

# Índice

<b>Capítulo 1. Antecedentes y Objetivos.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción.....	1
1.2. Calidad y mejora de la calidad en procesos de envasado .....	3
1.3. Antecedentes .....	4
1.3.1. Sistemas de Dosificación .....	4
1.3.1.1. Sistema con dosificador volumétrico .....	4
1.3.1.2. Sistema con dosificador a tornillo sin-fin .....	5
1.3.1.3. Sistema con dosificador a pistón .....	5
1.3.1.4. Sistema con dosificador por gravedad .....	5
1.3.1.5. Sistema de llenado por peso .....	6
1.3.2. Normativa legal para productos envasados.....	7
1.3.3. Pesadoras multicabezales .....	11
1.3.3.1. Operación de envasado en pesadoras multicabezales.....	16
1.3.3.2. Número de combinaciones.....	18
1.3.3.3. Peso objetivo y variabilidad .....	19
1.3.4. Estado del arte .....	21
1.4. Objetivos .....	32
1.4.1. Objetivo General .....	32
1.4.2. Objetivos específicos .....	32
<b>Capítulo 2. Metodología .....</b>	<b>36</b>
2.1. Introducción.....	36
2.2. Optimización matemática.....	36
2.2.1. Problemas de Asignación.....	38

2.2.1.1. Modelo de asignación bajo un enfoque monoobjetivo en el proceso de pesaje multicabezal .....	38
2.2.2. Optimización Multiobjetivo.....	39
2.2.2.1. Solución compromiso .....	40
2.2.2.2. Dominancia de Pareto .....	41
2.2.2.3. Enfoque de solución multiobjetivo en el proceso de pesaje multicabezal.....	42
2.3. Función de pérdida de Taguchi .....	43
2.3.1. Ecuación de pérdida de Taguchi en el caso "nominal es mejor" .....	44
2.3.2. El índice $C_{PM}$ .....	45
2.4. Diseño de experimentos .....	47
2.5. Análisis de la Varianza.....	50
2.6. Gráfico de control modificado .....	52
<b>Capítulo 3. Estrategias de optimización para la mejora del proceso de pesaje multicabezal.....</b>	<b>55</b>
3.1. Introducción.....	55
3.2. Búsqueda de peso objetivo con suministro desigual de producto a cinco subgrupos de tolvas (S1).....	57
3.3. Búsqueda de peso objetivo con suministro desigual de producto a tres subgrupos de tolvas (S2).....	58
3.4. Búsqueda de peso objetivo con suministro igual de producto (S3).....	59
3.5. Algoritmo de envasado .....	59
3.6. Modelos de optimización .....	69
3.6.1. Modelo matemático de optimización para S1 .....	69
3.6.2. Modelo matemático de optimización para S2 .....	70
3.6.3. Modelo matemático de optimización para S3 .....	72
3.7. Rendimientos de las estrategias.....	73
3.7.1. Simulación de situaciones fuera-de-control en el suministro promedio de producto en el proceso de pesaje multicabezal.....	78
3.8. Caso de estudio .....	83
3.9. Conclusiones del capítulo .....	93
<b>Capítulo 4. Configuración óptima de operación del proceso de pesaje multicabezal.....</b>	<b>95</b>
4.1. Introducción.....	95

4.2. Variable respuesta .....	96
4.3. Factores y niveles .....	97
4.4. Configuración óptima del proceso de pesaje multicabezal .....	104
4.4.1. Análisis de residuos .....	112
4.5. Caso de estudio en la configuración óptima del proceso de pesaje multicabezal .....	115
4.6. Conclusiones del capítulo .....	125
<b>Capítulo 5. Estrategias de optimización bajo un enfoque Multiobjetivo .....</b>	<b>127</b>
5.1. Introducción.....	127
5.2. Enfoque de programación compromiso.....	129
5.3. Algoritmo de envasado bajo un enfoque multiobjetivo .....	130
5.4. Modelo de matemático optimización para S1 .....	141
5.5. Ejemplo numérico del enfoque de programación compromiso propuesto .....	143
5.6. Rendimiento de las estrategias bajo un enfoque multiobjetivo .....	145
5.7. Conclusiones del capítulo .....	154
<b>Capítulo 6. Configuración óptima multiobjetivo del proceso de pesaje multicabezal.....</b>	<b>155</b>
6.1. Introducción.....	155
6.2. Variable respuesta, factores y niveles .....	156
6.3. Configuración óptima multiobjetivo .....	157
6.3.1. Análisis de residuos en el enfoque multiobjetivo .....	166
6.4. Conclusiones del capítulo .....	169
<b>Capítulo 7. Gráfico de control modificado para el monitoreo del proceso de pesaje multicabezal.....</b>	<b>171</b>
7.1. Introducción.....	171
7.2. Diseño del gráfico de control modificado $x$ para el enfoque monoobjetivo en S1 .....	172
7.3. Diseño del gráfico de control modificado $x$ para el enfoque multiobjetivo en S2 .....	176

---

7.4. Conclusiones del capítulo .....	186
<b>Capítulo 8. Conclusiones y futuras investigaciones .....</b>	<b>188</b>
8.1. Estrategias de optimización para la mejora del proceso de pesaje multicabezal .....	188
8.2. Configuración óptima de operación del proceso de pesaje multicabezal .....	189
8.3. Estrategias de optimización bajo un enfoque Multiobjetivo .....	191
8.4. Configuración óptima multiobjetivo del proceso de pesaje multicabezal .....	192
8.5. Gráfico de control modificado para el monitoreo del proceso de pesaje multicabezal .....	193
8.6. Futuras investigaciones .....	194
8.7. Difusión de resultados .....	195
8.7.1. Revistas de alto impacto indexadas en Journal Citation Reports (JCR) .....	195
8.7.2. Revistas de reconocido prestigio a nivel internacional .....	195
8.7.3. Participaciones en congresos nacionales e internacionales.....	195

Referencias

Anexos