 | 5 | 23 |
| 13 | 6 | 5 | 6 | 6 | 23 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 15 | 7 | 8 | 8 | 8 | 31 |
| 16 | 7 | 8 | 7 | 7 | 29 |
| 17 | 8 | 7 | 6 | 6 | 27 |
| 18 | 6 | 5 | 6 | 5 | 22 |
| 19 | 8 | 9 | 7 | 8 | 32 |
| 20 | 7 | 8 | 6 | 5 | 26 |
| X | 6,30 | 6,95 | 6,20 | 6,35 | 25,8 |
| $\sum Y_i$ | 126 | 139 | 124 | 127 | 516 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 816 | 991 | 798 | 843 | 3448 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{126^2 + 139^2 + 124^2 + 127^2}{20} - \frac{(516)^2}{20 \cdot 4} = 6,9$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{33^2 + \dots + 26^2}{4} - \frac{(516)^2}{20 \cdot 4} = 81,8$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (8^2 + 6^2 + \dots + 8^2 + 5^2) - \frac{(516)^2}{20 \cdot 4} = 119,8$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 119,8 - 81,8 - 6,9 = 31,1$$

Tabla C.17

Análisis de varianza para el atributo aroma

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 119,8 | 79 | | | |
| Muestras (A) | 6,9 | 3 | 2,3 | 4,42 | 2,7676 |
| Jueces (B) | 81,8 | 19 | 4,30 | 8,26 | 1,7735 |
| Error | 31,1 | 57 | 0,52 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.17 $F_{cal} > F_{tab}$ ($4,42 > 2,7676$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($8,26 > 1,7735$), por tanto, si existe diferencia estadística significativa de variación entre los 20 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,52}{20}} = 0,16$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.18

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NUMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 2,833 | 0,453 |
| 3 | 2,980 | 0,477 |
| 4 | 3,077 | 0,492 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.19

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|------|------|------|------|
| 6,95 | 6,35 | 6,30 | 6,20 |
| MB | MD | MA | MC |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.20

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MB - MD | $6,95 - 6,35 = 0,6 > 0,453$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MA | $6,95 - 6,30 = 0,65 > 0,477$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MC | $6,95 - 6,20 = 0,75 > 0,492$ | Si hay diferencia significativa |
| MD - MA | $6,35 - 6,30 = 0,05 > 0,453$ | Si hay diferencia significativa |
| MD - MC | $6,35 - 6,20 = 0,15 < 0,477$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MC | $6,30 - 6,20 = 0,1 < 0,492$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.20 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MD, MB – MA, MB – MC, MD - MA) que son significativos en comparación con las muestras (MD – MC, MA - MC) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo aroma.

Tabla C.21

Puntuación de la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón en cuanto al atributo color

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | TOTAL Y _i |
|-------------------------------|----------------------------|------|----------------------|
| | MA | MB | |
| 1 | 6 | 8 | 14 |
| 2 | 7 | 9 | 16 |
| 3 | 6 | 8 | 14 |
| 4 | 5 | 8 | 13 |
| 5 | 5 | 8 | 13 |
| 6 | 5 | 8 | 13 |
| 7 | 7 | 9 | 16 |
| 8 | 7 | 7 | 14 |
| 9 | 6 | 8 | 14 |
| 10 | 7 | 8 | 15 |
| 11 | 7 | 8 | 15 |
| 12 | 8 | 8 | 16 |
| 13 | 7 | 8 | 15 |
| 14 | 7 | 8 | 15 |
| 15 | 6 | 8 | 14 |
| X | 6,40 | 8,07 | 14,47 |
| ∑Y _i | 96 | 121 | 217 |
| ∑Y _{ij} ² | 626 | 979 | 1605 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{96^2 + 121^2}{15} - \frac{(217)^2}{15 \cdot 2} = 20,83$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{14^2 + \dots + 14^2}{2} - \frac{(217)^2}{15 \cdot 2} = 7,87$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (6^2 + 7^2 + \dots + 8^2 + 8^2) - \frac{(217)^2}{15 \cdot 2} = 35,37$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 35,37 - 20,83 - 7,87 = 6,67$$

Tabla C.22

Análisis de varianza para el atributo color

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 6,67 | 29 | | | |
| Muestras (A) | 20,83 | 1 | 20,83 | 44,31 | 4,600 |
| Jueces (B) | 7,87 | 14 | 0,56 | 1,19 | 2,484 |
| Error | 6,67 | 14 | 0,47 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.22 $F_{cal} > F_{tab}$ ($44,31 > 4,600$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,19 < 2,484$), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,47}{15}} = 0,18$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.23

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NUMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 3,033 | 0,5459 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.24

Ordenamiento de promedios

| I | II |
|------|------|
| 8,07 | 6,40 |
| MB | MA |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.25

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|--------------|-------------------------------|---------------------------------|
| MB - MD | $8,07 - 6,40 = 1,67 > 0,5459$ | Si hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.25 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

ANEXO C.7

Tabla C.26

Puntuación de la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón en cuanto al atributo sabor

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | TOTAL Y_i |
|-----------------|----------------------------|------|-------------|
| | MA | MB | |
| 1 | 7 | 8 | 15 |
| 2 | 8 | 8 | 16 |
| 3 | 7 | 9 | 16 |
| 4 | 6 | 8 | 14 |
| 5 | 7 | 9 | 16 |
| 6 | 8 | 9 | 17 |
| 7 | 8 | 9 | 17 |
| 8 | 7 | 8 | 15 |
| 9 | 7 | 8 | 15 |
| 10 | 7 | 7 | 14 |
| 11 | 5 | 8 | 13 |
| 12 | 8 | 8 | 16 |
| 13 | 6 | 8 | 14 |
| 14 | 7 | 9 | 16 |
| 15 | 6 | 9 | 15 |
| X | 6,93 | 8,33 | 15,27 |
| $\sum Y_i$ | 104 | 125 | 229 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 732 | 1047 | 1779 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{104^2 + 125^2}{15} - \frac{(229)^2}{15 \cdot 2} = 14,70$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{15^2 + \dots + 15^2}{2} - \frac{(229)^2}{15 \cdot 2} = 9,47$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (7^2 + 8^2 + \dots + 9^2 + 9^2) - \frac{(229)^2}{15 \cdot 2} = 30,97$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 30,97 - 14,70 - 9,47 = 6,80$$

Tabla C.27

Análisis de varianza para el atributo sabor

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 30,97 | 29 | | | |
| Muestras (A) | 14,70 | 1 | 14,70 | 30,00 | 4,600 |
| Jueces (B) | 9,47 | 14 | 0,68 | 1,39 | 2,484 |
| Error | 6,80 | 14 | 0,49 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.27 $F_{cal} > F_{tab}$ ($30,00 > 4,600$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,39 < 2,484$), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,49}{15}} = 0,18$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.28

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 3,033 | 0,5459 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.29

Ordenamiento de promedios

| I | II |
|------|------|
| 8,33 | 6,93 |
| MB | MA |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.30

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MB - MA | $8,33 - 6,93 = 1,40 > 6,93$ | Si hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.30 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

ANEXO C.8

Tabla C.31

Puntuación de la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón en cuanto al atributo textura

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | TOTAL Y_i |
|-------------------|----------------------------|------|-------------|
| | MA | MB | |
| 1 | 8 | 7 | 15 |
| 2 | 7 | 8 | 15 |
| 3 | 7 | 9 | 16 |
| 4 | 6 | 8 | 14 |
| 5 | 9 | 8 | 17 |
| 6 | 4 | 8 | 12 |
| 7 | 7 | 8 | 15 |
| 8 | 7 | 7 | 14 |
| 9 | 7 | 6 | 13 |
| 10 | 8 | 7 | 15 |
| 11 | 6 | 5 | 11 |
| 12 | 9 | 7 | 16 |
| 13 | 5 | 7 | 12 |
| 14 | 8 | 7 | 15 |
| 15 | 7 | 8 | 15 |
| X | 7,00 | 7,33 | 14,33 |
| ΣY_i | 105 | 110 | 215 |
| ΣY_{ij}^2 | 761 | 820 | 1581 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{105^2 + 110^2}{15} - \frac{(215)^2}{15 \cdot 2} = 0,83$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{15^2 + \dots + 15^2}{2} - \frac{(215)^2}{15 \cdot 2} = 19,67$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (8^2 + 7^2 + \dots + 7^2 + 8^2) - \frac{(215)^2}{15 \cdot 2} = 40,17$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 40,17 - 0,83 - 19,67 = 19,67$$

Tabla C.32

Análisis de varianza para el atributo textura

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 40,17 | 29 | | | |
| Muestras (A) | 0,83 | 1 | 0,83 | 0,59 | 4,600 |
| Jueces (B) | 19,67 | 14 | 1,405 | 1,00 | 2,484 |
| Error | 19,67 | 14 | 1,405 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.32 $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,59 < 4,600$) para las muestras, por lo tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una $\alpha = 0,05$.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,00 < 2,484$), por tanto, no existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una $\alpha = 0,05$.

ANEXO C.9

Tabla C.33

Puntuación de la evaluación sensorial para comparar el producto final con la muestra patrón en cuanto al atributo aroma

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | TOTAL Y_i |
|-------------------|----------------------------|------|-------------|
| | MA | MB | |
| 1 | 6 | 7 | 13 |
| 2 | 7 | 8 | 15 |
| 3 | 8 | 7 | 15 |
| 4 | 6 | 8 | 14 |
| 5 | 7 | 9 | 16 |
| 6 | 5 | 6 | 11 |
| 7 | 8 | 7 | 15 |
| 8 | 7 | 7 | 14 |
| 9 | 6 | 7 | 13 |
| 10 | 7 | 7 | 14 |
| 11 | 5 | 7 | 12 |
| 12 | 8 | 8 | 16 |
| 13 | 7 | 8 | 15 |
| 14 | 7 | 8 | 15 |
| 15 | 5 | 5 | 10 |
| X | 6,60 | 7,27 | 13,87 |
| ΣY_i | 99 | 109 | 208 |
| ΣY_{ij}^2 | 669 | 805 | 1474 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{99^2 + 109^2}{15} - \frac{(208)^2}{15 \cdot 2} = 3,33$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{15^2 + \dots + 15^2}{2} - \frac{(208)^2}{15 \cdot 2} = 21,87$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (7^2 + 8^2 + \dots + 9^2 + 9^2) - \frac{(208)^2}{15 \cdot 2} = 31,86$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 31,86 - 3,33 - 21,87 = 6,66$$

Tabla C.34

Análisis de varianza para el atributo aroma

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 31,86 | 29 | | | |
| Muestras (A) | 3,33 | 1 | 3,33 | 6,94 | 4,600 |
| Jueces (B) | 21,87 | 14 | 1,56 | 3,25 | 2,484 |
| Error | 6,66 | 14 | 0,48 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.34 $F_{cal} > F_{tab}$ ($6,94 > 4,600$) para las muestras, por lo tanto existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA y MB para una $\alpha = 0,05$, esta condición nos indica la evidencia de recurrir a la prueba de Duncan.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} > F_{tab}$ ($3,25 > 2,484$), por tanto, existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una $\alpha = 0,05$.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,48}{15}} = 0,18$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,05$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla C.35

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NUMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 3,033 | 0,5459 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.36

Ordenamiento de promedios

| I | II |
|------|------|
| 7,27 | 6,60 |
| MB | MA |

Fuente: Elaboración propia

Tabla C.37

Análisis de los tratamientos

| Tratamientos | Análisis de los valores | Efectos |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MB - MD | $7,27 - 6,60 = 0,67 > 0,5459$ | Si hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla C.37 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MB – MA) que son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor puntaje en la escala hedónica, se tomó la muestra MB como la mejor opción en cuanto al atributo textura en este análisis comparativo.

ANEXO C.10

Tabla C.38

Puntuación de la evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales del producto final

| JUECES | MUESTRAS (ESCALA HEDÓNICA) | | | | TOTAL Yi |
|-----------------|----------------------------|-------|---------|-------|----------|
| | COLOR | SABOR | TEXTURA | AROMA | |
| 1 | 7 | 7 | 8 | 6 | 28 |
| 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 32 |
| 3 | 9 | 8 | 9 | 8 | 34 |
| 4 | 8 | 8 | 8 | 7 | 31 |
| 5 | 8 | 8 | 8 | 8 | 32 |
| 6 | 7 | 7 | 6 | 5 | 25 |
| 7 | 8 | 9 | 8 | 7 | 32 |
| 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 30 |
| 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 34 |
| 10 | 8 | 8 | 9 | 7 | 32 |
| 11 | 8 | 8 | 7 | 8 | 31 |
| 12 | 7 | 6 | 7 | 7 | 27 |
| 13 | 7 | 8 | 8 | 8 | 31 |
| 14 | 8 | 6 | 8 | 8 | 30 |
| 15 | 8 | 8 | 7 | 8 | 31 |
| X | 7,80 | 7,67 | 7,87 | 7,33 | 30,67 |
| $\sum Y_i$ | 117 | 115 | 118 | 110 | 460 |
| $\sum Y_{ij}^2$ | 917 | 893 | 938 | 818 | 3566 |

Fuente: Elaboración propia

❖ **Suma de cuadrados de la muestra:**

$$SC(A) = \frac{117^2 + 115^2 + 118^2 + 110^2}{15} - \frac{(460)^2}{15 \cdot 4} = 2,53$$

❖ **Suma de cuadrados de los jueces:**

$$SC(B) = \frac{28^2 + \dots + 31^2}{4} - \frac{(460)^2}{15 \cdot 4} = 20,83$$

❖ **Suma de cuadrados totales:**

$$SC(T) = (7^2 + 8^2 + \dots + 8^2 + 8^2) - \frac{(460)^2}{15 \cdot 4} = 39,33$$

❖ **Suma de cuadrados del error:**

$$SC(E) = 39,33 - 2,53 - 20,83 = 15,97$$

Tabla C.39

Análisis de varianza para el producto final

| Fuente de variación (FV) | Suma de cuadrados (SC) | Grados de libertad (GL) | Cuadrados medios (CM) | Fisher calculado (Fcal) | Fisher tabulado (Ftab) |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Total | 39,33 | 59 | | | |
| Muestras (A) | 2,53 | 3 | 0,84 | 2,21 | 2,829 |
| Jueces (B) | 20,83 | 14 | 1,48 | 3,89 | 1,937 |
| Error | 15,97 | 42 | 0,38 | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla C.39 $F_{cal} < F_{tab}$ ($2,21 < 2,829$) para las muestras, por lo tanto no existe diferencia estadística significativa de variación entre los valores promedio de las muestras MA, MB, MC y MD para una $\alpha = 0,05$.

Para el caso de los jueces, $F_{cal} < F_{tab}$ ($1,37 < 1,7735$), por tanto, existe diferencia estadística significativa de variación entre los 15 jueces para una $\alpha = 0,05$.

ANEXO D.1

DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE ELABORACIÓN DEL YOGUR

Según Ureña D'Arrigo para la realización del diseño experimental se deben seguir los siguientes pasos:

1.- Planteamiento de la hipótesis

- H0: No hay diferencia significativa entre los factores.
- H1: Al menos una variable es diferente a las demás.

2.- Nivel de significancia: 0.05 (5%)

3.- Prueba de significancia: F de Fisher

4.- Suposiciones:

- Los datos siguen una distribución Normal ($\sim N$).
- Los datos son extraídos completamente al azar.

Se procede al planteamiento de la matriz experimental de las variables A y B del diseño experimental y los niveles de variación de los factores.

Tabla D.1

Matriz experimental para la elaboración del yogur

| CORRIDAS | COMBINACION DE TRATAMIENTOS | FACTORES | | INTERACCIÓN | RESPUESTAS |
|----------|-----------------------------|----------|---|-------------|----------------|
| | | AZ | T | AZ T | Y _i |
| 1 | 1 | - | - | + | Y ₁ |
| 2 | a | + | - | - | Y ₂ |
| 3 | b | - | + | - | Y ₃ |
| 4 | ab | + | + | + | Y ₄ |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2

Diseño experimental en la elaboración del yogur

| CORRIDAS | AZ | T | REPLICA Y₁ | REPLICA Y₂ | Y_i | Ȳ |
|-----------------|-----------|----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------|
| 1 | 80 | 3 | 62 | 61 | 123 | 61,50 |
| AZ | 100 | 3 | 62 | 60 | 122 | 61,00 |
| T | 80 | 4 | 64 | 65 | 129 | 64,50 |
| AZ T | 100 | 4 | 66 | 66 | 132 | 66,00 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

AZ = Azúcar (gr)

T = Tiempo (h)

Y = Acidez (°Dornic)

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [122 - 123 + 132 - 129]$$

$$A = 0,50$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [129 - (123) + 132 - 122]$$

$$B = 4$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [132 - 129 - 122 + 123]$$

$$AB = 1$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste}_A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste}_A = [122 - 123 + 132 - 129] = 2$$

$$\text{Contraste}_B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste}_B = [129 + 132 - 123 - 122] = 16$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [132 - 129 - 122 + 123] = 4$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4 \cdot 2} [122 - 123 + 132 - 129]^2 = 0,50$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4 \cdot 2} [129 + 132 - 123 - 122]^2 = 32$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4 \cdot 2} [132 - 129 - 122 + 123]^2 = 2$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (62^2 + 61^2 + 62^2 + 60^2 + 64^2 + 65^2 + 66^2 + 66^2) - [(62 + 61 + 62 + 60 + 64 + 65 + 66 + 66)^2 / 4 \cdot 2]$$

$$SS_T = 32042 - 32004.5 = 37,50$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 37,5 - 32 - 2 - 0,5 = 3$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.3

Análisis de varianza para las variables de elaboración de yogur

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | 37,50 | 7 | | | | |
| Factor a | 0,50 | 1 | 0,50 | 0,67 | 7,709 | NO |
| Factor b | 32 | 1 | 32 | 42,67 | 7,709 | SI |
| Interacción ab | 2 | 1 | 2 | 2,67 | 7,709 | NO |
| Error | 3 | 4 | 0,75 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.3, el factor tiempo (T) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de acidez en el proceso de elaboración de yogur, mientras no son significativos el factor azúcar (AZ) y la interacción (AZ T) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se procede a recurrir a la prueba de Duncan.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,75}{2}} = 0,612$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,01$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla D.4

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 4,949 | 3,028 |
| 3 | 5,145 | 3,148 |
| 4 | 5,260 | 3,219 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.5

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 66 | 64,50 | 61,50 | 61 |
| ab | b | 1 | a |
| MA | MB | MC | MD |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.6
Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFECTOS |
|--------------|-----------------------------|---------------------------------|
| MA - MB | $66 - 64,50 = 1,50 < 3,028$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MC | $66 - 61,50 = 4,50 > 3,148$ | Si hay diferencia significativa |
| MA - MD | $66 - 61 = 5 > 3,219$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MC | $64,50 - 61,50 = 3 < 3,028$ | No hay diferencia significativa |
| MB - MD | $64,50 - 61 = 3,50 > 3,148$ | Si hay diferencia significativa |
| MC - MD | $61,50 - 61 = 0,50 < 3,219$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.6 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MC, MA – MD, MB – MD) que son significativas en comparación con las muestras (MA – MB, MB – MC, MC – MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor porcentaje de acidez y siendo esta variable importante para el proceso, se tomó la muestra MA como la mejor opción.

ANEXO D.2

DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA ETAPA DE DOSIFICACIÓN DEL MIX DEL HELADO

Según Ureña D'Arrigo para la realización del diseño experimental se deben seguir los siguientes pasos:

Planteamiento de la hipótesis

- H0: No hay diferencia significativa entre los factores.
- H1: Al menos una variable es diferente a las demás.

Nivel de significancia: 0.05 (5%)

Prueba de significancia: F de Fisher

Suposiciones:

- Los datos siguen una distribución Normal ($\sim N$).
- Los datos son extraídos completamente al azar.

Se procede al planteamiento de la matriz experimental de las variables A y B del diseño experimental y los niveles de variación de los factores.

Tabla D.7

Matriz experimental en la elaboración del mix del helado variable grados Brix

| CORRIDAS | COMBINACION DE TRATAMIENTOS | FACTORES | | INTERACCIÓN | RESPUESTAS |
|----------|-----------------------------|----------|----|-------------|------------|
| | | ES | CR | ES CR | Y_i |
| 1 | 1 | - | - | + | Y_1 |
| 2 | a | + | - | - | Y_2 |
| 3 | b | - | + | - | Y_3 |
| 4 | ab | + | + | + | Y_4 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.8

Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable grados Brix

| CORRIDAS | ES | CR | REPLICA Y₁ | REPLICA Y₂ | Y_i |
|-----------------|-----------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 1 | 4 | 80 | 28 | 28 | 56 |
| ES | 5 | 80 | 28 | 30 | 58 |
| CR | 4 | 90 | 27 | 28 | 55 |
| ES CR | 5 | 90 | 28 | 28 | 56 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

ES = Estabilizante (gr)

CR = Crema (gr)

Y = Grados Brix

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [58 - 56 + 56 - 55]$$

$$A = 0,75$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [55 - 56 + 56 - 58]$$

$$B = - 0,75$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [56 - 55 - 58 + 56]$$

$$AB = - 0,25$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste}_A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste}_A = [58 - 56 + 56 - 55] = 3$$

$$\text{Contraste}_B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste}_B = [55 + 56 - 56 - 58] = -3$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [56 - 55 - 58 + 56] = -1$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4*2} [58 - 56 + 56 - 55]^2 = 1,13$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4*2} [55 + 56 - 56 - 58]^2 = 1,13$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4*2} [56 - 55 - 58 + 56]^2 = 0,13$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (28^2 + 28^2 + 28^2 + 30^2 + 27^2 + 28^2 + 28^2 + 28^2) - [(28 + 28 + 28 + 30 + 27 + 28 + 28 + 28)^2 / 4 \cdot 2]$$

$$SS_T = 6333 - 6328.13 = 4,87$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 2,48$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.9

Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | 4,87 | 7 | | | | |
| Factor a | 1,13 | 1 | 1,13 | 1,82 | 7,709 | NO |
| Factor b | 1,13 | 1 | 1,13 | 1,82 | 7,709 | NO |
| Interacción ab | 0,13 | 1 | 0,13 | 0,20 | 7,709 | NO |
| Error | 2,48 | 4 | 0,62 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.9, los factores: estabilizante (ES), crema de leche (CR) y la interacción ES CR no son variables significativas que afectan el

porcentaje de grados Brix en la elaboración del mix del helado para un límite de confianza del 95%.

Tabla D.10

Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable materia grasa

| CORRIDAS | ES | CR | REPLICA Y₁ | REPLICA Y₂ | Y_i | Ȳ |
|-----------------|-----------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|----------|
| 1 | 4 | 80 | 6,30 | 6,10 | 12,40 | 6,20 |
| ES | 5 | 80 | 6,60 | 6,50 | 13,10 | 6,55 |
| CR | 4 | 90 | 6,60 | 6,70 | 13,30 | 6,65 |
| ES CR | 5 | 90 | 6,80 | 6,90 | 13,70 | 6,85 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

ES = Estabilizante (gr)

CR = Crema (gr)

Y = Materia Grasa (%)

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [13,1 - 12,4 + 13,7 - 13,3]$$

$$A = 0,275$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [13,3 - 12,4 + 13,7 - 13,1]$$

$$B = 0,275$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [13,7 - 13,3 - 13,1 + 12,4]$$

$$AB = -0,075$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste}_A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste}_A = [13,2 - 12,4 + 13,7 - 13,3] = 1,20$$

$$\text{Contraste}_B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste}_B = [13,3 + 13,7 - 12,4 - 13,1] = 1,50$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [13,7 - 13,3 - 13,1 + 12,4] = -0,30$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4*2} [13,1 - 12,4 + 13,7 - 13,3]^2 = 0,15$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4*2} [13,3 + 13,7 - 12,4 - 13,1]^2 = 0,28$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4*2} [13,7 - 13,3 - 13,1 + 12,4]^2 = 0,01$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (6,3^2 + 6,1^2 + 6,6^2 + 6,5^2 + 6,6^2 + 6,7^2 + 6,8^2 + 6,9^2) - [(6,3 + 6,1 + 6,6 + 6,5 + 6,6 + 6,7 + 6,8 + 6,9)^2 / 4 * 2]$$

$$SS_T = 345,01 - 344,53 = 0,48$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 0,04$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.11

Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | 0,48 | 7 | | | | |
| Factor a | 0,15 | 1 | 0,15 | 15 | 7,709 | SI |
| Factor b | 0,28 | 1 | 0,28 | 28 | 7,709 | SI |
| Interacción ab | 0,01 | 1 | 0,01 | 1 | 7,709 | NO |
| Error | 0,04 | 4 | 0,01 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.11, el factor crema de leche (CR) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de materia grasa en la elaboración del mix del helado, mientras no son significativos el

factor estabilizante (ES) y la interacción (ES CR) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se recurre a la prueba de Duncan.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{0,01}{2}} = 0,07$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,01$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla D.12

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|---------------------|---------|---------|
| 2 | 4,949 | 0,346 |
| 3 | 5,145 | 0,360 |
| 4 | 5,260 | 0,368 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.13

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 6,85 | 6,65 | 6,55 | 6,20 |
| ab | b | a | 1 |
| MA | MB | MC | MD |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.14**Análisis de los tratamientos**

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFECTOS |
|--------------|------------------------------|---------------------------------|
| MA - MB | $6,85 - 6,65 = 0,20 < 0,346$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MC | $6,85 - 6,55 = 0,30 < 0,360$ | Si hay diferencia significativa |
| MA - MD | $6,85 - 6,20 = 0,65 > 0,368$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MC | $6,65 - 6,55 = 0,10 < 0,346$ | Si hay diferencia significativa |
| MB - MD | $6,65 - 6,20 = 0,45 > 0,360$ | Si hay diferencia significativa |
| MC - MD | $6,55 - 6,20 = 0,35 < 0,368$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.14 se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MD, MB – MD) que son significativas en comparación con las muestras (MA – MB, MA – MC, MB – MC, MC – MD) que no son significativos para un límite de confianza del 95%, pero analizando la muestra con mayor porcentaje de materia grasa y siendo esta variable importante para el proceso, se tomó la muestra MA como la mejor opción.

Tabla D.15**Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable densidad**

| CORRIDAS | ES | CR | REPLICA Y ₁ | REPLICA Y ₂ | Y _i |
|--------------|----|----|---------------------------|---------------------------|----------------|
| 1 | 4 | 80 | 1,11 | 1,10 | 2,21 |
| ES | 5 | 80 | 1,12 | 1,11 | 2,23 |
| CR | 4 | 90 | 1,10 | 1,11 | 2,21 |
| ES CR | 5 | 90 | 1,12 | 1,13 | 2,25 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

ES = Estabilizante (gr)

CR = Crema (gr)

Y = Densidad (gr/ml)

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [2,23 - 2,21 + 2,25 - 2,21]$$

$$A = 0,015$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [2,21 - 2,21 + 2,25 - 2,23]$$

$$B = 0,005$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [2,25 - 2,21 - 2,23 + 2,21]$$

$$AB = 0.005$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste } A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste } A = [2,23 - 2,21 + 2,25 - 2,21] = 0,06$$

$$\text{Contraste } B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste } B = [2,21 + 2,25 - 2,21 - 2,23] = 0,02$$

$$\text{Contraste } AB = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste } AB = [2,25 - 2,21 - 2,23 + 2,21] = 0,02$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4*2} [2,23 - 2,21 + 2,25 - 2,21]^2 = 0,00045$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4*2} [2,21 + 2,25 - 2,21 - 2,23]^2 = 0,00005$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4*2} [2,25 - 2,21 - 2,23 + 2,21]^2 = 0,00005$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (1,11^2 + 1,10^2 + 1,12^2 + 1,11^2 + 1,10^2 + 1,11^2 + 1,12^2 + 1,13^2) - [(1,11 + 1,10 + 1,12 + 1,11 + 1,10 + 1,11 + 1,12 + 1,13)^2 / 4*2]$$

$$SS_T = 9,902 - 9,901 = 0,001$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 0,00045$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.16

Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | 0,001 | 7 | | | | |
| Factor a | 0,00045 | 1 | 0,00045 | 4,00 | 7,709 | NO |
| Factor b | 0,00005 | 1 | 0,00005 | 0,44 | 7,709 | NO |
| Interacción ab | 0,00005 | 1 | 0,00005 | 0,44 | 7,709 | NO |
| Error | 0,00045 | 4 | 0,0001125 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.16, los factores: estabilizante (ES), crema de leche (CR) y la interacción (ES CR) no son variables significativas que afectan en la densidad en la elaboración del mix del helado para un límite de confianza del 95%.

Tabla D.17

Diseño experimental en la elaboración del mix del helado variable solidos no grasos

| CORRIDAS | ES | CR | REPLICA Y ₁ | REPLICA Y ₂ | Y _i | Ȳ |
|----------|----|----|------------------------|------------------------|----------------|-------|
| 1 | 4 | 80 | 29,38 | 26,84 | 56,22 | 28,11 |
| ES | 5 | 80 | 31,94 | 29,42 | 61,36 | 30,68 |
| CR | 4 | 90 | 26,94 | 29,46 | 56,40 | 28,20 |
| ES CR | 5 | 90 | 31,98 | 34,50 | 66,48 | 33,24 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

ES = Estabilizante (gr)

CR = Crema (gr)

Y = SNG (%)

Los sólidos no grasos se calculan a partir de la fórmula de Richmond:

$$\%SNG = [(D-1)*250] + (\%G*0.2) + 0.62$$

Donde:

%SNG = Porcentaje de sólidos no grasos

D = Densidad del mix

%G = Porcentaje de grasa del mix

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [61,36 - 56,22 + 66,48 - 56,40]$$

$$A = 3,81$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [56,40 - 56,22 + 66,48 - 61,36]$$

$$B = 1,33$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [66,48 - 56,40 - 61,36 + 56,22]$$

$$AB = 1,24$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste } A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste}_A = [61,36 - 56,22 + 66,48 - 56,40] = 15,22$$

$$\text{Contraste}_B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste}_B = [56,40 + 66,48 - 56,22 - 61,36] = 5,30$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [66,48 - 56,40 - 61,36 + 56,22] = 4,94$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4*2} [61,36 - 56,22 + 66,48 - 56,40]^2 = 28,95$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4*2} [56,40 + 66,48 - 56,22 - 61,36]^2 = 3,51$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4*2} [66,48 - 56,40 - 61,36 + 56,22]^2 = 3,05$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (29,38^2 + 26,84^2 + 31,94^2 + 29,42^2 + 26,94^2 + 29,46^2 + 31,98^2 + 34,50^2) - [(29,38 + 26,84 + 31,94 + 29,42 + 26,94 + 29,46 + 31,98 + 34,50)^2 / 4*2]$$

$$SS_T = 7275,90 - 7227,63 = 48,27$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 48,27 - 28,95 - 3,51 - 3,05 = 12,76$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.18

Análisis de varianza para las variables de elaboración del mix del helado

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|-----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | 48,27 | 7 | | | | |
| Factor a | 28,95 | 1 | 28,95 | 9,08 | 7,709 | SI |
| Factor b | 3,51 | 1 | 3,51 | 1,10 | 7,709 | NO |
| Interacción ab | 3,05 | 1 | 3,05 | 0,96 | 7,709 | NO |
| Error | 12,76 | 4 | 3,19 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.18, el factor estabilizante (ES) es una variable muy significativa debido a que influye directamente en el porcentaje de sólidos no grasos en la elaboración del mix del helado, mientras no son significativos el factor crema de leche (CR) y la interacción (ES CR) para un límite de confianza del 95%, por lo tanto se recurre a la prueba de Duncan.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

$$\frac{S^2}{Y} = \sqrt{\frac{CM(E)}{n}} = \sqrt{\frac{3,19}{2}} = 1,26$$

Para estimar las Amplitudes Estudiantizadas de Duncan [AES (D)] con nivel de significancia $\alpha = 0,01$ se recurre a la tabla (Anexo F, Ureña D'Arrigo 1999).

Tabla D.19

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan

| NÚMERO DE PROMEDIOS | AES (D) | ALS (D) |
|----------------------------|----------------|----------------|
| 2 | 4,949 | 6,25 |
| 3 | 5,145 | 6,48 |
| 4 | 5,260 | 6,63 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.20

Ordenamiento de promedios

| I | II | III | IV |
|-----------|-----------|------------|-----------|
| 33,24 | 30,68 | 28,20 | 28,11 |
| ab | b | a | (1) |
| MA | MB | MC | MD |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla D.21 se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos (MA – MB, MA – MC, MA – MD, MB – MC, MB – MD, MC – MD) para un límite de confianza del 95%, pero analizando el diseño experimental (Tabla D.16) el factor b correspondiente al estabilizante es un factor influyente en el proceso.

Tabla D.21

Análisis de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | ANÁLISIS DE LOS VALORES | EFFECTOS |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| MA - MB | $33,24 - 30,68 = 2,56 < 6,25$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MC | $33,24 - 28,20 = 5,04 < 6,48$ | No hay diferencia significativa |
| MA - MD | $33,24 - 28,11 = 5,13 < 6,63$ | No hay diferencia significativa |
| MB - MC | $30,68 - 28,20 = 2,48 < 6,25$ | No hay diferencia significativa |
| MB - MD | $30,68 - 28,11 = 2,57 < 6,48$ | No hay diferencia significativa |
| MC - MD | $28,20 - 28,11 = 0,09 < 6,63$ | No hay diferencia significativa |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO D.3

Tabla D.22

Matriz experimental para la elaboración del helado batido de yogur

| CORRIDAS | COMBINACION DE TRATAMIENTOS | FACTORES | | INTERACCIÓN | RESPUESTAS |
|----------|-----------------------------------|----------|----|-------------|------------|
| | | CS | PY | PY CS | Y_i |
| 1 | 1 | - | - | + | Y_1 |
| 2 | a | + | - | - | Y_2 |
| 3 | b | - | + | - | Y_3 |
| 4 | ab | + | + | + | Y_4 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla d.23

Diseño experimental en la elaboración del helado variable overrum

| CORRIDAS | CS | PY | REPLICA Y_1 | REPLICA Y_2 | Y_i | \bar{Y} |
|--------------|----|----|------------------|------------------|--------|-----------|
| 1 | 7 | 30 | 42,67 | 42,15 | 84,82 | 42,41 |
| CS | 9 | 30 | 43,17 | 42,95 | 86,12 | 43,06 |
| PY | 7 | 40 | 52,07 | 51,70 | 103,77 | 51,89 |
| CS PY | 9 | 40 | 48,33 | 47,64 | 95,97 | 47,99 |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

CS = Colorante - Saborizante (ml)

PY = Yogur (%)

Y = Overrum (%)

El overrum se calcula a partir de la siguiente formula:

$$\% \text{ Overrum} = \frac{\text{Volmen final del helado} - \text{Volumen inicial de la mezcla}}{\text{Volumen inicial de la mezcla}} * 100$$

Fuente: Norma Boliviana 703

Para la interacción de los efectos promedios de los factores principales e interacciones al azar se utiliza:

EFFECTOS:

$$A = \frac{1}{2n} [a - (1) + ab - b]$$

$$A = \frac{1}{2*2} [86,12 - 84,82 + 95,97 - 103,77]$$

$$A = - 26$$

$$B = \frac{1}{2n} [b - (1) + ab - a]$$

$$B = \frac{1}{2*2} [103,77 - 84,82 + 95,97 - 86,12]$$

$$B = 28,8$$

$$AB = \frac{1}{2n} [ab - b - a + (1)]$$

$$AB = \frac{1}{2*2} [95,97 - 103,77 - 86,12 + 84,82]$$

$$AB = - 36,4$$

CONTRASTES:

$$\text{Contraste}_A = [a - (1) + ab - b]$$

$$\text{Contraste}_A = [86,12 - 84,82 + 95,97 - 103,77] = - 6,5$$

$$\text{Contraste}_B = [b + ab - (1) - a]$$

$$\text{Contraste}_B = [103,77 + 95,97 - 84,82 - 86,12] = 28,8$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [ab - b - a + (1)]$$

$$\text{Contraste}_{AB} = [95,97 - 103,77 - 86,12 + 84,82] = - 9,1$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b]^2$$

$$SS_A = \frac{1}{4 \cdot 2} [86,12 - 84,82 + 95,97 - 103,77]^2 = 5,28$$

$$SS_B = \frac{1}{4n} [b + ab - (1) - a]^2$$

$$SS_B = \frac{1}{4 \cdot 2} [103,77 + 95,97 - 84,82 - 86,12]^2 = 103,68$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4n} [ab - b - a + (1)]^2$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{4 \cdot 2} [95,97 - 103,77 - 86,12 + 84,82]^2 = 10,35$$

SUMA DE CUADRADO TOTAL

$$SS_T = (42,67^2 + 42,15^2 + 43,17^2 + 42,95^2 + 52,07^2 + 51,70^2 + 48,33^2 + 47,64^2) - [(42,67 + 42,15 + 43,17 + 42,95 + 52,07 + 51,70 + 48,33 + 47,64)^2 / 4 \cdot 2]$$

$$SS_T = 17295,24 - 17175,46 = 119,78$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$$

$$SS_E = 119,78 - 5,28 - 103,68 - 10,35 = 0,47$$

Construyendo el cuadro ANVA, análisis de varianza del diseño experimental.

Tabla D.24

Análisis de varianza para las variables de elaboración de helado batido de yogur

| FUENTE DE VARIACION | SUMA DE CUADRADOS | GRADOS DE LIBERTAD | MEDIA DE CUADRADOS | F CALCULADO | F TABULADO | INFLUENCIA |
|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|------------|------------|
| Total | | 7 | | | | |
| Factor a | 5,28 | 1 | 5,28 | 44 | 7,709 | SI |
| Factor b | 103,68 | 1 | 103,68 | 864 | 7,709 | SI |
| Interacción ab | 10,35 | 1 | 10,35 | 86,25 | 7,709 | SI |
| Error | 0,47 | 4 | 0,12 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla D.16, todos los factores son variables muy significativas debido a que influyen directamente en el porcentaje de overrun del helado batido de yogur para un límite de confianza del 95%.

Fotografía E.1

Recepción de la leche



Fotografía E.2

Balanza utilizada para el pesado de los insumos



Fotografía E.3
Pesado de insumos



Fotografía E.4
Medición de la temperatura



Fotografía E.5

Tachos de acero inoxidable para la pasteurización y fermentación



Fotografía E.6

Baño maría para los procesos de pasteurización y fermentación



Fotografía E.7

Envases para las pruebas preliminares



Fotografía E.8

Equipo para la elaboración de helado batido



Fotografía E.9

Proceso de batido del helado de yogur sabor mora



Fotografía E.10

Producto final



Fotografía E.11

Evaluación sensorial



Fotografía E.12

EVALUACIÓN SENSORIAL



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 9 | 4.596 | 4.787 | 4.906 | 4.986 | 5.043 | 5.086 | 5.117 | 5.142 | 5.160 | 5.174 | 5.185 | 5.193 | 5.199 | 5.202 | 5.205 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | 5.206 | |
| 10 | 4.482 | 4.671 | 4.789 | 4.871 | 4.931 | 4.975 | 5.010 | 5.036 | 5.058 | 5.074 | 5.087 | 5.098 | 5.106 | 5.112 | 5.117 | 5.120 | 5.122 | 5.123 | 5.124 | |
| 11 | 4.392 | 4.579 | 4.697 | 4.780 | 4.841 | 4.887 | 4.923 | 4.952 | 4.975 | 4.994 | 5.009 | 5.021 | 5.031 | 5.039 | 5.045 | 5.050 | 5.054 | 5.057 | 5.059 | |
| 12 | 4.320 | 4.504 | 4.622 | 4.705 | 4.767 | 4.815 | 4.852 | 4.882 | 4.907 | 4.927 | 4.944 | 4.957 | 4.969 | 4.978 | 4.986 | 4.993 | 4.998 | 5.002 | 5.005 | |
| 13 | 4.260 | 4.442 | 4.560 | 4.643 | 4.706 | 4.754 | 4.793 | 4.824 | 4.850 | 4.871 | 4.889 | 4.904 | 4.917 | 4.927 | 4.936 | 4.944 | 4.950 | 4.955 | 4.960 | |
| 14 | 4.210 | 4.391 | 4.508 | 4.591 | 4.654 | 4.703 | 4.743 | 4.775 | 4.802 | 4.824 | 4.843 | 4.859 | 4.872 | 4.884 | 4.894 | 4.902 | 4.909 | 4.916 | 4.921 | |
| 15 | 4.167 | 4.346 | 4.463 | 4.547 | 4.610 | 4.660 | 4.700 | 4.733 | 4.760 | 4.783 | 4.803 | 4.820 | 4.834 | 4.846 | 4.857 | 4.866 | 4.874 | 4.881 | 4.887 | |
| 16 | 4.131 | 4.308 | 4.425 | 4.508 | 4.572 | 4.622 | 4.662 | 4.696 | 4.724 | 4.748 | 4.768 | 4.785 | 4.800 | 4.813 | 4.825 | 4.835 | 4.843 | 4.851 | 4.858 | |
| 17 | 4.099 | 4.275 | 4.391 | 4.474 | 4.538 | 4.589 | 4.630 | 4.664 | 4.692 | 4.717 | 4.737 | 4.755 | 4.771 | 4.785 | 4.797 | 4.807 | 4.816 | 4.824 | 4.832 | |
| 18 | 4.071 | 4.246 | 4.361 | 4.445 | 4.509 | 4.559 | 4.601 | 4.635 | 4.664 | 4.689 | 4.710 | 4.729 | 4.745 | 4.759 | 4.771 | 4.782 | 4.792 | 4.801 | 4.808 | |
| 19 | 4.046 | 4.220 | 4.335 | 4.418 | 4.483 | 4.533 | 4.575 | 4.610 | 4.639 | 4.664 | 4.686 | 4.705 | 4.722 | 4.736 | 4.749 | 4.760 | 4.771 | 4.780 | 4.788 | |
| 20 | 4.024 | 4.197 | 4.312 | 4.395 | 4.459 | 4.510 | 4.552 | 4.587 | 4.617 | 4.642 | 4.664 | 4.684 | 4.701 | 4.716 | 4.729 | 4.741 | 4.751 | 4.761 | 4.769 | |
| df | p-> | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 4.004 | 4.177 | 4.291 | 4.374 | 4.438 | 4.489 | 4.531 | 4.567 | 4.597 | 4.622 | 4.645 | 4.664 | 4.682 | 4.697 | 4.711 | 4.723 | 4.734 | 4.743 | 4.752 | |
| 22 | 3.986 | 4.158 | 4.272 | 4.355 | 4.419 | 4.470 | 4.513 | 4.548 | 4.578 | 4.604 | 4.627 | 4.647 | 4.664 | 4.680 | 4.694 | 4.706 | 4.718 | 4.728 | 4.737 | |
| 23 | 3.970 | 4.141 | 4.254 | 4.337 | 4.402 | 4.453 | 4.496 | 4.531 | 4.562 | 4.588 | 4.611 | 4.631 | 4.649 | 4.665 | 4.679 | 4.692 | 4.703 | 4.713 | 4.723 | |
| 24 | 3.955 | 4.126 | 4.239 | 4.322 | 4.386 | 4.437 | 4.480 | 4.516 | 4.546 | 4.573 | 4.596 | 4.616 | 4.634 | 4.651 | 4.665 | 4.678 | 4.690 | 4.700 | 4.710 | |
| 25 | 3.942 | 4.112 | 4.224 | 4.307 | 4.371 | 4.423 | 4.466 | 4.502 | 4.532 | 4.559 | 4.582 | 4.603 | 4.621 | 4.638 | 4.652 | 4.665 | 4.677 | 4.688 | 4.698 | |
| 26 | 3.930 | 4.099 | 4.211 | 4.294 | 4.358 | 4.410 | 4.452 | 4.489 | 4.520 | 4.546 | 4.570 | 4.591 | 4.609 | 4.626 | 4.640 | 4.654 | 4.666 | 4.677 | 4.687 | |
| 27 | 3.918 | 4.087 | 4.199 | 4.282 | 4.346 | 4.397 | 4.440 | 4.477 | 4.508 | 4.535 | 4.558 | 4.579 | 4.598 | 4.615 | 4.630 | 4.643 | 4.655 | 4.667 | 4.677 | |
| 28 | 3.908 | 4.076 | 4.188 | 4.270 | 4.334 | 4.386 | 4.429 | 4.465 | 4.497 | 4.524 | 4.548 | 4.569 | 4.587 | 4.604 | 4.619 | 4.633 | 4.646 | 4.657 | 4.667 | |
| 29 | 3.898 | 4.065 | 4.177 | 4.260 | 4.324 | 4.376 | 4.419 | 4.455 | 4.486 | 4.514 | 4.538 | 4.559 | 4.578 | 4.595 | 4.610 | 4.624 | 4.637 | 4.648 | 4.659 | |
| 30 | 3.889 | 4.056 | 4.168 | 4.250 | 4.314 | 4.366 | 4.409 | 4.445 | 4.477 | 4.504 | 4.528 | 4.550 | 4.569 | 4.586 | 4.601 | 4.615 | 4.628 | 4.640 | 4.650 | |
| 31 | 3.881 | 4.047 | 4.159 | 4.241 | 4.305 | 4.357 | 4.400 | 4.436 | 4.468 | 4.495 | 4.519 | 4.541 | 4.560 | 4.577 | 4.593 | 4.607 | 4.620 | 4.632 | 4.643 | |
| 32 | 3.873 | 4.039 | 4.150 | 4.232 | 4.296 | 4.348 | 4.391 | 4.428 | 4.459 | 4.487 | 4.511 | 4.533 | 4.552 | 4.570 | 4.585 | 4.600 | 4.613 | 4.625 | 4.635 | |
| 33 | 3.865 | 4.031 | 4.142 | 4.224 | 4.288 | 4.340 | 4.383 | 4.420 | 4.452 | 4.479 | 4.504 | 4.525 | 4.545 | 4.562 | 4.578 | 4.592 | 4.606 | 4.618 | 4.629 | |
| 34 | 3.859 | 4.024 | 4.135 | 4.217 | 4.281 | 4.333 | 4.376 | 4.413 | 4.444 | 4.472 | 4.496 | 4.518 | 4.538 | 4.555 | 4.571 | 4.586 | 4.599 | 4.611 | 4.622 | |
| 35 | 3.852 | 4.017 | 4.128 | 4.210 | 4.273 | 4.325 | 4.369 | 4.406 | 4.437 | 4.465 | 4.490 | 4.511 | 4.531 | 4.549 | 4.565 | 4.579 | 4.593 | 4.605 | 4.616 | |
| 36 | 3.846 | 4.011 | 4.121 | 4.203 | 4.267 | 4.319 | 4.362 | 4.399 | 4.431 | 4.459 | 4.483 | 4.505 | 4.525 | 4.543 | 4.559 | 4.573 | 4.587 | 4.599 | 4.611 | |
| 37 | 3.840 | 4.005 | 4.115 | 4.197 | 4.260 | 4.312 | 4.356 | 4.393 | 4.425 | 4.452 | 4.477 | 4.499 | 4.519 | 4.537 | 4.553 | 4.568 | 4.581 | 4.594 | 4.605 | |
| 38 | 3.835 | 3.999 | 4.109 | 4.191 | 4.254 | 4.306 | 4.350 | 4.387 | 4.419 | 4.447 | 4.471 | 4.493 | 4.513 | 4.531 | 4.548 | 4.562 | 4.576 | 4.589 | 4.600 | |
| 39 | 3.830 | 3.993 | 4.103 | 4.185 | 4.249 | 4.301 | 4.344 | 4.381 | 4.413 | 4.441 | 4.466 | 4.488 | 4.508 | 4.526 | 4.542 | 4.557 | 4.571 | 4.584 | 4.595 | |
| 40 | 3.825 | 3.988 | 4.098 | 4.180 | 4.243 | 4.295 | 4.339 | 4.376 | 4.408 | 4.436 | 4.461 | 4.483 | 4.503 | 4.521 | 4.537 | 4.552 | 4.566 | 4.579 | 4.591 | |
| 48 | 3.793 | 3.955 | 4.064 | 4.145 | 4.209 | 4.261 | 4.304 | 4.341 | 4.374 | 4.402 | 4.427 | 4.450 | 4.470 | 4.489 | 4.506 | 4.521 | 4.535 | 4.548 | 4.561 | |
| 60 | 3.762 | 3.922 | 4.030 | 4.111 | 4.174 | 4.226 | 4.270 | 4.307 | 4.340 | 4.368 | 4.394 | 4.417 | 4.437 | 4.456 | 4.474 | 4.489 | 4.504 | 4.518 | 4.530 | |
| 80 | 3.732 | 3.890 | 3.997 | 4.077 | 4.140 | 4.192 | 4.236 | 4.273 | 4.306 | 4.335 | 4.360 | 4.384 | 4.405 | 4.424 | 4.442 | 4.458 | 4.473 | 4.487 | 4.500 | |
| 120 | 3.702 | 3.858 | 3.964 | 4.044 | 4.107 | 4.158 | 4.202 | 4.239 | 4.272 | 4.301 | 4.327 | 4.351 | 4.372 | 4.392 | 4.410 | 4.426 | 4.442 | 4.456 | 4.469 | |
| 240 | 3.672 | 3.827 | 3.932 | 4.011 | 4.073 | 4.125 | 4.168 | 4.206 | 4.239 | 4.268 | 4.294 | 4.318 | 4.339 | 4.359 | 4.378 | 4.394 | 4.410 | 4.425 | 4.439 | |
| Inf | 3.643 | 3.796 | 3.900 | 3.978 | 4.040 | 4.091 | 4.135 | 4.172 | 4.205 | 4.235 | 4.261 | 4.285 | 4.307 | 4.327 | 4.345 | 4.363 | 4.379 | 4.394 | 4.408 | |

