

ANEXO A

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO PARA EL

CONTROL DE LA LECHE DE VACA

ANEXO A

Determinación de la acidez en el yogurt

Método de referencia Norblad N913, Holanda(Pinto y Houbraken, 1976).

Campo de aplicación

El método descrito es aplicable a la leche fresca, y a productos lácteos fluidos, con o sin fermentación

Principio del método

Un volumen conocido de la muestra se titula con una solución alcalina de concentración determinada, con ayuda de un indicador el que indica el punto final de la titulación.

Reactivos

Los reactivos utilizados deben tener la siguiente calidad analítica:

- Solución de hidróxido de sodio 0.1N.
- Fenoftaleina 0.5%

Aparatos

- Bureta graduada en 1/10ml
- Matraz Erlenmeyer de capacidad 250 ml
- Pipeta de 10ml

Procedimientos

1. Pipetear 9ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer.
2. Agregar 5 gotas de fenolftaleína.
3. Titular la solución con el hidróxido de sodio, hasta la aparición de una coloración rosado pálido, que corresponde al color estándar.
4. Leer el volumen de la solución alcalina gastado.
5. Expresar la acidez como el porcentaje de ácido láctico:

$$\%A.L = (V_{(NaOH)} * Fc) / 10$$

ANEXO A:1

Método de determinación de materia grasa

La materia grasa de la leche es uno de los componentes más importantes, porque a partir de ésta se obtienen diversos derivados lácteos.

Se utilizó el método de Gerber para el análisis de la materia grasa contenida en la leche.

Este método se basa en que los componentes tales como agua, proteínas y sales de la leche se extraen con alcohol amílico (deshidratación), separándose así de la grasa, y luego se mineralizan con ácido sulfúrico. La grasa no se mineraliza y se separa por diferencia de densidades del ácido, ayudado por centrifugación.

Para efectuar el análisis se realizan los siguientes pasos:

- Se llena un butirómetro de 8% con 10 ml. de H_2SO_4 de densidad 1.815 gr / ml, al 91%.
- Se introduce 10.75 ml. de leche previamente entibiada a unos 45 - 50°C, por las paredes del tubo para evitar el mezclado de la leche con el ácido.
- Se agrega 1ml. de alcohol isoamílico y se tapa con un tapón de goma.
- Se agita tratando de mezclar primero el alcohol con la leche hasta la formación de flóculos

Se agita vigorosamente para mezclar el ácido con los flóculo formados, hasta que desaparecen por completo.

- Dar la vuelta al butirómetro y agitar nuevamente. Repetir esta operación por lo menos tres veces e introducir el butirómetro a la centrífuga.
- Poner el contrapeso en una posición diametralmente opuesta para un buen balanceo de la centrífuga, evitando así la ruptura del butirómetro.
- Centrifugar a 1400 R.P.M. por 3 minutos.
- Detener la centrífuga y efectuar la lectura directa en la escala del butirómetro.

ANEXO A:2

Determinación de los sólidos no grasos

La determinación de los sólidos no grasos de la leche es otro de los parámetros importantes para la calificación de la calidad de la leche y en el precio que esta tiene siendo mayor cuanto mayor es el porcentaje de sólidos no grasos.

El principio de este método se basa en que la variación del índice de refracción de la luz que atraviesa un prisma es proporcional a la concentración de sólidos que tiene una sustancia. El lactómetro de Bertuzzi es un tipo de refractómetro que tiene una escala que ha sido diseñada para medir directamente el porcentaje de sólidos totales expresados como lactosa de un producto lácteo.

Para la determinación de los sólidos no grasos se realizan los siguientes pasos:

- El análisis de los sólidos totales se lo realiza por lectura directa en el lactómetro de Bertuzzi, para tal efecto se debe enfriar la muestra a 15°C y se mezcla bien antes de verter una pequeña porción de muestra al prisma.
- Por el visor se observa la separación de una parte azul y otra transparente en el prisma. La línea que separa estos planos es la que se lee en la escala, y ese es el valor del porcentaje de sólidos totales en la leche.

ANEXO A:3

Determinación de mastitis

Método:

La prueba consiste en el agregado de un detergente a la leche, el reactivo púrpura de bromocresol, causando la liberación del ADN de los leucocitos presentes en la ubre y este se convierte en combinación con agentes proteicos de la leche en una gelatina (Cabrejas, 2005).

Reactivos: Púrpura de bromocresol

Materiales:

- Paleta de plástico con cuatro círculos para realizar el test de mastitis
- Dos pipetas de 10 ml, una para el reactivo y la otra para la leche.

Procedimiento:

- Colocar 2 ml de la leche que será analizada en uno de los círculos de la paleta de plástico.
- Con la otra pipeta, añadir 2 ml de reactivo a los 2 ml de leche y agitar durante 35 segundos.
- Observar la solución, si la prueba de mastitis es positiva la mezcla leche-reactivo forman una sustancia altamente viscosa, esta leche debe ser rechazada.
- Si la prueba es negativa, la mezcla leche-reactivo no forma ninguna solución viscosa, esta leche es apta para el proceso.

ANEXO A:4

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

Principio:

Este principio es basado en la variación del índice de refracción de la luz, que atraviesa un prisma, el cual es directamente proporcional a la concentración de sólidos que tiene cualquier sustancia (Flores, 2007).

Materiales:

- ✓ Refractómetro

Procedimiento:

- ✓ Colocar de 1 a 2 gotas de leche asegurando que cubra todo el prisma inferior.
- ✓ Cubrir éste con el prisma superior, procediendo a la lectura del mismo.
- ✓ Se observará, la separación de una parte azulada y otra blanca o transparente, la línea que las separa es la que nos dará el porcentaje de sólidos solubles.

ANEXO B
RESULTADOS DE LABORATORIO

ANEXO C
NORMAS TÉCNICAS

ANEXO D
FORMATO DE TEST DE
EVALUACIÓN SENSORIAL

ANÁLISIS SENSORIAL YOGURT DESLACTOSADO

Test de evaluación

Parámetros: Consistencia, sabor, suavidad, acidez

Nombre.....FECHA:.....

Nº de pruebaHORA:.....

INTRODUCCION

Utilizando la escala hedónica detallada a continuación califique los diferentes parámetros indicados, en las muestras obtenidas, en el presente trabajo de investigación, de acuerdo a su agrado o desagrado del producto

- 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	CONSISTENCIA	SABOR	SUAVIDAD	ACIDEZ
MA				
MB				
MC				

Observaciones:

.....
.....
.....
.....

**ANÁLISIS SENSORIAL
YOGURT DESLACTOSADO**

Test de evaluación

Parámetros: Consistencia, sabor, suavidad, acidez

Nombre.....FECHA:.....
N° de pruebaHORA:.....

INTRODUCCION

Utilizando la escala hedónica detallada a continuación califique los diferentes parámetros indicados, en las muestras obtenidas, en el presente trabajo de investigación, de acuerdo a su agrado o desagrado del producto

- 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	CONSISTENCIA	SABOR	SUAVIDAD	ACIDEZ
MD				
ME				

Observaciones:

.....
.....
.....
.....

**ANÁLISIS SENSORIAL
YOGURT DESLACTOSADO**

Test de evaluación

Parámetros: Consistencia, sabor, suavidad, acidez

Nombre.....FECHA:.....
Nº de pruebaHORA:.....

INTRODUCCION

Utilizando la escala hedónica detallada a continuación califique los diferentes parámetros indicados, en las muestras obtenidas, en el presente trabajo de investigación, de acuerdo a su agrado o desagrado del producto

- 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	CONSISTENCIA	SABOR	SUAVIDAD	ACIDEZ
MF				
MG				
MH				

Observaciones:

.....
.....
.....
.....

ANÁLISIS SENSORIAL

Test de evaluación del producto final

Nombre.....

Nº de prueba.....

Utilizando la escala hedónica citada a continuación, califique a la muestra de acuerdo a su agrado o desagrado, en cuanto al aroma, sabor, textura y acidez del yogur.

- 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	SUAVIDAD	SABOR	CONSISTENCIA	ACIDEZ
MF				

Observaciones

.....
.....

ANEXO E

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANEXO E ANÁLISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE DUNCAN

1.- Planteamiento de hipótesis

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

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

2.- Nivel de significación del 0,05 (5%) ó 0,01 (1%)

3.- Prueba de Significancia o tipo de prueba: “Fisher y Duncan”

4.- Suposiciones:

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

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

5.- Construcción del cuadro de ANVA y criterios de decisión:

Según (Ramírez, 2010), para realizar la construcción del cuadro de ANVA, se debe tomar en cuenta las expresiones matemáticas citadas a continuación:

Suma de cuadrados de los tratamientos SC(T):

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

Ecuación alternativa:

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

Suma de cuadrados de los tratamientos SC(A):

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

Suma de cuadrados de los jueces SC(B):

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

Dónde:

a = Es el número de tratamientos o muestras

n = Es el número de jueces

Suma de cuadrados del error SC(E):

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

Los criterios de decisión a tomar en cuenta son:

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

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

6.- Desarrollo de la prueba estadística de Duncan:

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

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

7.- Tabla de Análisis de Varianza (ANVA).

TABLA E: 1

Cuadro de Fisher en base al análisis de varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(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	$SC(E)$	$(a - 1)(n - 1)$	$CM(E) = \frac{SC(E)}{(n - 1)(a - 1)}$		

Fuente: Ureña y D Arrigo, 1999

8.- Conclusiones

Encontrar los valores de amplitudes estandarizadas de Duncan (AESD) con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$, determinar el límite de significación de Duncan (ALSD) en base a la siguiente ecuación:

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

Ordenar los promedios de mayor a menor o viceversa

Determinar la existencia de las diferencias significativas

Tabla E:2

Test de evaluación para determinar la consistencia en la elaboración de yogurt deslactosado

N° de jueces	TRATAMIENTOS								TOTA L
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	7	8	9	7	8	9	8	8	64
2	8	7	6	7	7	6	8	7	56
3	7	7	7	7	7	8	8	8	59
4	6	8	6	8	7	6	7	7	55
5	5	7	6	8	7	6	7	8	54
6	6	8	5	7	8	9	9	9	61
7	8	9	7	8	8	6	7	9	62
8	7	7	8	8	8	9	7	9	63
9	6	7	7	7	6	8	6	8	55
10	7	6	8	9	9	9	8	9	65
11	8	8	8	8	6	8	7	8	61
12	6	5	6	5	6	5	4	7	44
13	9	9	8	8	7	8	7	9	65
14	7	8	8	5	8	6	7	7	56
15	8	7	8	8	8	5	8	8	60
16	7	6	8	9	8	8	6	8	60
17	9	9	8	8	7	5	8	9	63
18	8	8	9	7	7	8	8	9	64
\bar{X}_i	7.17	7.44	7.33	7.44	7.33	7.17	7.22	8.17	59.28
$\sum X_i$	129	134	132	134	132	129	130	147	1067
$\sum X_i^2$	945	1018	990	1018	980	963	960	1211	8085

Fuente: Elaboración propia

Tabla E: 2:1
Cuadro de Fisher en base al análisis de varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	179	143			
Muestras (A)	13	7	CM(A)=1.85	1.92	2.09
Jueces (B)	51	17	CM(B)=3	3.21	1.71
Error	115	119	CM(E)=0.96		

Fuente: Elaboracion propia

Como se puede observar en la tabla $F_{cal} < F_{tab}$ ($1.92 < 2.09$) para los tratamientos (muestras), por lo tanto no existe evidencia estadística de variación entre los 8 tratamientos para un Nivel de significación del 0,05

Tabla E:3

Test de evaluación para determinar el sabor en la elaboración de yogurt deslactosado

N° de jueces	TRATAMIENTOS								TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	6	7	9	8	9	9	8	7	63
2	7	9	6	6	8	8	6	7	57
3	4	5	7	5	5	5	5	7	43
4	5	8	7	8	7	8	6	5	54
5	6	9	7	8	7	7	5	8	57
6	6	9	6	5	6	7	6	8	53
7	7	9	5	8	7	9	9	9	63
8	5	7	8	8	7	5	7	6	53
9	7	8	8	7	6	8	5	8	57
10	8	9	7	8	8	8	6	4	58
11	8	9	8	8	6	8	7	8	62
12	6	4	7	7	5	4	6	7	46
13	7	8	8	7	9	8	8	8	63
14	8	8	7	7	7	7	6	8	58
15	7	9	9	6	6	7	8	5	57
16	8	9	8	9	7	9	7	7	64
17	7	9	6	7	7	7	7	8	58
18	7	8	8	8	7	7	7	8	60
\bar{X}_i	6.61	8.00	7.28	7.22	6.89	7.28	6.61	7.11	57
$\sum X_i$	119	144	131	130	124	131	119	128	1026
$\sum X_i^2$	809	1188	973	960	876	987	809	940	7542

Fuente: Elaboración Propia

Tabla E: 3:1
Cuadro de Fisher en base al análisis de varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
Total	231.75	143			
Muestras (A)	25.30	7	CM(A)=3.61	3.14	2.09
Jueces (B)	69	17	CM(B)=4.05	3.52	1.71
Error	137.45	119	CM(E)=1.15		

Fuente: Elaboracion propia

Como se puede observar en la tabla $F_{cal} > F_{tab}$ ($3.14 > 1.71$) para los tratamientos, lo cual existe evidencia estadística entre los valores promedios entre las muestras M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8 para un nivel de significancia de 0.05. por lo tanto, esta condición nos indica la evidencia de recurrir la prueba Duncan.

Calculando el valor de la varianza muestral del experimento:

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

$$\frac{S^2}{y} = 0.25$$

En la tabla se muestra las amplitudes estudiantizadas y límites de significación de Duncan [$\Delta ES (D)$] con nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Tabla E: 3:1.1

Amplitudes estudiantizadas y límites de significación

Nº DE PROMEDIOS	AES (D)	ALS (D)= AES (D)* S _y
2	2.8	0.7
3	2.94	0.73
4	3.04	0.76
5	3.1	0.78
6	3.17	0.79
7	3.21	0.80
8	3.25	0.81

Fuente: Elaboración propia

En la tabla muestra el ordenamiento de mayor a menor de los promedios de los tratamientos.

Tabla E: 3:1.2

Ordenamiento de los promedios de las muestras

VALORES PROMEDIO DE LAS MUESTRAS							
M2	M3	M6	M4	M8	M5	M1	M7
8	7.28	7.28	7.22	7.11	6.89	6.61	6.61

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los tratamientos se muestra en la tabla E:3.13, donde se indica si existe diferencia significativa entre tratamientos o no existe diferencia.

Tabla E: 3:1.3

Análisis de los tratamientos: sabor

TRATAMIENTOS	EFFECTOS
2-3	Si hay diferencia
2-6	No hay diferencia
2-4	Si hay diferencia
2-8	Si hay diferencia
2-5	Si hay diferencia
2-1	Si hay diferencia
2-7	Si hay diferencia
3-6	No hay diferencia
3-4	No hay diferencia
3-8	No hay diferencia
3-5	No hay diferencia
3-1	No hay diferencia
3-7	No hay diferencia
6-4	No hay diferencia
6-8	No hay diferencia
6-5	No hay diferencia
6-1	No hay diferencia
6-7	No hay diferencia
4-8	No hay diferencia
4-5	No hay diferencia
4-1	No hay diferencia
4-7	No hay diferencia
8-5	No hay diferencia
8-1	No hay diferencia
8-7	No hay diferencia
5-1	No hay diferencia
5-7	No hay diferencia
1-7	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que al igual que la tabla ., existe una diferencia significativa entre la muestra M2 con las muestras M3, M4, M8, M5 M1 y M7, esta muestra es la única que tiene una diferencia con las demás muestras. Pero analizando la preferencia de los jueces por la muestra M2 con mayor puntaje en la escala hedónica como la mejor comparación entre las demás muestras.

Tabla E: 3:3

Test de evaluación para determinar la suavidad en la elaboración de yogurt deslactosado

Nº de jueces	TRATAMIENTOS								TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	6	8	9	8	9	8	8	8	64
2	7	8	4	7	6	9	6	6	53
3	7	7	7	8	8	7	7	7	58
4	7	7	6	7	7	6	7	7	54
5	5	7	6	7	7	7	6	7	52
6	5	6	6	8	7	6	8	7	53
7	8	8	7	7	6	8	9	9	62
8	7	7	8	8	8	3	7	7	55
9	8	8	8	8	6	8	6	8	60
10	5	9	5	8	8	6	5	9	55
11	8	7	8	8	7	8	7	8	61
12	7	5	5	6	6	5	6	8	48
13	8	8	8	8	8	8	8	7	63
14	8	9	8	7	8	7	9	1	57
15	8	8	8	7	6	6	8	5	56
16	9	9	9	9	5	9	8	8	66
17	7	9	7	8	8	4	5	6	54
18	9	9	8	8	7	7	8	7	63
\bar{x}_i	7.17	7.72	7.06	7.61	7.06	6.78	7.11	6.94	57.44
$\sum X_i$	129	139	127	137	127	122	128	125	1034
$\sum X_i^2$	951	1095	931	1051	915	872	936	923	7674

FUENTE: Elaboración propia

Tabla E: 3.3:1
Cuadro de Fisher en base al análisis de varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
<i>Total</i>	249.30	143			
<i>Muestras (A)</i>	13.89	7	CM(A)=1.98	1.29	2.09
<i>Jueces (B)</i>	52.5	17	CM(B)=3.08	2.01	1.71
<i>Error</i>	182.91	119	CM(E)=1.53		

Como se puede observar en la tabla $F_{cal} < F_{tab}$ ($1.29 < 2.09$) para los tratamientos (muestras), por lo tanto no existe evidencia estadística de variación entre los 8 tratamientos para un Nivel de significación del 0,05

Tabla E: 3:4

Test de evaluación para determinar la acidez en la elaboración de yogurt deslactosado

N° de jueces	TRATAMIENTOS								TOTAL
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	6	8	9	9	9	8	7	8	64
2	8	8	6	8	8	9	7	7	61
3	8	8	8	8	8	7	7	7	61
4	7	8	7	8	7	7	7	8	59
5	5	7	6	7	6	7	7	8	53
6	7	5	5	7	9	7	8	9	57
7	8	6	6	7	8	7	7	7	56
8	7	7	8	8	7	3	2	8	50
9	7	7	6	7	7	8	6	8	56
10	9	9	9	6	8	7	8	8	64
11	8	8	8	8	6	8	7	8	61
12	5	4	5	7	6	5	6	7	45
13	7	9	8	7	8	8	8	8	63
14	6	6	6	8	9	8	2	4	49
15	7	8	8	7	5	7	8	5	55
16	9	6	8	6	6	7	7	7	56
17	7	9	5	8	8	8	7	9	61
18	9	8	9	8	8	8	7	8	65
\bar{X}_i	7.22	7.28	7.06	7.44	7.39	7.17	6.56	7.44	57.56
$\sum X_i$	130	131	127	134	133	129	118	134	1036
$\sum X_i^2$	964	987	931	1008	1007	955	826	1024	7702

FUENTE: Elaboración propia

Tabla E: 3:4:1
Cuadro de Fisher en base al análisis de varianza

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	(Fcal)	(Ftab)
<i>Total</i>	248	143			
<i>Muestras (A)</i>	11.22	7	CM(A)=1.6	1.13	2.09
<i>Jueces (B)</i>	68	17	CM(B)=4	2.83	1.71
<i>Error</i>	168.78	119	CM(E)=1.41		

Fuente: Elaboracion propia

Como se puede observar en la tabla $F_{cal} < F_{tab}$ ($1.13 < 1.71$) para los tratamientos (muestras), por lo tanto no existe evidencia estadística de variación entre los 8 tratamientos para un Nivel de significación del 0,05

ANEXO F
RESULTADOS DEL DISEÑO
EXPERIMENTAL

ANEXO F

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

Procedimiento:

Planteamiento de la hipótesis.

H0: No hay diferencias entre los factores

H1: Al menos una variable es diferente de las demás

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Prueba de significancia: “F” de Fisher

Suposiciones:

Las muestras siguen una distribución normal.

Las muestras son extraídas aleatoriamente al azar

Se procede a plantear la matriz experimental de las variables Ca, Cg y Cm del diseño experimental y los niveles de variación de los factores.

Tabla Anexo F:1
Signos algebraicos para calcular los efectos de un diseño 2³

COMBINACION DE TRATAMIENTOS	VARIABLES			INTERACCION			
	Ca	Cg	Cm	Ca Cg	Ca Cm	Ca Cm	Ca Cg Cm
(1)	-	-	-	+	+	+	-
a	+	-	-	-	-	+	+
b	-	+	-	-	+	-	+
c	+	+	-	+	-	-	-
ab	-	-	+	+	-	-	+
ac	+	-	+	-	+	-	-
bc	-	+	+	-	-	+	-
abc	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia

Tabla Anexo F: 2

Matriz de interacciones de las muestras

Nº de pruebas	Ca	Cg	Cm
1	-	-	-
2	+	-	-
3	-	+	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	+	+

Fuente: Elaboración propia

Solución:

Este experimento es un Diseño Factorial 2^3 ya que se analizan tres factores y cada uno tiene dos niveles (alto y bajo).

Para el factor A= Ca = Cantidad de azúcar nivel bajo 200 gr y el alto 250 gr

Para el factor B = Cg = Cantidad de gelatina nivel bajo 10 gr y el alto 7 gr

Para el factor C= Cm= Cantidad de maicena nivel bajo 8gr y el alto 4gr

Datos

$$a = b = c = 2, n = 2$$

Forma verbal de la Hipótesis a probar:

H0: La cantidad de azúcar no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de azúcar influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de gelatina no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de gelatina influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de maicena no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de maicena influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de azúcar y maicena no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de azúcar y maicena influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de azúcar y maicena no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de azúcar y maicena influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de gelatina y maicena no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de gelatina y maicena influye significativamente en la dosificación.

H0: La cantidad de azúcar, gelatina y maicena no influye significativamente en la dosificación.

H1: La cantidad de azúcar, gelatina y maicena influye significativamente en la dosificación.

En la siguiente tabla se muestra las combinaciones de los tratamientos:

Tabla Anexo F: 2: 1

Matriz de resultados de las variables en función de la acidez

Combinación de tratamientos	Réplicas		TOTAL	Simbología
	I	II		
Ca menor, Cg menor, Cm menor	48	49	97	1
Ca mayor, Cg menor, Cm menor	49	55	104	a
Ca menor, Cg mayor, Cm menor	53	51	104	b
Ca mayor, Cg mayor, Cm menor	46	49	95	c
Ca menor, Cg menor, Cm mayor	46	47	93	ab
Ca mayor, Cg menor, Cm mayor	51	56	107	ac
Ca menor, Cg mayor, Cm mayor	55	55	110	bc
Ca mayor, Cg mayor, Cm mayor	55	56	111	abc

Fuente: Elaboración Propia.

Para la estimación de efectos promedios de los factores principales e interacciones se utilizará:

EFECTOS

$$A = \frac{1}{4n} [a - (1) + ab - b + ac - c + abc - bc]$$

$$A = \frac{1}{4 * 2} [104 - (97) + 93 - 104 + 107 - 95 + 111 - 110]$$

$$A = 1.12$$

$$B = \frac{1}{4n} [b + ab + bc + abc - (1) - a - c - ac]$$

$$B = \frac{1}{4 * 2} 104 + 93 + 110 + 110 - 97 - 104 - 95 - 107$$

$$B = 1.88$$

$$C = \frac{1}{4n} [c + ac + bc + abc - 1 - a - b - ab]$$

$$C = \frac{1}{4 * 2} 95 + 107 + 110 + 110 - 97 - 104 - 93$$

$$C = 3.12$$

$$AB = \frac{1}{4n} [abc - bc + ab - b - ac + c - a + 1]$$

$$AB = \frac{1}{4 * 2} 111 - 110 + 93 - 104 - 107 + 95 - 104 + (97)$$

$$AB = -3.62$$

$$AC = \frac{1}{4n} [(1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc]$$

$$AC = \frac{1}{4 * 2} 97 - 104 + 104 - 93 - 95 + 107 - 110 + 110$$

$$AC = 2.12$$

$$BC = \frac{1}{4n} [(1) + a - b - ab - c - ac + bc + abc]$$

$$BC = \frac{1}{4 * 2} 97 + 104 - 104 - 93 - 95 - 107 + 110 + 110$$

$$BC = 2.88$$

$$ABC = \frac{1}{4n} [abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)]$$

$$ABC = \frac{1}{4 * 2} 110 - 110 - 107 + 95 - 93 + 104 + 104 - 97$$

$$ABC = 0.88$$

CONTRASTES

$$\text{Contraste}_A = a - 1 + ab - b + ac - c + abc - bc$$

$$\text{Contraste}_A = 104 - 97 + 93 - 104 + 107 - 95 + 111 - 110$$

$$\text{Contraste}_A = 9$$

$$\text{Contraste}_B = b + ab + bc + abc - 1 - a - c - ac$$

$$\text{Contraste}_B = 104 + 93 + 110 + 111 - (97) - 104 - 95 - 107$$

$$\text{Contraste}_B = 15$$

$$\text{Contraste}_C = c + ac + bc + abc - 1 - a - b - ab$$

$$\text{Contraste}_C = 95 + 107 + 110 + 111 - 97 - 104 - 104 - 93$$

$$\text{Contraste}_C = 25$$

$$\text{Contraste}_{AB} = abc - bc + ab - b - ac + c - a + (1)$$

$$\text{Contraste}_{AB} = 111 - 110 + 93 - 104 - 107 + 95 - 104 + 97$$

$$\text{Contraste}_{AB} = -29$$

$$\text{Contraste}_{AC} = (1) - a + b - ab - c + ac - bc + abc$$

$$\text{Contraste}_{AC} = 97 - 104 + 104 - 93 - 95 + 107 - 110 + 111$$

$$\text{Contraste}_{AC} = 17$$

$$\text{Contraste}_{BC} = 1 + a - b - ab - c - ac + bc + abc$$

$$\text{Contraste}_{BC} = 97 + 104 - 104 - 93 - 95 - 107 + 110 + 111$$

$$\text{Contraste}_{BC} = 23$$

$$\text{Contraste}_{ABC} = abc - bc - ac + c - ab + b + a - (1)$$

$$\text{Contraste}_{ABC} = 111 - 110 - 107 + 95 - 93 + 104 + 104 - 97$$

$$\text{Contraste}_{ABC} = 7$$

SUMA DE CUADRADOS

$$SS_A = \frac{\text{Contraste}_A^2}{8n}$$

$$SS_A = \frac{9^2}{8 * 2} = 5.06$$

$$SS_B = \frac{\text{Contraste}_B^2}{8n}$$

$$SS_B = \frac{15^2}{8 * 2} = 14.06$$

$$SS_C = \frac{\text{Contraste}_C^2}{8n}$$

$$SS_C = \frac{25^2}{8 * 2} = 39.06$$

$$SS_{AB} = \frac{\text{Contraste}_{AB}^2}{8n}$$

$$SS_{AB} = \frac{(-29)^2}{8 * 2} = 52.56$$

$$SS_{AC} = \frac{\text{Contraste}_{AC}^2}{8n}$$

$$SS_{AC} = \frac{(17)^2}{8 * 2} = 18.06$$

$$SS_{BC} = \frac{\text{Contraste}_{BC}^2}{8n}$$

$$SS_{BC} = \frac{23^2}{8 * 2} = 33.06$$

$$SS_{ABC} = \frac{\text{Contraste}_{ABC}^2}{8n}$$

$$SS_{ABC} = \frac{7^2}{8 * 2} = 3.06$$

SUMA TOTAL DE CUADRADOS

$$SS_T = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 y_{ijkl}^2 - \frac{Y^2}{8n}$$

$$SS_T = 48^2 + 49^2 + 53^2 + \dots \dots 56^2 + 56^2 - \frac{821^2}{8 * 2}$$

$$SS_T = 203.5$$

SUMA DEL CUADRADO DEL ERROR

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_C - SS_{AB} - SS_{AC} - SS_{BC} - SS_{ABC}$$

$$SS_E = 203.5 - 5.06 - 14.06 - 39.06 - 52.56 - 18.06 - 33.06 - 3.06$$

$$SS_E = 38.58$$

Tomando el nivel de significancia de 0.05 para obtener el Fisher tabulado, con un grado de libertad del numerador y grados de libertad del error = 8 en el denominador, se tiene:

Tabla Anexo F: 2: 2

ANVA de las variables de dosificación para un diseño de 2^3

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F₀
Tratamiento A	SS_A	a-1	$MS_A = SS_A/a-1$	MS_A/MS_E
Tratamiento B	SS_B	b-1	$MS_B = SS_B/b-1$	MS_B/MS_E
Tratamiento C	SS_C	c-1	$MS_C = SS_C/c-1$	MS_C/MS_E
Interacción AB	SS_{AB}	(a-1)(b-1)	$MS_{AB} = SS_{AB}/(a-1)(b-1)$	MS_{AB}/MS_E
Interacción AC	SS_{AC}	(a-1)(c-1)	$MS_{AC} = SS_{AC}/(a-1)(c-1)$	MS_{AC}/MS_E
Interacción BC	SS_{BC}	(b-1)(c-1)	$MS_{BC} = SS_{BC}/(b-1)(c-1)$	MS_{BC}/MS_E
Interacción ABC	SS_{ABC}	(a-1)(b-1)(c-1)	$MS_{ABC} = SS_{ABC}/(a-1)(b-1)(c-1)$	MS_{ABC}/M_E
Error	SS_E	abc(n-1)		
Total	SS_T	abcn-1	$MS_E = SS_E/abc(n-1)$	

Tabla Anexo F: 2: 2: 1

ANVA de las variables de dosificación para un diseño de 2³

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fisher calculado (Fcal)	Fisher tabulado (Ftab)
total	203.5	15			
factor A	5.06	1	5.06	1.04	2.46
factor B	14.06	1	14.06	*2.9	1.95
factor C	39.06	1	39.06	*8.1	1.69
Interac. AB	52.56	1	52.56	*10.9	1.65
Interac. AC	18.06	1	18.06	*3.74	1.84
Interac. BC	33.06	1	33.06	*6.85	1.75
Interac. ABC	3.06	1	3.06	0.63	2.84
Error	38.58	8	4.82		

Fuente:

Elaboración

propia

*Significativo

A = Cp = Cantidad de azúcar (83.33gr)

B = Cl = Cantidad de gelatina (3.33 gr)

C = Cj = Cantidad de maicena (2.66 gr)

PROCEDIMIENTO PARA LA RESOLUCIÓN DEL DISEÑO FACTORIAL 2²

Este procedimiento, es dado según (Ramírez, 2005); para la prueba estadística:

1) Planteamiento de la hipótesis:

Hp: No existen diferencias entre los tratamientos (muestras)

Ha: Si existen diferencias entre las muestras (tratamientos)

2) Nivel de Significancia: $\alpha = 0,05$

3) Prueba de Significancia: Fisher

4) Suposiciones:

- Los datos siguen una \sim Normal
- Las muestras son extraídas aleatoriamente al azar

5) Criterios de decisión:

- Se Acepta la Hp si el $F_{cal} < F_{tab}$
- Se Rechaza la Hp si el $F_{cal} > F_{tab}$

ENCONTRANDO LOS CONTRASTES PARA LOS EFECTOS PRINCIPALES E INTERACCIONES

Ya que los contrastes son el resultado de lo que se encuentra entre paréntesis de los efectos; se tiene:

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

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

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

La suma de Cuadrados del factor A:

$$SS(A) = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{4n}$$

La suma de Cuadrados del factor B:

$$SS(B) = \frac{(\text{Contraste}_B)^2}{4n}$$

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

$$SS(AB) = \frac{(\text{Contraste}_{AB})^2}{4n}$$

La suma de Cuadrados del total de los factores $SS(T)$:

$$SS(T) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{..}^2}{abr}$$

La suma de Cuadrados del error de los factores E:

$$SS(E) = SS(T) - SS(A) - SS(B) - SS(AB)$$

En base a estos datos se vuelve a construir el cuadro de ANVA

Para determinar la cantidad de enzima adecuada que es la variable respuesta del siguiente diseño, para una buena hidrolisis en la etapa de inoculado, el diseño factorial de 2^2 dio como resultado 4 muestras las cuales son las combinaciones de las variables con los niveles;

En el anexo F; 3, se muestra el arreglo matricial de las variables del proceso de concentración, se tomaron en cuenta dos factores (cantidad de rallas de zanahoria precocida y azúcar); dos niveles de variación en cada factor para la elaboración de pulpa de zanahoria.

- Cantidad de enzima (Ce) = 2 niveles
- Temperatura (T) = 2 niveles

ANEXO F: 3

Variación de los factores en el proceso de concentración

Factores	Nivel Inferior	Nivel Superior
Cantidad de enzima	0.5	1.5 g
Temperatura	30°C	42°C
Fuente: Elaboración propia La tabla 4.7.1 muestra los resultados de las variables y sus réplicas.		

ANEXO F:3 : 1

Matriz de resultados de las variables en función de la cantidad de lactosa hidrolizada

Corridas	Variables		Total (Yi)
	(A)	(B)	
(1)	2.91	2.90	5.8
a	2.8	2.82	5.62
b	1.52	1.50	3.2
ab	1.4	1.4	2.8
Total (Yj)			17.42

Calculando

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

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

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

$$\text{Contraste}_a = -0.4$$

$$\text{Contraste}_b = -5.42$$

$$\text{Contraste}_{ab} = -0.22$$

La suma de Cuadrados del factor A:

$$SS(A) = \frac{(\text{Contraste}_A)^2}{4n}$$

$$SS(A) = 0.02$$

La suma de Cuadrados del factor B:

$$SS(B) = \frac{(\text{Contraste}_B)^2}{4n}$$

$$SS(B) = 3.6$$

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

$$SS(AB) = \frac{(\text{Contraste}_{AB})^2}{4n}$$

$$SS(AB) = 6.05 \times 10^{-3}$$

La suma de Cuadrados del total de los factores SS(T):

$$SS(T) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{..}^2}{abr}$$

$$SS(T) = 41.15 - (17.42)^2 / 2 * 2 * 2$$

$$SS(T) = 3.22$$

La suma de Cuadrados del error de los factores E:

$$SS(E) = SS(T) - SS(A) - SS(B) - SS(AB)$$

$$SS(E) = -0.4$$

En el anexo F: , se muestra los resultados del análisis de varianza (ANVA) del diseño 2².
Cuya resolución y metodología se detalla en el ANEXO F.

ANEXO F:3:1:2

Análisis de varianza para las variables del proceso de concentración

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Cuadrados medios (CM)	Fcal	Ftab
Total	3.22	7	0.02		
Factor A	0.02	1	3.6	0.2	160.4
Factor B	3.6	1	6.05×10^{-3}	36	160.1
Interacción AB	6.05×10^{-3}	1	-(0.1)	0.06	160.4
Error experimental	-0.4	4			
Fuente: Elaboración propia					

Como se puede observar en la tabla anterior $F_{cal} < F_{tab}$ para el factor A temperatura, lo cual se acepta la hipótesis y no existe evidencia estadística de esta variación en el proceso de adición de la enzima para una ($p < 0.05$)

Como se puede observar en la tabla anterior $F_{cal} > F_{tab}$ para el factor B (cantidad de cultivo adicionado), lo cual se rechaza la hipótesis y se puede afirmar que existe evidencia estadística de esta variación en el proceso de adición de la enzima para una ($p < 0.05$)

ANEXO G
TABLAS ESTADISTICAS

Tabla de Fisher para un nivel de confianza del 95%

v_1 = Grados de libertad en el numerador

v_2 = Grados de libertad en el

denominador

v_1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	
v_2																				
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5	241,9	243,9	245,9	248,0	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3	
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50	
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53	
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63	
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,37	
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67	
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23	
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93	
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71	
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54	
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,41	
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30	
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21	
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13	
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07	
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01	
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96	
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92	
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88	
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84	
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81	
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78	
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76	
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73	
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71	
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,69	

27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,18	2,09	2,02	1,96	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,26
∞	3,84	3,00	2,61	2,4	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,40	1,32	1,22	1,03

Fuente: Desarrollada con Excel © Microsoft Corp., 2005

ANEXO H

FICHA TECNICA DEL CULTIVO

LACTEO UTILIZADO

Y ENZIMA

ANEXO
FOTOGRAFICO

CENTRIFUGADORA, se utilizó para determinar el contenido de materia grasa de la leche, gracias a su fuerza centrífuga

Centrifuga multiuso SuperVario



AUTOCLAVE, (ver figura3.1) utilizada para el tratamiento térmico y para mantener constante la temperatura durante la etapa de fermentación.

Autoclave



BALANZA ANALITICA, utilizada durante el proceso, para pesar todos los insumos utilizados en la elaboración de yogurt.

Balanza Analítica



Para realizar algunos análisis físicos químicos a la materia prima se utilizó:

Se utilizó brixometro este instrumento manual para medir el porcentaje de solidos no grasos en la leche los cuales son expresador en °Brix .

BRIXOMETRO



Materiales para la determinación de mastitis en leche



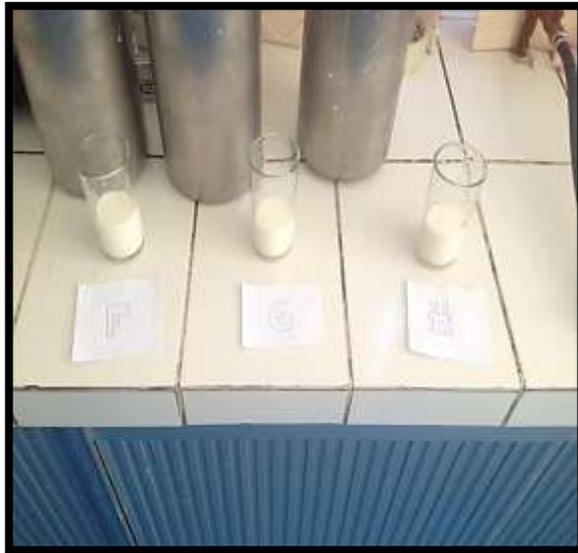
Materiales para la determinación de acidez en la leche y yogurt



Pasteurizado de la mezcla de yogurt en el autoclave



Análisis Sensorial para la elección de la mejor muestra



Muestra del producto final para sus determinados análisis



Cultivo láctico

