



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DE LOS PREBIÓTICOS: INULINA Y
OLIGOFRUCTOSA ADICIONADOS EN LA ELABORACIÓN DE
YOGUR NATURAL COMO ALIMENTO FUNCIONAL”**

Tesis previa a la obtención del Título DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTORAS

Lema Alba Rosa Cecilia

Revelo Andrango Evelin Elizabeth

TUTOR

Ing. Marcelo Miranda

Ibarra - Ecuador

2010

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DE LOS PREBIÓTICOS: INULINA Y OLIGOFRUCTOSA
ADICIONADOS EN LA ELABORACIÓN DE YOGUR NATURAL COMO
ALIMENTO FUNCIONAL”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, para lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Marcelo Miranda
TUTOR

Dra. Lucía Toromoreno
ASESOR

Ing. Jhenny Quiroz
ASESOR

Ing. Luis Manosalvas
ASESOR

Ibarra-Ecuador
2010

Las ideas, conceptos, cuadros, gráficos y más información contenida en la presente investigación son responsabilidad de sus autoras.

Rosa Lema

Evelin Revelo

DEDICATORIA

A mi padre, hermanos (as), sobrinos (as) y en especial a mi madre Rosita M. Alba por su amor, amistad y su apoyo incondicional.

Rosa Lema

A Dios por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida profesional. A mi hijo Fausto René por ser mi fortaleza y razón de vivir. A mi madre Olga por confiar en mí y apoyarme incondicionalmente. A Fausto por ser mi amigo, compañero y apoyo para seguir adelante.

Evelin Revelo

AGRADECIMIENTO

Al finalizar nuestra investigación, queremos expresar un total agradecimiento a las personas e instituciones que de una u otra manera nos apoyaron para culminar con éxito nuestro trabajo, en especial a:

- La Universidad Técnica del Norte y a los señores catedráticos que nos han guiado durante todo el trayecto universitario.
- Al Ing. Marcelo Miranda Director de Tesis, por su dedicación y apoyo en la elaboración de esta investigación.
- A la Dra. Lucía Toromoreno, quién con su asesoría y sugerencias fue de gran ayuda en la realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la interpretación de resultados en el área estadística.
- Al Dr. José Luís Moreno, por su cooperación y sugerencias realizadas en el desarrollo del presente trabajo.
- De manera especial a la Ing. Soffía Imbago, Sr. Javier Vásquez y Sra. Elena Vásquez propietarios de la Industria Láctea “San Luís”, quienes nos facilitaron las instalaciones y laboratorio de su empresa para el desarrollo de nuestra investigación.
- Al Dr. Bladimir Acosta Gerente General de Multianalityca Cía. Ltda. quien con su conocimiento, dedicación y paciencia contribuyó en el desarrollo de esta tesis.
- A nuestros amigos quienes de una u otra manera nos apoyaron para finalizar con éxito este trabajo.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Hipótesis.....	5

CAPÍTULO II

Revisión de literatura

2.1 Definición de leche.....	7
2.2 Propiedades fisicoquímicas básicas de la leche de vaca.....	7
2.2.1 Definiciones.....	8
2.2.2 Materia grasa.....	9
2.2.3 Proteínas.....	9
2.2.4 Azúcar de la leche (lactosa).....	12
2.2.5 Minerales y sales en la leche.....	13
2.2.6 Otros constituyentes de la leche.....	13
2.3 Características físicas.....	14
2.4 El yogur.....	15
2.4.1 Historia del yogur.....	15
2.4.2 Terminología.....	15
2.4.3 Clasificación.....	16
2.4.4 Proceso de fabricación.....	19
2.4.4.1 Selección de la leche.....	19
2.4.4.2 Normalización de la leche.....	19
2.4.4.3 Aditivos en la leche.....	20
2.4.4.4 Desaireación.....	21
2.4.4.5 Homogeneización.....	22
2.4.4.6 Tratamiento térmico.....	22

2.4.4.7	Concentración.....	23
2.4.4.8	Enfriamiento de la leche.....	23
2.4.4.9	Preparación del cultivo y siembra.....	24
2.4.4.10	Enfriamiento del gel.....	26
2.4.4.11	Aromatización del yogur.....	26
2.4.4.12	Envasado.....	26
2.4.4.13	Almacenamiento.....	26
2.4.5	Composición típica de un yogur con frutas.....	27
2.5	Alimentos funcionales.....	27
2.5.1	Prebióticos.....	27
2.5.2	Inulina y sus orígenes.....	28
2.5.2.1	Botánica de la achicoria.....	30
2.5.2.2	Características físicas y químicas de la inulina y sus derivados.....	31
2.5.2.3	Tecnología de producción.....	34
2.5.2.4	Usos de la inulina como ingrediente.....	36
2.5.2.5	La inulina y sus beneficios para la salud.....	37
2.5.2.6	Funcionamiento intestinal óptimo.....	40
2.5.2.7	Estimulación de la flora intestinal beneficiosa.....	41
2.5.2.8	Cantidad de ingredientes.....	44

CAPÍTULO III

Materiales y métodos

3.1	Caracterización de área de estudio.....	45
3.1.1	Ubicación del experimento.....	45
3.2	Materiales y suministros.....	45
3.2.1	Materia prima e insumos.....	45
3.2.2	Equipos.....	46
3.2.3	Material de laboratorio	46
3.2.4	Reactivos	47
3.2.5	Otros.....	47
3.3	Métodos.....	47

3.3.1 Factores en estudio de la fase uno.....	48
3.3.2 Tratamientos.....	48
3.3.3 Diseño experimental.....	49
3.3.3.1 Tipo de diseño.....	49
3.3.3.2 Características de experimento.....	49
3.3.3.3 Esquema de análisis estadístico.....	50
3.3.3.4 Análisis funcional.....	50
3.3.4 Factores en estudio de la fase dos.....	50
3.3.5 Tratamientos.....	51
3.3.6 Diseño experimental.....	51
3.3.6.1 Tipo de diseño.....	51
3.3.6.2 Características de experimento.....	52
3.3.6.3 Esquema de análisis estadístico.....	52
3.3.6.4 Análisis funcional.....	52
3.3.7 Variables a medirse en el producto terminado.....	53
3.4 Descripción del proceso de elaboración de yogur natural adicionado inulina y oligofructosa	54
3.5 Diagrama de proceso de elaboración del yogur natural con adición de inulina.....	59
3.6 Diagrama de proceso de elaboración del yogur natural con adición de oligofructosa	60
3.7 Manejo específico del experimento.....	61

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase experimental uno

4.1 Acidez del producto terminado.....	67
4.1.1 Acidez a las veinticuatro horas.....	67
4.1.2 Acidez a los seis días.....	72
4.1.3 Acidez a los once días.....	76

4.1.4 Acidez a los dieciséis días.....	80
4.1.5 Acidez a los veintiún días.....	85
4.2 Viscosidad del producto terminado.....	93
4.2.1 Viscosidad a las veinticuatro horas.....	93
4.2.2 Viscosidad a los seis días.....	97
4.2.3 Viscosidad a los once días.....	100
4.2.4 Viscosidad a los dieciséis días.....	104
4.2.5 Viscosidad a los veintiún días.....	108
4.3 Sinéresis (cantidad de suero desprendido en ml) del producto terminado....	115
4.4 Porcentaje de grasa del producto terminado.....	122
4.5 Determinación del porcentaje de inulina.....	126
4.6 Análisis organoléptico.....	126
4.6.1 Color del yogur natural adicionado inulina.....	127
4.6.2 Olor del yogur natural adicionado inulina.....	128
4.6.3 Sabor del yogur natural adicionado inulina.....	129
4.6.4 Consistencia del yogur natural adicionado inulina.....	130
4.6.5 Aceptabilidad del yogur natural adicionado inulina.....	131

Fase experimental dos

4.7 Acidez del producto terminado.....	133
4.7.1 Acidez a las veinticuatro horas.....	133
4.7.2 Acidez a los seis días.....	136
4.7.3 Acidez a los once días.....	139
4.7.4 Acidez a los dieciséis días.....	143
4.7.5 Acidez a los veintiún días.....	149
4.8 Viscosidad del producto terminado.....	160
4.8.1 Viscosidad a las veinticuatro horas.....	160
4.8.2 Viscosidad a los seis días.....	166
4.8.3 Viscosidad a los once días.....	171
4.8.4 Viscosidad a los dieciséis días.....	176
4.8.5 Viscosidad a los veintiún días.....	181

4.9 Sinéresis (cantidad de suero desprendido en ml) del producto terminado....	193
4.10 Porcentaje de grasa en el producto terminado.....	200
4.11 Determinación del porcentaje de oligofructosa.....	204
4.12 Análisis organolépticos.....	205
4.12.1 Color del yogur natural adicionado oligofructosa.....	206
4.12.2 Olor del yogur natural adicionado oligofructosa.....	208
4.12.3 Sabor del yogur natural adicionado oligofructosa.....	209
4.12.4 Consistencia del yogur natural adicionado oligofructosa.....	210
4.12.5 Aceptabilidad del yogur natural adicionado oligofructosa.....	211

CAPÍTULO V

Conclusiones.....	213
-------------------	-----

CAPÍTULO VI

Recomendaciones.....	219
----------------------	-----

CAPÍTULO VII

Resumen.....	221
--------------	-----

CAPÍTULO VIII

Summary.....	223
--------------	-----

CAPÍTULO IX

Bibliografía.....	225
-------------------	-----

CAPÍTULO X

Anexos.....	229
-------------	-----

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a las veinticuatro horas.....	68
Cuadro 2: Análisis de varianza de acidez del yogur a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	68
Cuadro 3: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	69
Cuadro 4: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	70
Cuadro 5: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable acidez a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	70
Cuadro 6: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los seis días.....	73
Cuadro 7: Análisis de varianza de acidez del yogur a los seis días (con transformación arco-seno).....	73
Cuadro 8: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	74
Cuadro 9: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	75
Cuadro 10: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	75
Cuadro 11: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los once días.....	77
Cuadro 12: Análisis de varianza de acidez del yogur a los once días (con transformación arco-seno).....	77
Cuadro 13: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	78
Cuadro 14: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	78

Cuadro 15: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	79
Cuadro 16: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los dieciséis días.....	81
Cuadro 17: Análisis de varianza de acidez del yogur a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	81
Cuadro 18: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	82
Cuadro 19: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	83
Cuadro 20: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	83
Cuadro 21: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los veintiún días.....	86
Cuadro 22: Análisis de varianza de acidez del yogur a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	86
Cuadro 23: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	87
Cuadro 24: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	88
Cuadro 25: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	88
Cuadro 26: Acidez del yogur elaborado con leche descremada al 0.5% de grasa (expresado en % de ácido láctico).....	89
Cuadro 27: Acidez del yogur elaborado con leche semidescremada al 2% de grasa (expresado en % de ácido láctico).....	91
Cuadro 28: Acidez del yogur elaborado con leche entera al 3.5% de grasa (expresado en % de ácido láctico).....	92
Cuadro 29: Viscosidad del yogur a las veinticuatro horas expresado en cm/min.....	93

Cuadro 30: Análisis de varianza de la viscosidad del yogur a las veinticuatro horas.....	94
Cuadro 31: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	95
Cuadro 32: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	95
Cuadro 33: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	96
Cuadro 34: Viscosidad del yogur a los seis días expresado en cm/min.....	97
Cuadro 35: Análisis de varianza de la viscosidad del yogur a los seis días.....	98
Cuadro 36: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los seis días.....	98
Cuadro 37: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los seis días.....	99
Cuadro 38: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable viscosidad a los seis días.....	99
Cuadro 39: Viscosidad del yogur a los once días expresado en cm/min.....	101
Cuadro 40: Análisis de varianza de la viscosidad del yogur a los once días.....	101
Cuadro 41: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los once días.....	104
Cuadro 42: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los once días.....	102
Cuadro 43: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable viscosidad a los once días.....	103
Cuadro 44: Viscosidad del yogur a los dieciséis días expresado en cm/min.....	104
Cuadro 45: Análisis de varianza de la viscosidad del yogur a los dieciséis días.....	105
Cuadro 46: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	106

Cuadro 47: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	106
Cuadro 48: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	107
Cuadro 49: Prueba DMS al 5% para testigo vs otros de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	107
Cuadro 50: Viscosidad del yogur a los veintiún días expresado en cm/min.....	109
Cuadro 51: Análisis de varianza de la viscosidad del yogur a los veintiún días.....	109
Cuadro 52: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los veintiún días.....	110
Cuadro 53: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los veintiún días.....	110
Cuadro 54: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable viscosidad a los veintiún días.....	111
Cuadro 55: Prueba DMS al 5% para testigo vs otros de la variable viscosidad a los veintiún días.....	111
Cuadro 56: Viscosidad del yogur elaborado con leche descremada al 0.5% de grasa (expresado en cm/min).....	112
Cuadro 57: Viscosidad del yogur elaborado con leche semidescremada al 2% de grasa (expresado en cm/min).....	113
Cuadro 58: Viscosidad del yogur elaborado con leche entera al 3.5% de grasa (expresado en cm/min).....	114
Cuadro 59: Sinéresis del yogur a los veintiún días expresado en ml.....	116
Cuadro 60: Análisis de varianza de la sinéresis del yogur a los veintiún días...	116
Cuadro 61: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable sinéresis a los veintiún días.....	117
Cuadro 62: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable sinéresis a los veintiún días.....	117
Cuadro 63: Prueba DMS al 5% para el factor B (% de inulina) de la variable sinéresis a los veintiún días.....	118

Cuadro 64: Prueba DMS al 5% para testigo vs otros de la variable sinéresis a los veintiún días.....	118
Cuadro 65: Sinéresis del yogur natural elaborado con tres porcentajes de materia grasa (expresado en ml).....	121
Cuadro 66: Grasa del yogur al segundo día expresado en porcentaje.....	122
Cuadro 67: Análisis de varianza del % de grasa del yogur al segundo día (con transformación arco-seno).....	123
Cuadro 68: Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable % de grasa al segundo día (con transformación arco-seno).....	124
Cuadro 69: Prueba DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable % de grasa al segundo día (con transformación arco-seno).....	124
Cuadro 70: Prueba DMS al 5% para testigo vs otros de la variable % de grasa al segundo día (con transformación arco-seno).....	125
Cuadro 71: Rangos de color.....	127
Cuadro 72: Rangos de olor.....	128
Cuadro 73: Rangos de sabor.....	129
Cuadro 74: Rangos de consistencia.....	130
Cuadro 75: Rangos de aceptabilidad.....	131
Cuadro 76: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a las veinticuatro horas.....	133
Cuadro 77: Análisis de varianza de acidez del yogur a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	134
Cuadro 78: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a las veinticuatro horas (con transformación arco-seno).....	134
Cuadro 79: Acidez de yogur expresado en % de ácido láctico a los seis días....	136
Cuadro 80: Análisis de varianza de acidez del yogur a los seis días (con transformación arco-seno).....	136
Cuadro 81: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	137
Cuadro 82: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	138

Cuadro 83: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofruktosa) de la variable acidez a los seis días (con transformación arco-seno).....	138
Cuadro 84: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los once días.....	140
Cuadro 85: Análisis de varianza de acidez del yogur a los once días (con transformación arco-seno).....	140
Cuadro 86: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	141
Cuadro 87: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	141
Cuadro 88: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable acidez a los once días (con transformación arco-seno).....	142
Cuadro 89: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los dieciséis días.....	144
Cuadro 90: Análisis de varianza de acidez del yogur a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	144
Cuadro 91: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	145
Cuadro 92: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	146
Cuadro 93: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofruktosa) de la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	146
Cuadro 94: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable acidez a los dieciséis días (con transformación arco-seno).....	147
Cuadro 95: Acidez del yogur expresado en % de ácido láctico a los veintiún días.....	149
Cuadro 96: Análisis de varianza de acidez del yogur a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	149
Cuadro 97: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	150

Cuadro 98: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	151
Cuadro 99: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofructosa) de la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	151
Cuadro 100: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable acidez a los veintiún días (con transformación arco-seno).....	152
Cuadro 101: Acidez del yogur elaborado con leche descremada al 0.5% de materia grasa (expresado en % de ácido láctico).....	154
Cuadro 102: Acidez del yogur elaborado con leche semidescremada al 2% de materia grasa (expresado en % de ácido láctico).....	156
Cuadro 103: Acidez del yogur elaborado con leche entera al 3.5% de materia grasa (expresado en % de ácido láctico).....	158
Cuadro 104: Viscosidad del yogur expresado en cm/min a las veinticuatro horas.....	160
Cuadro 105: Análisis de varianza de viscosidad del yogur a las veinticuatro horas.....	161
Cuadro 106: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	162
Cuadro 107: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	162
Cuadro 108: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofructosa) de la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	163
Cuadro 109: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	164
Cuadro 110: Viscosidad del yogur expresado en cm/min a los seis días.....	166
Cuadro 111: Análisis de varianza de viscosidad del yogur a los seis días.....	166
Cuadro 112: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los seis días.....	167
Cuadro 113: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los seis días.....	168

Cuadro 114: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofruetosa) de la variable viscosidad a los seis días.....	168
Cuadro 115: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable viscosidad a los seis días.....	169
Cuadro 116: Viscosidad del yogur expresado en cm/min a los once días.....	171
Cuadro 117: Análisis de varianza de viscosidad del yogur a los once días.....	172
Cuadro 118: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los once días.....	172
Cuadro 119: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los once días.....	173
Cuadro 120: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofruetosa) de la variable viscosidad a los once días.....	173
Cuadro 121: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable viscosidad a los once días.....	175
Cuadro 122: Viscosidad del yogur expresado en cm/min a los dieciséis días...	176
Cuadro 123: Análisis de varianza de viscosidad del yogur a los dieciséis días.....	177
Cuadro 124: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	177
Cuadro 125: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	178
Cuadro 126: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofruetosa) de la variable viscosidad a los dieciséis días.....	179
Cuadro 127: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable viscosidad a los dieciséis días.....	180
Cuadro 128: Viscosidad del yogur expresado en cm/min a los veintiún días....	182
Cuadro 129: Análisis de varianza de viscosidad del yogur a los veintiún días..	182
Cuadro 130: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad a los veintiún días.....	183
Cuadro 131: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable viscosidad a los veintiún días.....	183

Cuadro 132: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofructosa) de la variable viscosidad a los veintiún días.....	184
Cuadro 133: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable viscosidad a los veintiún días.....	185
Cuadro 134: Viscosidad del yogur elaborado con leche descremada al 0.5% de materia grasa (expresado en cm/min).....	187
Cuadro 135: Viscosidad del yogur elaborado con leche semidescremada al 2% de materia grasa (expresado en cm/min).....	189
Cuadro 136: Viscosidad del yogur elaborado con leche entera al 3.5% de materia grasa (expresado en cm/min).....	191
Cuadro 137: Sinéresis del yogur expresado en ml a los veintiún días.....	193
Cuadro 138: Análisis de varianza de sinéresis del yogur a los veintiún días.....	194
Cuadro 139: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable sinéresis a los veintiún días.....	194
Cuadro 140: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable sinéresis a los veintiún días.....	195
Cuadro 141: Prueba de DMS al 5% para el factor C (% de oligofructosa) de la variable sinéresis a los veintiún días.....	196
Cuadro 142: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable sinéresis a los veintiún días.....	197
Cuadro 143: Sinéresis del yogur natural elaborado con tres porcentajes de materia grasa (expresado en ml).....	199
Cuadro 144: Grasa en el yogur expresada en %.....	200
Cuadro 145: Análisis de varianza del % de grasa en el yogur (con transformación arco-seno).....	201
Cuadro 146: Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable % de grasa en el yogur (con transformación arco-seno).....	202
Cuadro 147: Prueba de DMS al 5% para el factor A (% de grasa de la leche) de la variable % de grasa en el yogur (con transformación arco-seno).....	202
Cuadro 148: Interacción del tratamiento testigo vs el resto para la variable % de grasa en el yogur (con transformación arco-seno).....	203

Cuadro 149: Porcentaje de oligofructosa del mejor tratamiento de la fase experimental dos.....	205
Cuadro 150: Rangos para el color.....	206
Cuadro 151: Rangos para el olor.....	208
Cuadro 152: Rangos para el sabor.....	209
Cuadro 153: Rangos para la consistencia.....	210
Cuadro 154: Rangos para la aceptabilidad.....	211

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y B (% de inulina) para la variable acidez a las veinticuatro horas.....	71
Gráfico 2: Comportamiento de las medias de la variable acidez a las veinticuatro horas (expresado en % de ácido láctico).....	72
Gráfico 3: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los seis días (expresado en % de ácido láctico).....	76
Gráfico 4: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los once días (expresado en % de ácido láctico).....	80
Gráfico 5: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y B (% de inulina) para la variable acidez a los dieciséis días.....	84
Gráfico 6: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los dieciséis días (expresado en % de ácido láctico).....	85
Gráfico 7: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los veintiún días (expresado en % de ácido láctico).....	89
Gráfico 8: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	90
Gráfico 9: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	91
Gráfico 10: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	92

Gráfico 11: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a las veinticuatro horas (expresado en cm/min).....	96
Gráfico 12: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los seis días (expresado en cm/min).....	100
Gráfico 13: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los once días (expresado en cm/min).....	103
Gráfico 14: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los dieciséis días (expresado en cm/min).....	108
Gráfico 15: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los veintiún días (expresado en cm/min).....	112
Gráfico 16: Comportamiento de la variable viscosidad en cm/min (medias)....	113
Gráfico 17: Comportamiento de la variable viscosidad en cm/min (medias)....	114
Gráfico 18: Comportamiento de la variable viscosidad en cm/min (medias)....	115
Gráfico 19: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y B (% de inulina) para la variable sinéresis a los veinte y uno días.....	119
Gráfico 20: Comportamiento de las medias de la variable sinéresis a los veintiún días (expresado en ml).....	120
Gráfico 21: Comportamiento de la variable sinéresis (medias) del yogur natural elaborado con tres porcentajes de materia grasa (expresado en ml).....	121
Gráfico 22: Comportamiento de las medias de la variable % de grasa al segundo día.....	125
Gráfico 23: Color del yogur natural adicionado inulina.....	127
Gráfico 24: Olor del yogur natural adicionado inulina.....	128
Gráfico 25: Sabor del yogur natural adicionado inulina.....	129
Gráfico 26: Consistencia del yogur natural adicionado inulina.....	130
Gráfico 27: Aceptabilidad del yogur natural adicionado inulina.....	131
Gráfico 28: Comportamiento de las medias de la variable acidez a las veinte y cuatro horas (expresado en % de ácido láctico).....	135
Gráfico 29: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los seis días (expresado en % de ácido láctico).....	139

Gráfico 30: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los once días (expresado en % de ácido láctico).....	143
Gráfico 31: Interacción de factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable acidez a los dieciséis días.....	147
Gráfico 32: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los dieciséis días (expresado en % de ácido láctico).....	148
Gráfico 33: Interacción de factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable acidez a los veintiún días.....	152
Gráfico 34: Comportamiento de las medias de la variable acidez a los veintiún días (expresado en % de ácido láctico).....	153
Gráfico 35: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	155
Gráfico 36: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	157
Gráfico 37: Comportamiento de la variable acidez expresado en % de ácido láctico (medias).....	159
Gráfico 38: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable viscosidad a las veinticuatro horas.....	164
Gráfico 39: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a las veinticuatro horas (expresado en cm/min).....	165
Gráfico 40: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable viscosidad a los seis días.....	169
Gráfico 41: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los seis días (expresado en cm/min).....	170
Gráfico 42: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable viscosidad a los once días.....	174
Gráfico 43: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los once días (expresado en cm/min).....	175
Gráfico 44: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable viscosidad a los dieciséis días.....	179

Gráfico 45: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los dieciséis días (expresado en cm/min).....	181
Gráfico 46: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable viscosidad a los veintiún días.....	185
Gráfico 47: Comportamiento de las medias de la variable viscosidad a los veintiún días (expresado en cm/min).....	186
Gráfico 48: Comportamiento de la variable viscosidad expresado en cm/min (medias).....	188
Gráfico 49: Comportamiento de la variable viscosidad expresado en cm/min (medias).....	190
Gráfico 50: Comportamiento de la variable viscosidad expresado en cm/min (medias).....	192
Gráfico 51: Interacción de los factores A (% de grasa de la leche) y C (% de oligofruktosa) para la variable sinéresis a los veintiún días.....	196
Gráfico 52: Comportamiento de las medias de la variable sinéresis a los veintiún días (expresado en ml).....	198
Gráfico 53: Comportamiento de la variable sinéresis (medias) del yogur natural elaborado con tres porcentajes de materia grasa (expresado en ml).....	199
Gráfico 54: Comportamiento de las medias de la variable % de grasa en el yogur.....	204
Gráfico 55: Color del yogur natural adicionado oligofruktosa.....	207
Gráfico 56: Olor del yogur natural adicionado oligofruktosa.....	208
Gráfico 57: Sabor del yogur natural adicionado oligofruktosa.....	209
Gráfico 58: Consistencia del yogur natural adicionado oligofruktosa.....	210
Gráfico 59: Aceptabilidad del yogur natural adicionado oligofruktosa.....	212