

# Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Motivación.....	1
1.2.	La Empresa Maltexco S.A.....	1
1.3.	Colorantes .....	2
1.3.1.	Colorantes artificiales .....	2
1.3.2.	Colorantes naturales .....	2
1.3.3.	Colorantes en la industria cervecera.....	3
2.	Antecedentes.....	5
2.1.	La malta .....	5
2.2.	Proceso de malteo .....	5
2.3.	Maltas especiales .....	6
2.4.	El extracto de malta especial.....	7
2.5.	Proceso de extractos.....	7
2.6.	Reacción de Maillard y la generación de color.....	8
2.7.	Reacción de caramelización.....	9
2.8.	Fermentación .....	11
2.8.1.	Fermentación alcohólica.....	11
2.8.2.	Fermentación láctica.....	12
2.9.	Colorantes a partir de extractos de malta especiales.....	13
3.	Objetivos.....	14
3.1.	Objetivo general.....	14
3.2.	Objetivos específicos .....	14
4.	Metodología.....	15
4.1.	Establecimiento de las condiciones de fermentación.....	16
4.2.	Estandarización de los resultados de la fermentación.....	17
4.2.1.	Herramientas de medición para el estudio de colorantes .....	19
4.2.1.1.	Medición de color .....	19
4.2.1.2.	Medición de concentración.....	20
4.2.2.	Análisis sensorial.....	21
4.2.2.1.	El sabor de los alimentos .....	22
4.2.2.2.	El olor de los alimentos .....	23

4.3.	Obtención de colorantes.....	23
4.4.	Determinación del mejor microorganismo .....	25
5.	Resultados y Discusión.....	27
5.1.	Primera experiencia: Malta tostada.....	27
5.2.	Segunda experiencia: Malta caramelo .....	29
5.3.	Tercera experiencia: Comparación entre distintos Microorganismos .....	33
5.4.	Cuarta Experiencia: Bacterias Lácticas .....	37
6.	Conclusiones y recomendaciones .....	41
6.1.	Condiciones de fermentación para los extractos de malta especiales.....	41
6.2.	Estandarización de resultados de la fermentación de extractos de malta especiales .....	41
6.3.	Los colorantes obtenidos a partir de extractos de malta especiales .....	42
6.4.	El mejor microorganismo para fermentar extractos de malta especiales.....	43
7.	Bibliografía.....	44
	Anexos.....	47
A.	Tablas de datos.....	47
1.	Primera experiencia: Malta tostada .....	47
2.	Segunda experiencia: Malta caramelo.....	48
3.	Tercera experiencia: Comparación entre distintos microorganismos .....	49
4.	Cuarta experiencia: Bacterias lácticas.....	50
B.	Resultados del análisis estadístico para la tercera experiencia .....	51
1.	Test de Varianza.....	51
2.	Test T de Student.....	55
C.	Resultados del análisis estadístico para la cuarta experiencia .....	61
1.	Test de Varianza.....	61
2.	Test T de Student.....	63
D.	Proceso Cerveceo .....	65

## Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Especies fermentadoras utilizados.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2 Atenuación aparente promedio obtenida para malta tostada.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3 Atenuación aparente promedio obtenida para malta caramelo.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4 Atenuación aparente promedio obtenida con levadura Ale.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5 Atenuación aparente promedio obtenida con levadura Lager.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 6 Diferencia entre los valores obtenidos de atenuación aparente para distintas levaduras en extractos de malta caramelo.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7 Resultados del análisis de varianza.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8 Resultados del análisis T de Student.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9 Resultados del estudio estadístico para las fermentaciones alcohólicas y lácticas combinadas.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 10 Resultados obtenidos durante la fermentación de muestras de extracto de malta tostada con distintas levaduras y a distintas concentraciones iniciales.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 11 Resultados obtenidos durante la fermentación de muestras de extracto de malta caramelo con distintas levaduras y a distintas concentraciones iniciales.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 12 Resultados obtenidos durante la fermentación de muestras de extracto de malta caramelo con distintos microorganismos.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 13 Resultados obtenidos durante la fermentación de muestras de extracto de malta caramelo con distintas combinaciones utilizando bacterias lácticas cerveceras.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 14 Resultados del test de varianza para la atenuación aparente entre levadura tipo Lager y tipo Ale.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 15 Resultados del test de varianza para la concentración final entre levadura tipo Lager y tipo Ale.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 16 Resultados del test de varianza para la atenuación aparente entre levadura tipo Lager y el consorcio láctico.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 17 Resultados del test de varianza para la concentración final entre levadura tipo Lager y el consorcio láctico.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 18 Resultados del test de varianza para la atenuación aparente entre levadura tipo Ale y el consorcio láctico.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 19 Resultados del test de varianza para la concentración final entre levadura tipo Ale y el consorcio láctico.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 20 Resultados del test T de Student para la atenuación aparente entre levadura tipo Lager y tipo Ale.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 21 Resultados del test T de Student para la concentración final entre levadura tipo Lager y tipo Ale.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 22 Resultados del test T de Student para la atenuación aparente entre levadura tipo Lager y el consorcio láctico.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 23 Resultados del test T de Student para la concentración final entre levadura tipo Lager y el consorcio láctico.....</i>	<i>58</i>

<i>Tabla 24 Resultados del test T de Student para la atenuación aparente entre levadura tipo Ale y el consorcio láctico.</i>	59
<i>Tabla 25 Resultados del test T de Student para la concentración final entre levadura tipo Ale y el consorcio láctico.</i>	60
<i>Tabla 26 Resultados del test de varianza para la atenuación aparente entre la fermentación con bacteria Lactobacillus brevis y Lactobacillus delbrueckii con levadura tipo Lager</i>	61
<i>Tabla 27 Resultados del test de varianza para la concentración final entre la fermentación con bacteria Lactobacillus brevis y Lactobacillus delbrueckii con levadura tipo Lager</i>	62
<i>Tabla 28 Resultados del test T de Student para la atenuación aparente entre la fermentación con bacteria Lactobacillus brevis y Lactobacillus delbrueckii con levadura tipo Lager</i>	63
<i>Tabla 29 Resultados del test T de Student para la concentración final entre la fermentación con bacteria Lactobacillus brevis y Lactobacillus delbrueckii con levadura tipo Lager</i>	64

# Índice de Figuras

<i>Figura 1 Diagrama de bloques del proceso de malteo. ....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 Diagrama de bloque de la producción de maltas base y maltas especiales. ....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3 Diagrama de bloques del proceso del extracto de malta. ....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4 Esquema reducido de la reacción de Maillard para la generación de color. ....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5 Compuestos sintetizables en una reacción de caramelización. ....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6 Esquema de la metodología propuesta. ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7 Proceso de fermentación para extractos de malta especiales. ....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8 Espectrofotómetro PekinElmer [Fuente: Elaboración propia]. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9 Refractómetros HANNA [Fuente: Elaboración propia]. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10 Rotavapor Buchi [Fuente: Elaboración propia]. ....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11 Extracto de malta tostada fermentado utilizado como colorante en agua. ....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 12 Absorbancia del colorante desarrollado con extracto de malta tostada. ....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 13 Extracto de malta caramelo fermentado utilizado como colorante en agua. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 14 Absorbancia del colorante desarrollado con extracto de malta caramelo. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 15 Atenuación aparente en función del microorganismo utilizado. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 16 Concentración final en función del microorganismo utilizado. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 17 Extractos de malta especiales fermentados por distintos microorganismos siendo utilizados como colorantes. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 18 Atenuación aparente dada la combinación de microorganismos utilizados. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 19 Concentración final dada la combinación de microorganismos utilizados. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 20 Absorbancia del colorante desarrollado con extracto de malta caramelo fermentado con levadura tipo Lager y bacteria Lactobacillus delbrueckii. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 21 Extracto de malta caramelo fermentado con levadura cervecera y bacteria láctica utilizado como colorante en agua. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 22 Diagrama de bloques del proceso de producción de Cerveza. ....</i>	<i>65</i>