

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIÓN EN LA ZONA 1 DE LA SALA DE MÁQUINAS THOMAS L. GREEN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MASA DURANTE LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS DE SODA EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS EL TRÉBOL S.A

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Guillermo G. Toro P.
Para optar al Título de
Ingeniero de Procesos Industriales

Octubre, 2022

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIÓN EN LA ZONA 1 DE LA SALA DE MÁQUINAS THOMAS L. GREEN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MASA DURANTE LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS DE SODA EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS EL TRÉBOL S.A

Tutor Académico: Lic. MSc. Isabel Díaz

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Guillermo G. Toro. P
Para optar al Título de
Ingeniero de Procesos Industriales

Octubre, 2022

ACTA DE APROBACIÓN

Cagua, Octubre de 2022

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, para evaluar el Trabajo Final presentado por el bachiller Guillermo Gonzalo Toro Pérez, titulado:

PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIÓN EN LA ZONA 1 DE LA SALA DE MÁQUINAS THOMAS L. GREEN PARA LA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MASA DURANTE LA PRODUCCIÓN DE GALLETAS DE SODA EN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS EL TRÉBOL S.A

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Proceso Industriales, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.

De manera unánime el jurado otorgó mención honorífica al TFG, ya que evidenció una metodología de alto nivel, tanto de investigación como en el análisis estadístico, en el tratamiento de la información recolectada y la excelente presentación del mismo.



Profa. Zagni Soret
Jurado



Profa. Osly Daza
Jurado



Profa. Isabel Díaz
Tutor Académico

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre que le necesito.

A mí madre María Eugenia Pérez Matanzo, por su amor incondicional y por haberme guiado durante todo este trayecto que fue mi vida universitaria. Tú fe en mí fue el alimento que en verdad me ha hecho crecer ¡Te amo!

A mí Padre Gonzalo Guillermo Toro, por tú preocupación, tú cariño, las incontables horas de conversación y por garantizar que nunca me faltase nada en mi formación profesional. Eres el único hombre que admiro ¡Te amo!

A mí novia Lorena Saraid Ruiz La Rosa, por todo el apoyo incondicional, por tú amor y compañía durante todos estos años sin importar el cuándo ni el porqué. Mi arena más sólida y pura ¡Te amo!

AGRADECIMIENTOS

A mi mami, María Eugenia, por estar a mí lado apoyándome durante toda la carrera, haciéndome reír en los momentos difíciles y sirviendo como mi ejemplo con tú voluntad incansable. Espero siempre poder compartir mis logros contigo, Te amo.

A mi papá, Gonzalo Toro, por haberme escuchado durante estos años, por brindarme sus consejos en todo momento y hacer de inspiración para le realización de mis metas. Gracias por empujarme a dar lo mejor de mí, Te amo.

A la Ilustre Universidad Central de Venezuela, especialmente al Núcleo Armando Mendoza en donde pude formarme como profesional, crecer como individuo y vivir experiencias que marcaron quien soy hoy en día. Orgulloso de poder ser UCVISTA.

A mí novia, Lorena Ruíz, por llenar mi vida universitaria con experiencias únicas, por brindarme su amor, por transmitirme tranquilidad en todo momento y nunca dudar de mí. Nos vemos pronto, Te amo.

A mí hermano, Alexander Ruíz, por siempre estar apoyando, incluso desde la distancia su buen humor y consejos nunca faltaron. Un grande el pibe, te quiero mucho.

A mis amigos, Carlos Daniel, Hernán, Andrés y Carlos Eduardo, por formar parte de los mejores momentos que viví en la universidad, por servir como ejemplos de superación, por ser genuinos y mantener la amistad más allá de la universidad. Los quiero mucho.

A mis amigas, Dayan y Nathaly, por haber compartido conmigo todos los momentos únicos de la vida universitaria, siempre las llevo presente y espero próximamente verlas bajo las Nubes de Calder.

A mí Tutora, Isabel Díaz, gracias por su increíble disposición y por seguir siendo una docente ejemplar fuera del aula. Los conocimientos y experiencias que me transmitió, me abren la puerta al mundo profesional.

A mis Jurados Evaluadores, Osly Daza y Zagui Soret. Gracias por las observaciones durante los seminarios, por asistir y tener la mejor disposición para todo. Agradecido, siempre.

A Industrias de Alimentos El Trébol, en especial al Departamento de Producción por tratarme como unos más de la oficina y por permitirme realizar mi trabajo especial de grado.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
CONTRAPORTADA	ii
ACTA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FÍGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.1 Planteamiento del Problema	4
1.2 Objetivos de la Investigación	9
1.2.1 Objetivo General:	9
1.2.2 Objetivos Específicos:	9
CAPÍTULO II	10
MARCO DE REFERENCIA	10
2.1 Antecedentes	10
2.2 Aspectos Teóricos.....	12

2.2.1	Materia Prima	13
2.2.2	Proceso Productivo	14
2.2.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
2.2.4	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	18
2.2.5	Diseño de Experimentos	21
CAPÍTULO III		25
MARCO METODOLÓGICO		25
3.1	Tipo de Investigación.....	25
3.2	Nivel de la Investigación.....	26
3.3	Diseño de la Investigación	26
3.4	Unidad de Análisis.....	27
3.5	Población.....	27
3.6	Muestra.....	28
3.7	Fases Metodológicas.....	28
	Fase I	28
	Fase II.....	29
	Fase III.....	30
	Fase IV	30
	Fase V.....	31
CAPITULO IV		32
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		32
4.1	Fase I: Describir el proceso productivo que se lleva a cabo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la fabricación de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A	32
4.1.1	Proceso de Fermentación.	33
4.1.2	Preparación de la Esponja	33
4.1.3	Preparación de la Masa	34

4.1.4	Etapa de Moldeo.....	35
4.1.5	Zona 1	36
4.1.6	Zona 2	36
4.1.7	Zona 3	37
4.1.8	Horneado.....	37
4.1.9	Empaque.....	37
4.1.10	Laminadores de dos Rodillos	41
4.1.11	Lapper	41
4.1.12	Chromebook.....	42
4.1.13	Fotocelda.....	42
4.1.14	Lonas de Grado Alimenticio	42
4.1.15	Inicio del proceso – Cuarto de Fermentación.....	43
4.1.16	Traslado a Sala de Máquinas.....	44
4.1.17	Volteo de la Artesa	44
4.1.18	Entrega de Masa – Rodillo HC.....	45
4.1.19	Primer Laminado	45
4.1.20	Entrega – Sheeter.....	45
4.1.21	Segundo Laminado	45
4.1.22	Entrega – Rodillo HR	46
4.1.23	Tercer Laminado	46
4.1.24	Entrega – Lapper	46
4.1.25	Plegado de las láminas de masa en Lapper	47
4.2	Fase II: Determinar los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.	
A	47
4.2.1	Maquinaria	43
4.2.2	Métodos de Trabajo	44
4.2.3	Mano de Obra.....	44

4.2.4	Materia Prima	45
4.2.5	Medioambiente	45
4.3	Fase III: Analizar los factores que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A.....	48
4.3.1	Análisis Teórico de los factores.	48
4.3.2	Análisis Estadístico de los factores	54
4.4	Fase IV: Caracterizar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A	76
4.5	Fase V: Elaborar un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A.....	80
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
	ANEXOS	96

ÍNDICE DE FÍGURAS

Figura 1. Símbolos del Diagrama de Procesos. Fuente: American Society of Mechanical Engineers (ASME).....	19
Figura 2. Representación gráfica del Diagrama de Causa – Efecto.	20
Figura 3. Relación del pH de la masa con el tiempo de fermentación. Fuente: Manley, D. Technology of biscuits, crackers and cookies (2000).	35
Figura 4. Diagrama del Proceso Productivo de Galletas de soda en Industrias de Alimentos el Trébol S.A	39
Figura 5. Diagrama de Procesos de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	40
Figura 6. Diagrama de Causa – Efecto de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	41
Figura 7. Diagrama de Procesos propuesto para la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa en el proceso de laminado de la Zona 1.	58
Tabla 2. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el proceso de laminado de la Zona 1.	60
Tabla 3. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado al proceso de laminado de la Zona 1	60
Tabla 4. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC de la Zona 1.	63
Tabla 5. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Rodillo HC de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	63
Tabla 6. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Sheeter de la Zona 1.....	64
Tabla 7. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Sheeter de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	64
Tabla 8. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HR de la Zona 1.	65
Tabla 9. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado al Rodillo HR de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	65
Tabla 10. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Lapper de la Zona 1.....	66
Tabla 11. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Lapper de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.....	66
Tabla 12. Combinación de los niveles reales de los factores que minimizan la generación de desperdicios en la Zona 1.....	67

Tabla 13. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa por parte de los operarios de la Zona 1.	68
Tabla 14. Influencia del factor Operarios en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1.	70
Tabla 15. Resumen del modelo del DCA aplicado a los operarios de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green	70
Tabla 16. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa en la sección de la Tolva de la Zona 1.	72
Tabla 17. Influencia de los factores Textura de la Masa y Tolvero en la generación de desperdicios de masa en el área de la Tolva de la Zona 1.....	74
Tabla 18. Resumen del modelo del Diseño Factorial Mixto aplicado al área de la Tolva de la Zona 1.	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores generadores del desperdicio de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green.	46
Cuadro 2. Análisis de los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa asociados a la Maquinaria en la Zona 1 de Sala de la Máquinas Thomas L. Green.	49
Cuadro 3. Análisis de los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa asociados a la Maquinaria en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.	50
Cuadro 4. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado a los Métodos de Trabajo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.	51
Cuadro 5. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado a la Mano de Obra en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.	52
Cuadro 6. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado al Medioambiente en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.	53
Cuadro 7. Definición de los niveles del factor Textura de la Masa	55
Cuadro 8. Definición de los niveles del factor Referencia de Velocidad	56
Cuadro 9. Definición de los niveles del factor Operario de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green	56
Cuadro 10. Definición de los niveles reales y codificados de los factores empleados en el Diseño Factorial	57
Cuadro 11. Definición de los niveles reales y codificados de los factores empleados en el Diseño Factorial Mixto.	71
Cuadro 12. Ficha Técnica – Capacidad Volumétrica de la Tolva	77
Cuadro 13. Ficha Técnica – Textura de la Masa	78
Cuadro 14. Ficha Técnica – Referencias de Velocidad.	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Pareto de la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de Galletas de soda.	47
Gráfico 2. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Textura de Masa y Referencias de velocidad.....	59
Gráfico 3. Desperdicios de masa en la Zona 1 versus Textura de la Masa y Referencias de Velocidad.....	61
Gráfico 4. Interacción entre los factores Textura de Masa y Referencias de velocidad, en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1.....	62
Gráfico 5. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Operarios.	69
Gráfico 6. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Textura de la Masa; Tolvero.	73
Gráfico 7. Desperdicios de masa en la Tolva de la Zona 1 versus Textura de la Masa y Tolveros.....	75
Gráfico 8. Supuestos de Normalidad y Homocedasticidad del estudio estadístico del proceso de laminado.	97
Gráfico 9. Generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC; Sheeter; Rodillo HR; Lapper y Zona 1	98
Gráfico 10. Supuestos de Normalidad y Homocedasticidad del estudio estadístico de la sección de la Tolva.....	99

Guillermo Gonzalo Toro Pérez

**PROPUESTA DE UN PLAN DE ACCIÓN EN LA ZONA 1 DE LA
SALA DE MÁQUINAS THOMAS L. GREEN PARA LA
REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS DE MASA DURANTE LA
PRODUCCIÓN DE GALLETAS DE SODA EN INDUSTRIAS DE
ALIMENTOS EL TRÉBOL S.A**

**Tutor Académico: Lic. MSc. Isabel Díaz. Trabajo Final. Cagua, U.C.V. Facultad
de Ingeniería. Escuela de Procesos Industriales. Ingeniero de Procesos
Industriales. Industrias de Alimentos El Trébol S.A. Año 2022, 123p.**

Palabras claves: Galletas de soda, Plan de Acción, Desperdicios de masa, Diseño de Experimento

Resumen: El presente trabajo de investigación consistió en una propuesta de un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol. La investigación fue de tipo proyectiva, de nivel comprensivo y con diseño mixto experimental. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron: la observación directa, la revisión documental y la lluvia de ideas; para el procesamiento y análisis de la información se utilizó: el Diagrama de Procesos, donde se representaron gráficamente las operaciones del proceso productivo de la galleta de soda y su etapa de moldeo, el Diagrama de Causa – Efecto con la finalidad de identificar los posibles factores influyentes que generan desperdicios de masa, el Diagrama de Pareto para determinar cuáles de los factores expuestos tenía mayor relación con la problemática y el Diseño de Experimento para estudiar los factores que requerían un análisis estadístico. Se determinaron los factores que influyen en la generación de desperdicios; se clasificaron según la técnica apropiada para su estudio y se caracterizaron sus causas en fichas técnicas. Finalmente se elaboró el Plan de Acción para Industrias de Alimentos El Trébol, con las acciones a seguir para reducir la generación de desperdicios de masa.

Guillermo Gonzalo Toro Pérez

**PROPOSAL OF AN ACTION PLAN IN THE FIRST ZONE OF
THOMAS L. GREEN ENGINE ROOM FOR THE REDUCTION
OF BISCUIT DOUGH WASTE DURING SODA CRACKERS
PRODUCTION IN INDUSTRIAS DE ALIMENTOS EL TRÉBOL
S.A**

**Academic Tutor: Lic. MSc. Isabel Díaz. Final Degree Project. Cagua, U.C.V.
Faculty of Engineering. School of Industrial Process Engineering. Industrial
Process Engineer. Year 2022, 123 p.**

Keywords: Soda Crackers, Action Plan, Biscuit Dough Waste, Design of Experiments.

Summary: The following final degree Project consisted in a proposal of an action plan in the first zone of Thomas L. Green engine room for the reduction of biscuit dough waste during soda crackers production in Industrias de Alimentos El Trébol. The research was a projective type, with a comprehensive level along with an experimental mixed design. The data gathering methods and instruments were: Observation, Document review and Brainstorming; for data processing and analysis, were used: A Process Diagram, for a graphic representation of the manufacturing process of soda crackers; a cause and effect diagram to identify factors related to biscuit dough waste; The Pareto chart was helpful to determine which were the most influential factors related to biscuit dough waste production and the DOE was used to study factors than needed an statistical analysis. Datasheets defined and characterized the influencing factors related to biscuit dough waste production. Finally, The Action Plan for Industrias de Alimentos El Trébol was elaborated, with a list of actions to follow to reduce biscuit dough waste.

INTRODUCCIÓN

Las galletas de soda han sido populares en el continente americano por más de 150 años, su origen data desde 1840 en Estados Unidos y son catalogadas como las predecesoras de este tipo de aperitivos. Este producto cuenta con una textura escamosa y se caracteriza por tener un alto contenido de bicarbonato de sodio o como se le conoce en inglés, baking soda, de allí surge el nombre tan característico por las que se les llama en la actualidad.

Su auge se remonta a la década de 1930, específicamente, a los años de la gran depresión, donde el poder adquisitivo de la mayoría de las familias estadounidenses se había visto mermado por la crisis y en busca de alternativas económicas pero sabrosas, se encontraron con las galletas de soda, que para ese entonces ya eran producidas en gran parte del continente. Su versatilidad permitió que formaran parte de platillos ya sea como ingredientes o acompañantes.

Para ese tiempo, la influencia americana se había asentado en gran parte de Centroamérica y Suramérica, por lo que ya existían empresas dedicadas a la producción de estos bizcochos, de hecho, en Venezuela se había establecido la primera fábrica, la cual fue fundada en 1911 por Juan Puig, donde nació uno de los productos emblema de la producción nacional de galletas. Años más tarde esa pequeña empresa paso a ser una compañía que en la actualidad se conoce como C.A Sucesora de José Puig & Cía.

En este sentido, Industrias de Alimentos El Trébol es una de las empresas pertenecientes al grupo Puig, encargada de toda la producción, comercialización y distribución de galletas de soda. Al ser un producto de gran tradición entre los

venezolanos, se encuentra bien posicionado, es decir, cuenta con una gran cuota de mercado, la cual en los últimos años ha ido en aumento, por lo que es imprescindible subir los niveles de producción manteniendo la calidad que la caracteriza.

Debido a ello, Industrias de Alimentos El Trébol ha centrado todos sus esfuerzos en mejorar la capacidad productiva de la línea industrial de galletas de soda, haciendo énfasis en una de las etapas cruciales de este proceso, como lo es el moldeo y laminado. Uno de los puntos críticos es el relacionado con los desperdicios de masa que se generan durante la etapa de moldeo, ya que esto se traduce en materia prima desperdiciada y por ende menos producto terminado en el mercado, lo que representa una pérdida de recursos considerable. Por lo tanto, en la presente investigación, se decidió desarrollar y proponer un Plan de Acción enfocado en reducir los desperdicios de masa de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, aplicando herramientas de gestión de calidad y estudios estadísticos basados en el diseño de experimentos.

En relación con lo expuesto anteriormente, se pretende que este estudio sea un aporte significativo a la organización, que incentive a la formulación de una oportunidad de mejora basada en datos concretos sobre los factores que generan desperdicios de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda.

La información recopilada y los resultados concernientes al tema de estudio se encuentran organizados en el presente documento, el cual se estructura de la siguiente manera:

Capítulo I: Detalla el problema de investigación, exponiendo sus causas y consecuencias, seguido de la presentación de la pregunta de investigación y finalizando con los objetivos de la misma.

Capítulo II: Comprende el marco referencial, dónde se describen los antecedentes de investigación y las bases teóricas sobre las cuales se fundamenta el estudio.

Capítulo III: Contiene la metodología de la investigación, en donde se desarrolla el tipo de estudio, la unidad de análisis, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas de análisis de datos y terminando con las fases metodológicas.

Capítulo IV: Comprende la presentación de los resultados de la investigación, conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, el consumo de los alimentos es determinado por lo que se cultive y lo que se procese, esto es lo que ha dado lugar al desarrollo de una de las industrias más importantes del mundo como es la alimentaria. La cual, desde sus inicios a principios del siglo XIX ha estado en constante evolución, lo que le ha permitido alcanzar una gran diversidad, formando amplios subsectores dentro de ella. (Natureduca, s/f)

En este sentido, uno de los subsectores de mayor relevancia dentro de estas industrias es el que se encarga de procesar los cereales, ya que estos representan la base alimenticia para gran parte de la población, debido a su predominante contenido de carbohidratos, elemento que constituye la base de la mayoría de las dietas, especialmente para las personas de bajos recursos económicos en el mundo en desarrollo; según Latham (2002) “...en los países en desarrollo, estos alimentos generalmente suministran más del 70 por ciento del consumo energético de la población”. (pág. 265)

Es importante destacar que los granos de cereales antes de llegar al consumo humano están sujetos a diversos procesos industriales, con el objetivo de obtener productos intermedios, tales como, la harina y su conversión en otros productos, en particular las galletas; cuya elaboración data desde tiempos remotos, lo que se evidencia en el diccionario del Dr. Samuel Johnson de 1755, quien establece la

definición primaria de galleta como: “Una especie de pan duro, hecho para ser transportado en el mar”, ya que en un principio las galletas eran un bizcocho duro y seco utilizado por los pescadores o marineros como alimento de larga duración para los largos viajes en el mar. A pesar de ser conocidas por varios nombres, los vestigios de esta industria comparten los mismos rasgos en cualquier parte de la tierra; en vista que ellas requerían una gran cantidad de trabajo manual, eran difíciles de comer y además necesitaban de un acompañante que las hiciera apetecibles. (Manley, 1998)

Sin embargo, con el transcurrir del tiempo el consumo de las galletas ha sido extendido a la población en general, lo que ha conllevado a la industria galletera a buscar alternativas de mejoras en sus procesos; de hecho, las plantas galleteras de hoy tienen muy poca semejanza con las antiguas, desde los equipos utilizados para transformar la materia prima hasta los cuartos de almacenamiento de materiales crudos, notándose la ausencia de procesos manuales y cambios en los métodos de producción, originados a través de esfuerzos para mejorar la correlación de la producción con el empaque, ya que la suma de estos adelantos hace que las industrias dedicadas a la producción de galletas sean mucho más atractivas, tengan mejores condiciones sanitarias y mejores productos que ofrecer a los consumidores. (Pieper, 1965)

Hoy en día en el progreso y prosperidad de la industria de las galletas han sido clave los métodos precisos de ingeniería, así como la eficiencia de la maquinaria utilizada. Según Manley (1998) la implementación de las máquinas en este tipo de industria ha facilitado el trabajo manual y aumentado la velocidad de producción, dando como resultado galletas de primera calidad con precios asequibles.

En Venezuela, se evidencia el desarrollo de la industria galletera y el fortalecimiento del segmento consumidor de este producto, ya que se considera una fuente de carbohidratos a bajo precio, así como lo expone Lino Ojeda director

nacional de ventas de Galletas Puig, en la entrevista realizada por Aurora Pinto, en su artículo “Entre gustos y sabores”, donde afirma que: “Las galletas son productos de relativo bajo precio, y por ser muy accesibles, la gente tiende a utilizarlas como sustitutos de otros alimentos primordiales de la dieta, como los carbohidratos”. (Pinto, 2003)

En cuanto a escala industrial, Venezuela cuenta con grandes industrias galleteras como Kraft, Nestlé, Galletera Carabobo®, Galletas Caledonia® y, por último, pero no menos importante, Industrias de Alimentos El Trébol S.A, quien posee una representación importante en el mercado venezolano y años de tradición en la elaboración de galletas, fue fundada en el año 1978 en Cagua estado Aragua, se crea como la planta dedicada a la fabricación de galletas saladas e integrales del tipo snack (Soda y Craski Integral), integrándose a las tres empresas que conforman a “C.A Sucesora de José Puig & Cia.” como una de las plantas principales, ya que produce siete tipos de galletas del amplio portafolio de productos del grupo Puig.

Actualmente, en Industrias de Alimentos El Trébol S.A se han establecido tres líneas de producción, para la elaboración de los diferentes tipos de galletas que conforman su amplia gama de productos; conocidas como: Sasib Bakery dedicada a la producción de galletas María, Werner dedicada a la producción de galletas dulces (Cooky Chips, Q-kiss, Nic Nac) y la más antigua, Thomas L. Green dedicada a la producción de galletas de Soda, donde en cada una de ellas es de vital importancia el funcionamiento sin fallas de la maquinaria y equipos, ya que de esta manera se garantiza una producción altamente eficiente y con la menor cantidad de desperdicios, dado que la productividad es uno de los indicadores más importantes para medir el desempeño de sus procesos, es por ello que hacen un enfoque en el buen funcionamiento de los equipos que conforman sus líneas productivas.

Es importante mencionar, que el principal producto elaborado es la galleta de Soda o “cracker”, quien debe su nombre porque es el sonido característico que hacen las galletas saladas y crujientes al partirse. Para su elaboración, además de los ingredientes típicos, harina, agua, levadura y bicarbonato de sodio, se necesita de equipos confiables que permitan manipular la masa, laminarla, secarla y hornearla, ya que también son bases fundamentales para un buen producto final, en la línea de producción Thomas L. Green se llevan a cabo estos procesos a través de tres etapas: Fermentación, Moldeo y Horneado.

Cabe destacar, que estudios previos realizados por los Departamentos de Calidad y Producción detectaron que en la etapa de moldeo de la línea de producción Thomas L. Green (TLG) se está generando una alta cantidad de desperdicios de masa, lo que es considerado como resultado del manejo ineficiente del proceso de laminación de la masa realizado en la Sala de Máquinas TLG. Esto conlleva a clasificar como críticas las actividades realizadas durante la etapa de moldeo, ya que su mala ejecución puede afectar las características de la galleta y la operatividad de la línea productiva; es de aquí donde surge la importancia de atender la situación que se presenta en esta línea de producción.

La Sala de Máquinas TLG, es la línea industrial en donde se realiza la etapa de moldeo, es decir, el proceso de formación de la galleta, el cual inicia una vez que se reciben los contenedores alargados donde se fermenta la masa, conocidos como artesas, cada una con 946,67 kg de masa, que serán laminados, plegados y cortados en cada una de las zonas que conforman la sala de máquinas. En primer lugar, se encuentra la Zona uno (1), cuya función consiste en crear, apilar y enviar de manera apropiada láminas de masa exactas y consistentes a los equipos de reducción y formación; seguida por la Zona dos (2), encargada de la reducción precisa de las láminas de masa; y por último la Zona tres (3), conformada por un sistema de

transporte integrado que mueve el producto que será presionado contra el conjunto de troquelado giratorio, cortando la forma deseada de manera precisa.

De acuerdo a los datos contenidos en el documento GO-F-048, Control de Desincorporación de Producto No Conforme, existente en el Departamento de Calidad de la empresa, es en la Zona 1 donde se produce la mayor cantidad de desperdicio de masa, siendo el promedio por día 430,95 kg, que representan el 45% de la capacidad de una artesa, lo que conlleva a que diariamente se dejen de producir 281 kg de galletas, equivalentes a 1171 paquetes de 240g o 49 cajas de 24 paquetes, es decir, mensualmente se dejan de producir 1127 cajas o 6491,52 kg de galleta, siendo esto una pérdida económica considerable para la organización. Es importante destacar, que al ser una zona donde se lleva a cabo el proceso inicial de moldeo, intervienen diversos factores que posiblemente influyen en la generación de desperdicio de masa, entre ellos: la capacidad volumétrica de la tolva, la textura de la masa y el trabajo manual que efectúan los operarios.

Para dar respuesta a esta problemática, se realizó el siguiente trabajo de investigación cuya finalidad consistió en llevar a cabo un estudio exhaustivo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, en búsqueda de las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa, con el objetivo de proponer un plan de acción que permita mitigar su generación y mejorar el proceso productivo de las galletas de Soda. Expuesto lo anterior, fue necesario plantear la interrogante que sirvió como base de la investigación:

¿Cuáles serán las características de un plan de acción que permita detectar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la fabricación de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General:

Proponer un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Describir el proceso productivo que se lleva a cabo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la fabricación de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A
- Determinar los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A
- Analizar los factores que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A
- Caracterizar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A
- Elaborar un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para reducir la generación de desperdicios de masa durante la producción de galletas de Soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

Morales (2019), ejecutó el trabajo de investigación profesional titulado **“Optimización del Trabajo en Proceso mediante el Diseño de Experimentos y Escenarios de Simulación”**, el cual le permitió obtener el grado de maestro en ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México, y tuvo como objetivo general optimizar los niveles de trabajo en proceso en empresas manufactureras con distintas configuraciones de planta, mediante un enfoque de simulación y diseños de experimentos, para obtener mayor productividad; logrando probar que emplear un modelo basado en la simulación mediante el diseño de experimentos es idóneo, ya que no se necesita un sistema productivo que tenga grandes cantidades de trabajo en proceso para que pueda funcionar correctamente. En este caso se tomó dicha investigación como antecedente, ya que se utiliza el diseño de experimentos para identificar los factores significativos que puedan afectar los niveles de trabajo en proceso de una empresa, con la finalidad de obtener información acerca de que variables tienen mayor impacto sobre la respuesta, y de esta manera llevar a cabo la optimización.

Por otro lado, Hernández (2017) elaboró el trabajo de investigación **“Estudio del proceso de laminación y horneado en la producción de galletas tipo cracker”**, con el que obtuvo el título de Ingeniero Industrial de la Universidad de los Andes de Colombia; este tuvo la finalidad de llevar a cabo una aproximación al proceso de laminación y horneado de la galleta de soda a nivel de laboratorio, dónde

con el desarrollo de un diseño de experimentos factorial buscó el efecto de las variaciones de la cantidad de capas laminadas y tiempo de horneado sobre las propiedades de la suspensión y el producto terminado. Los datos que obtuvo con las mediciones experimentales, se analizaron y utilizaron como herramienta para identificar que la metodología de laminado-doble es la mejor para simular el proceso de moldeo de la masa fermentada, y la relación entre el espesor de lámina con el tiempo de horneado. El trabajo realizado por Hernández, fue de gran relevancia para la presente investigación, debido a que describe detalladamente la etapa de moldeo y los procesos de laminación de las galletas tipo cracker o mejor conocidas como galletas de soda.

Seguido de, Parejo (2013), quién realizó el trabajo de investigación “**Plan de acción para la reducción y control de desperdicios productivos en la empresa Taco Taco de Venezuela C.A (Pizza Hut) en el municipio Valencia, Edo. Carabobo**”, con el que obtuvo el título de Administrador de Empresas de la Universidad de Carabobo; con la finalidad de diagnosticar y analizar las causas que generan desperdicio productivo en el proceso de elaboración de pizzas, para diseñar un plan de acción que permita la reducción de desperdicios. El estudio se centró en la población objetivo, donde a través de técnicas para la recolección de datos, tal como la observación directa, se obtuvo información de gran valor investigativo que permitió conocer las causas que generan desperdicios, establecer las estrategias para su reducción y preparar los lineamientos de la propuesta. Este trabajo de investigación se tomó como antecedente por establecer estrategias basadas en normas para lograr la reducción del desperdicio productivo en la empresa, a través de la revisión de los controles internos de calidad, la evaluación de los riesgos de producción y auditorías de los procesos operativos.

Por último, Gil y Flores (2009), presentaron su trabajo de investigación titulado **“Reducción de desperdicios en el proceso de producción de cinta adhesiva en una empresa manufacturera; caso: 3M manufacturera S.A.”**, con el que optaron al título de Ingenieros Industriales de la Universidad de Carabobo; ejecutado en la empresa 3M, donde se percataron que existían actividades dentro del proceso de producción de una de sus cintas adhesivas, la Scotch® 500V, que no agregaban valor al producto final, afectando los niveles de producción y la calidad del mismo. Por esta razón, su objetivo principal fue realizar una propuesta para reducir los desperdicios, en la cual se analizaron sistemáticamente las actividades y condiciones del área de estudio, con la finalidad de identificar los desperdicios, que posteriormente fueron cuantificados, permitiendo la creación de oportunidades de mejoras. El trabajo se consideró relevante en esta investigación, ya que para cumplir con el objetivo planteado se utilizó una herramienta que permitió analizar la situación y detectar las causas raíces, como el Diagrama de Causa – Efecto. Con la ayuda de este diagrama se identificaron los posibles factores que generan desperdicios, obteniendo de esta manera datos relevantes que luego de ser analizados se utilizaron en la elaboración de una serie de propuestas dirigidas a la mejora de las actividades.

2.2 Aspectos Teóricos

En el desarrollo de la investigación fue necesario definir los elementos que conforman sus bases teóricas, los cuales permitieron cumplir los objetivos trazados y facilitar la comprensión de la Propuesta de un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para reducir la generación de desperdicios durante la producción de galletas de soda en Industrias De Alimentos El Trébol S.A.

2.2.1 Materia Prima

Cereales

Para Redondo, (2007): “Los cereales pertenecen a la familia de las gramíneas, que se caracterizan porque la semilla y el fruto forman prácticamente la misma estructura: el grano. Así, se conoce bajo la denominación de cereal a las plantas gramíneas (Poaceae) y a sus frutos maduros, enteros, sanos y secos”. (p. 11)

A su vez De Mateo, (2007) afirma que: “...los cereales no sólo se transforman en harinas, a partir de las cuales se elaboran diversos productos (como panes o pastas), o se incorporan a la alimentación como granos en sus distintas variedades (arroz, maíz), sino que a partir de ellos y aplicando diferentes tratamientos tecnológicos se obtienen productos tan variados como las palomitas de maíz, los almidones utilizados, por ejemplo, para espesar salsas o postres dulces-, los jarabes de glucosa y similares y una amplia variedad de snacks y aperitivos...” (p. 12)

Harina de Trigo

Según InfoAlimenta, Biblioteca de Alimentos (2019): “La harina de trigo, o simplemente harina sin ningún otro calificativo, es el producto finamente triturado resultante de la molturación del grano de trigo (*Triticum aestivum*) industrialmente limpio o la mezcla de éste con el *Triticum durum*, en la proporción máxima del (80 % y 20 %), procedente principalmente del endospermo del grano”.

2.2.2 Proceso Productivo

Industria Alimentaria

WCEFOP (1990) define la industria alimentaria como: “La parte encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal. Las materias primas de esta industria se centran en los productos de origen vegetal (agricultura) y animal (ganadería)”. Además, consideran que la industria alimentaria se compone de un conjunto de industrias especializadas a ciertos tipos de productos, las cuales difieren de manera particular en sus métodos y dan énfasis a ciertos aspectos más que otros.

Proceso

Krajewski, et al. (2008) define proceso como: “cualquier actividad o grupo de actividades en las que se transforman uno o más insumos para obtener uno o más productos para los clientes, sin embargo, el concepto puede ser aún mucho más amplio; un proceso puede tener su propio conjunto de objetivos, abarcar un flujo de trabajo que traspase las fronteras departamentales y requerir recursos de varios departamentos. (p. 4)

Galletas

El Real Decreto 1124/1982 publicado en el Boletín Oficial del Estado específica, que se entiende por galletas: “Los productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua”.

Galletas Tipo Cracker

Manley, (1998) establece que: “Las galletas tipo cracker se caracterizan por ser bajas en azúcar. La mayoría de estas masas son fermentadas con levadura y se procesan para obtener productos con una apariencia seca y escamosa. Específicamente, las galletas de soda se realizan por el método de esponje y masa y se les agrega una cantidad significativa de bicarbonato de sodio por lo que poseen un pH más elevado que otro tipo de galletas. Adicionalmente, este tipo de galletas tienen un contenido de humedad no mayor al 5% y son usadas como sustitutos del pan por ser de larga duración”. (p. 32). Por otro lado, el mismo autor en el año 2000, plantea que su fabricación se lleva a cabo en tres etapas, conocidas como: fermentación, moldeo y horneado, detalladas a continuación:

Fermentación: Se realiza en dos secciones, método de esponje y masa. En primer lugar, se disuelve la levadura en agua, manteniéndola alejada de la sal. Se procede a mezclar hasta que alcance una temperatura entre 33-36 grados centígrados, la cual permite el crecimiento óptimo de la levadura, pero es necesario que el agua utilizada esté tibia, ya que el proceso de mezclado de la levadura dura poco tiempo. Una vez terminada se realiza la mezcla de los ingredientes restantes, harina, agua y azúcar, y dicha mezcla es fermentada de 16 a 24 horas, periodo durante el cual se desarrolla el sabor y textura que tendrán las galletas al final del proceso productivo. Terminada la operación de esponje, se adiciona sal, grasa alimentaria, agua y bicarbonato de sodio, el cual permite que el pH de estos productos sea más alto que las galletas comunes de crema, esta masa resultante es fermentada nuevamente por un periodo de 4 a 6 horas. Las fermentaciones de las masas deben realizarse en áreas o habitaciones con control de temperatura y humedad.

Moldeo: En esta etapa se utilizan las técnicas de laminado y corte, de esta manera se establece la forma inicial del producto terminado. La esponja resultante del proceso de fermentación es laminada hasta alcanzar el espesor deseado, para después ser doblada o plegada sobre sí misma, formando 4 capas que dan la textura hojaldrada a la galleta. En esta fase, los gases producidos en la fermentación son removidos por la presión ejercida por los rodillos de la laminadora. Durante todo este proceso, la película de masa es espolvoreada con harina para evitar que se adhiera a los laminadores y de esta forma se le confiere una mejor estructura a la galleta. Los agujeros producidos durante el proceso de troquelado, se hacen con la finalidad de que la galleta libere a través de ellos los gases que se producen durante el proceso de cocción y de esta manera se aseguran que no retenga humedad en su interior.

Horneado: Usualmente se realiza en mallas o bandas, que previamente son precalentadas. El tiempo de cocción es de 2.5 a 3 minutos a 300°C, 280°C, 250°C grados centígrados. Durante esta etapa del proceso productivo se transfiere calor a las galletas por radiación, conducción o por convección. La función principal de esta fase, es reducir el nivel de humedad en la galleta.

Desperdicio

De acuerdo al diccionario de la Real Academia Española RAE (2021) se entiende por desperdicio, “todo residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar, o se deja de utilizar por descuido”.

Artesa

En el diccionario Léxico (2020) Artesa es definida como “Contenedor alargado donde la masa para galletas puede ser mezclada, amasada o fermentada”.

Producto no conforme

Según la Escuela de Organización Industrial, la ISO 9000:2000 (2000) define producto no conforme como: “todos aquellos productos que no cumplen con algún requisito determinado por el sistema de gestión de calidad”.

Control del producto no conforme

Según la Escuela de Organización Industrial, la ISO 9001:2000 (2000) lo define como:

La organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir su uso o entrega no intencional. Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionados con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado. Debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras: tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada; autorizando su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y, cuando sea aplicable por el cliente; tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto.

2.2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa

Arias (2012) la define como “una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. (p. 19)

Revisión Documental

Es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, teniendo como fin proporcionar conocimientos que se relacionan directamente o indirectamente con el tema establecido, vinculando estas relaciones, posturas o etapas, en donde se observe el estado actual de conocimiento sobre ese fenómeno o problemática existente. (Hurtado, 2008)

Lluvia de Ideas

Es el proceso durante el cual una persona o un grupo de personas generan tantas ideas creativas como sea posible, con la finalidad de resolver un problema en particular (Osborn, 2012).

2.2.4 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Diagrama de Procesos

Según la *American Society of Mechanical Engineers (ASME)* (1977), “es una representación gráfica de los acontecimientos que se producen durante una serie de acciones u operaciones y de la información concerniente a los mismos. Durante un proceso tienen lugar cinco tipos de acciones: operación, transporte, inspección, demora y almacenaje”.

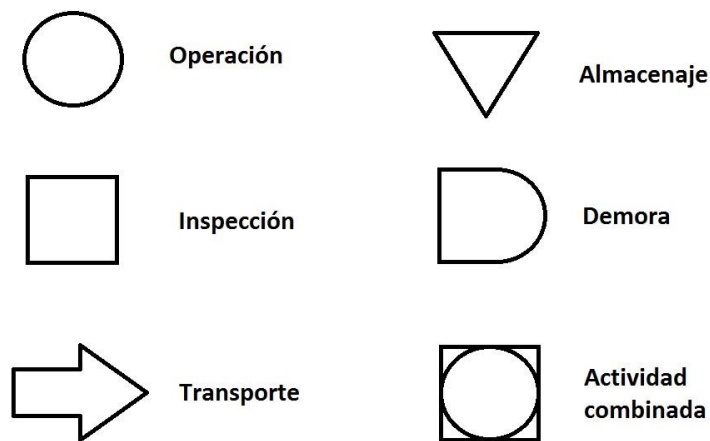


Figura 1. Símbolos del Diagrama de Procesos. **Fuente:** American Society of Mechanical Engineers (ASME).

Diagrama de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera, de esta misma manera lo explica la Universidad de Vigo (s/f), “el diagrama de Pareto está basado en la ley 80-20 o de los pocos vitales y muchos triviales, en otras palabras, es la división de las causas que explican un problema en cualquier organización, en su respectiva relevancia sobre el problema y en la proporción de cada una en un efecto global, generalmente sólo con unos pocos factores logran explicar la mayor parte del efecto, lo que permite focalizar los esfuerzos en esas causas principales”.

Diagrama de Causa – Efecto

Es una técnica perteneciente al grupo de las “siete magnificas” del Control Estadístico de Procesos (Montgomery, 2011). Cuando es necesario analizar las causas posibles de un problema, la construcción de un Diagrama de Causa – Efecto es de utilidad ya que es una vía formal para dilucidar las causas potenciales. De acuerdo

con Montgomery (2011), los pasos para la construcción de este diagrama son los siguientes:

- Definir el problema a analizarse.
- Formar el equipo para realizar el análisis. Con frecuencia a través de la técnica de lluvia de ideas el equipo descubrirá las causas potenciales.
- Trazar el rectángulo del problema y la línea central.
- Especificar las categorías o familias de causas principales y anexarlas como rectángulos conectados con la línea central.
- Identificar las causas posibles y clasificarlas dentro de las categorías del paso anterior.
- Clasificar las causas para identificar las que parezcan tener mayores posibilidades de incidir en el problema.
- Empezar una acción correctiva.

De lo anterior, construir un Diagrama de Causa – Efecto facilita detectar lo que origina un problema analizado y ello conlleva a que se corrija efectivamente. Así pues, en la figura se puede visualizar su estructura.

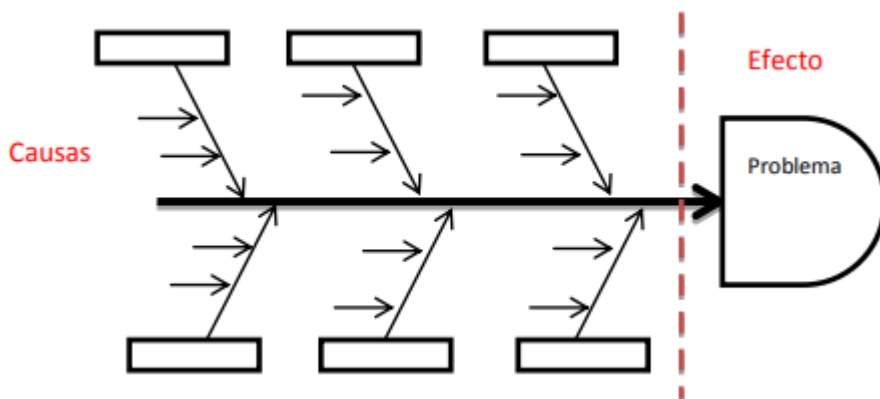


Figura 2. Representación gráfica del Diagrama de Causa – Efecto.

2.2.5 Diseño de Experimentos

Se define Diseño de Experimento como una técnica que consiste en realizar una serie de experimentos en los que se inducen cambios deliberados en las variables de un proceso, de manera que es posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida. Con ella se puede conseguir, por ejemplo, mejorar el rendimiento de un proceso y reducir su variabilidad o los costos de producción. (Montgomery, 2005). Uno de los pasos fundamentales del diseño de experimentos es la elección de un diseño experimental, existe una gran variedad, y dentro de ella se encuentran:

Diseño Completamente Aleatorizado

Mellado, J (2022) define el diseño completamente aleatorizado como: “Una prueba basada en el análisis de varianza, en donde la varianza total se descompone en la “varianza de los tratamientos” y la “varianza del error”. El objetivo es determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, para lo cual se compara la “varianza del tratamiento” contra la “varianza del error” y se determina si la primera es lo suficientemente alta según la distribución F”. (p. 3)

Diseño Factorial

Según Montgomery (2005), por diseño factorial se entiende “...que en cada ensayo o réplica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores” (p. 170)

Factores

Según Marín, (2014) son: “Las variables independientes que pueden influir en la variabilidad de la variable de respuesta”. (p. 13)

Efecto de un Factor

Montgomery (2005), lo define como: “el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor. Con frecuencia se le llama efecto principal porque se refiere a los factores de interés primario en el experimento”. (p. 170)

Niveles

Marín, (2014) los define como: “cada uno de los resultados de un factor. Según sean elegidos por el experimentador o elegidos al azar de una amplia población se denominan factores de efectos fijos o factores de efectos aleatorios”. (p. 14)

Tratamientos

Definido por Marín, (2014) como: “una combinación específica de los niveles de los factores en estudio”. (p. 14)

ANAVAR

El análisis de la varianza es una técnica estadística que se utiliza cuando las variables son cuantitativas, existen dos o más grupos, se desea comparar varias medias poblacionales en forma simultánea. Consiste en la separación de la suma de cuadrados total entre los grupos (factor) en componentes relativos a los factores contemplados. Se conoce como un método para probar la hipótesis nula que plantea

que las medias de las poblaciones evaluadas son iguales contra la hipótesis alternativa la cual plantea que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su media, además permite compararlas en diversas situaciones (Abraira y Pérez, 1996).

Para aplicar el análisis de varianza deben cumplirse los siguientes supuestos:

- Independencia de las observaciones.
- La distribución de la variable debe ser normal.
- Las varianzas de las poblaciones son iguales.

Al aplicar ANAVAR se obtienen resultados que se deben interpretar para determinar si la hipótesis nula (todas las medias son iguales) debe aceptarse o rechazarse, para esto el valor p puede ser utilizado como criterio de aceptación o rechazo, al compararse con el nivel de significancia.

Nivel de Significancia (α)

Para IBM (2021), el nivel de significación es: “El límite para juzgar un resultado como estadísticamente significativo. Si el valor p es menor que el nivel de significación, se considera que el resultado es estadísticamente significativo. El nivel de significación también se conoce como el nivel alfa”.

Paquetes Estadísticos

Pouso (2002) los considera como un conjunto de paquetes informáticos, específicamente diseñados para el análisis estadístico de datos, con el objetivo de resolver problemas de estadística descriptiva o inferencial, o de ambas.

Ficha Técnica

Luque (2019) la define como un documento que describe las características principales, la composición y las aplicaciones de un producto o proceso, aportando información detallada sobre los aspectos del mismo.

Informe Escrito

Según explica Barrantes (2014) “El informe escrito es una sistematización de las ideas del investigador, pues busca una forma clara, sencilla y comprensible de transmitir todo un proceso, esto implica presentar los elementos del estudio de una forma adecuada.” (p. 321).

Plan de Acción

Schaefer, J (2018), define el plan de acción como “El documento que enlista los pasos a seguir en función de alcanzar el cumplimiento de uno o más objetivos. Su propósito es especificar los recursos necesarios para completar el objetivo, desarrollar un cronograma para tareas específicas y determinar los pasos para su cumplimiento”.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En la metodología de un trabajo de investigación se incluyen los tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo los objetivos planteados, es el “cómo” se realizará el estudio para responder a la problemática planteada. Según Balestrini (2006) el marco metodológico está referido al “conjunto de procedimientos lógicos, tecno – operacionales, implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados”. (p. 125).

A continuación, se explica la metodología que condujo el desarrollo de la investigación, donde a través de procedimientos lógicos y tecno – operacionales se describieron de forma detallada los métodos y técnicas que se emplearon para llevar a cabo los objetivos de la misma y dar respuesta a la problemática planteada.

3.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación está dado por el objetivo general, donde la categoría más apropiada para este caso es la de tipo proyectiva, ya que propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación, el cual implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, más no necesariamente ejecutar la propuesta. De esta manera, Hurtado (2010) plantea que

este tipo de investigación tiene como objetivo diseñar o crear propuestas dirigidas a resolver una determinada necesidad. (p. 133)

Por lo tanto, la presente investigación se consideró de tipo proyectiva dado a que se trabajaron las relaciones de causa efecto, para diseñar una propuesta de un plan de acción que permita la reducción de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda, explicando el por qué y cómo ocurre tal situación.

3.2 Nivel de la Investigación

Relacionado con los objetivos y los logros que se desean alcanzar en la investigación, donde el nivel implica un grado diferente de relación entre el investigador y el evento de estudio. En este caso el proyecto estuvo enmarcado en el carácter comprensivo, ya que se estudió al evento en su relación con otros eventos, y se enfatizó en las relaciones explicativas que en ciertos casos pueden ser de causalidad; ya que el objetivo de este trabajo entra como uno de los objetivos propios del nivel, siendo este “proponer”. (Hurtado, 2010:174)

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño alude a las decisiones que se toman en cuanto al proceso de recolección de datos o de experimentación, que permitan al investigador lograr la validez interna del estudio, es decir, tener un alto grado de confianza de que sus conclusiones no son erradas (Hurtado, 2010:261).

Por lo tanto, el diseño se refiere a dónde y cuándo se recopila la información, así como la amplitud de la información a recopilar, de modo que se pueda dar

respuesta a la pregunta de investigación de la forma más idónea posible, por ende, se tomaron en cuenta los aspectos de tipo de fuente, temporalidad y amplitud de foco.

Para esta investigación se utilizó un diseño mixto experimental ya que los datos recopilados fueron tomados del sitio donde suceden los hechos, se sustentó de la información documental correspondiente y se manipularon las variables independientes o procesos causales de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, con la finalidad de establecer una propuesta de un plan de acción destinado a la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A.

En cuanto a la perspectiva temporal, se trabajó con un diseño contemporáneo ya que el propósito era obtener información del evento que estaba sucediendo y en cuanto a la amplitud de foco, el diseño se centró en un solo evento por lo que se le denominó unieventual.

3.4 Unidad de Análisis

Hurtado (2010) define unidad de análisis como contexto, ser o entidad que tengan las características requeridas de las cuales se desea estudiar algún evento. En tal sentido, la unidad de análisis para esta investigación fue representada por la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green de Industrias de Alimentos El Trébol S.A.

3.5 Población

Arnau (1980) define la población como: “un conjunto de elementos o seres concordantes entre sí en cuanto a una serie de características, de los cuales se desea obtener alguna información”. Puede decirse que la población es el conjunto de unidades de estudio de una investigación, por lo tanto, para esta investigación se

consideraron dos poblaciones diferentes, una de ellas fue la cantidad de desperdicios de masa que se generaron en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, en una jornada de trabajo de ocho (8) horas durante dos (2) semanas de cinco (5) días y la otra se refirió al personal que labora en dicha zona conformado por dos operadores.

3.6 Muestra

Hurtado (2010) define muestra como una porción de la población que se toma para realizar el estudio, y debe ser representativa (de la población). Para conformar una muestra es necesario seleccionar cuáles de las unidades de estudio participarán en la aplicación de los instrumentos; a esta selección se le denomina muestreo. (p. 269), por ende, en esta investigación la muestra para la primera población estuvo definida por el diseño factorial establecido para el estudio, tomando en consideración las condiciones establecidas por la empresa y para la segunda población se consideró una muestra censal, es decir se trabajó con el total de la población.

3.7 Fases Metodológicas

Fase I: Describir el proceso productivo que se lleva a cabo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la fabricación de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A

Para iniciar el trabajo, el investigador tuvo acceso al área de producción donde a través de la observación directa pudo conocer y estudiar con detalle, las operaciones que se realizan en la etapa de moldeo de la galleta de soda, el funcionamiento de los equipos, la mano de obra y los materiales empleados para su fabricación, y para aclarar cualquier duda inherente a los procesos realizados se sostuvieron conversaciones con el personal de Sala de Máquinas Thomas L. Green, esta información fue anotada en un bloc de notas; aunado a ello se realizó la respectiva

revisión documental de formatos y manuales para puntualizar los equipos, insumos y personal involucrados en los procesos de la Zona 1, con la finalidad de encontrar los posibles factores que generan desperdicios de masa.

Una vez que se obtuvo la información necesaria, se elaboró un diagrama de procesos de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green el cual fue analizado por el investigador para su respectiva descripción.

Fase II: Determinar los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Una vez descrito el proceso productivo, se procedió con la determinación de los posibles factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa, mediante la implementación de una lluvia de ideas que involucró al personal de Sala de Máquinas Thomas L. Green, el supervisor y el coordinador del área de producción; con la información obtenida, se elaboró de un Diagrama de Causa – Efecto, donde se organizaron las causas de la problemática asociada a los desperdicios, empleando la metodología de las 5M: Medioambiente, Mano de Obra, Maquinaria, Materia Prima y Métodos de Trabajo, además se desarrolló un Diagrama de Pareto que permitió determinar cuáles de los factores expuestos anteriormente tuvo mayor relación con la problemática.

Fase III: Analizar los factores que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Una vez determinados los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, se realizó el análisis de cada uno de ellos, donde según el tipo de factor se aplicó la técnica apropiada para su estudio y en el caso de los factores que requirieron de un análisis estadístico, se utilizó un Diseño de Experimentos con el fin de determinar cuáles de ellos se encontraba influyendo realmente en la generación de desperdicios de masa.

Fase IV: Caracterizar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Una vez analizados los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda, se procedió a caracterizar las causas dependientes de estos factores, donde se recurrió a la revisión documental, a fin de conocer sus particularidades o atributos, las cuales hicieron posible el establecimiento de las actividades a seguir en el plan de acción dirigido a Industrias de Alimentos El Trébol S.A; el resultado de esta investigación estuvo plasmado en fichas técnicas elaboradas por el investigador para cada una de las causas estudiadas.

Fase V: Elaborar un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Se elaboró un plan de acción para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A en base a la información que se obtuvo en las fases anteriores, el cual fue mostrado en un informe donde se indicaron las tareas específicas para el logro de los objetivos, los recursos necesarios para su ejecución y el cronograma de trabajo a seguir para el cumplimiento de dicho plan en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cada una de las fases de investigación se dan a conocer en este capítulo, los cuales se obtuvieron mediante la implementación de técnicas para la recolección de datos, análisis y procesamiento de los mismos; presentando así la Propuesta de un Plan de Acción a Industrias de Alimentos El Trébol S.A, con la finalidad de brindar respuesta a la problemática suscitada, específicamente relacionada a la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas. L Green.

4.1 Fase I: Describir el proceso productivo que se lleva a cabo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la fabricación de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S.A

Para el desarrollo de esta fase se realizó un recorrido por la Sala de Máquinas Thomas L. Green, haciendo énfasis en la Zona 1, con el objetivo de poder observar el inicio de la etapa de moldeo de la galleta de soda, el funcionamiento de los equipos, el trabajo realizado por los operarios, las condiciones del área y de la materia prima; aunado a esto se sostuvieron una serie de conversaciones con el personal del área, aprovechando su experiencia para aclarar las dudas inherentes al proceso y a su vez se complementó la información con la revisión documental de los diferentes archivos proporcionados por el Departamento de Producción.

Las actividades realizadas permitieron tener conocimiento referente a como se estructura y se desarrolla el proceso productivo de la galleta de soda en Industrias

de Alimentos El Trébol S.A, el cual fue utilizado para describir de forma detallada dicho proceso en cada una de sus etapas.

4.1.1 Proceso de Fermentación.

La elaboración de la galleta de soda inicia con esta etapa, mediante el desarrollo de los métodos de esponje y masa, comenzando con las preparaciones para la elaboración de la “esponja húmeda”, que será transformada por diversas operaciones hasta convertirse en galletas.

Durante este proceso la levadura y las bacterias del ácido láctico, el cual es producido por la microflora bacteriana de la harina y el hongo de la levadura, utilizan los carbohidratos de la harina para realizar cambios importantes en la fermentación, es decir, ambos agentes compiten por los fermentables. Es importante destacar que la función principal de esta etapa es desarrollar el sabor de la galleta, el cual viene dado por la fermentación realizada por las bacterias del ácido láctico

4.1.2 Preparación de la Esponja

Se inicia mezclando en una artesa con agua fría (menor a 10°C), la harina, solo de un 55% a 75% del total que indica la receta; manteca vegetal, la enzima y la levadura, donde estas últimas se disuelven en agua tibia para alcanzar el crecimiento óptimo antes de ser agregadas a la mezcla que se está formando, es importante resaltar que en la preparación de la esponja no se utiliza sal, ya que esta destruye la levadura y no permite el crecimiento de la masa. Este proceso de mezclado toma de dos (2) a tres (3) minutos, y hace que la esponja alcance temperaturas que oscilan de 23°C a 27°C, posterior a esto se traslada la artesa a un cuarto con temperatura ambiente de 26,5°C y humedad relativa del 78%, en el cual se mantiene por 19 horas para su fermentación. Al terminar esta operación, el Departamento de Calidad realiza

inspecciones a la temperatura y el pH de las esponjas húmedas, junto a los parámetros de la sala de fermentación.

Cabe destacar que para esta preparación el contenido de proteína de la harina es importante, debido a que las harinas con alto contenido de proteína producen una textura más reseca en la masa y las harinas con un bajo contenido de proteína garantizan una textura más suave.

4.1.3 Preparación de la Masa

Una vez obtenida la esponja con las condiciones requeridas es trasladada en su respectiva artesa, del cuarto de fermentación al revolvedor, donde se agrega el % de harina restante que dictamina la receta, aquí también se añade manteca vegetal, sal y bicarbonato de sodio, este último ingrediente se utiliza para alcalinizar la masa, llevando su pH final al valor requerido, entre 7,2 a 8, ya que ella durante el proceso de fermentación se acidifica (**Figura 3**).

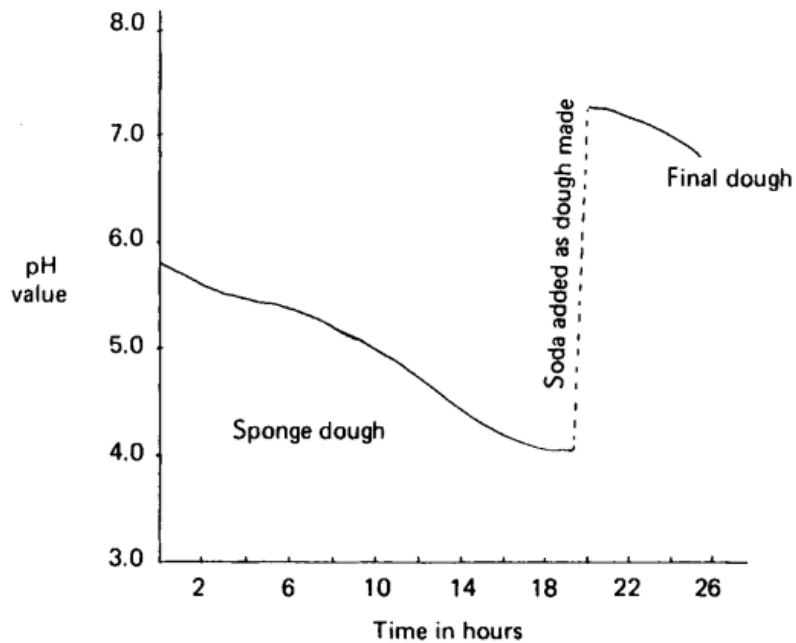


Figura 3. Relación del pH de la masa con el tiempo de fermentación. **Fuente:** Manley, D. Technology of biscuits, crackers and cookies (2000).

Durante esta preparación no se agrega agua, por lo tanto, el proceso de mezclado debe tener una mayor duración que el del método de esponje, ya que se busca la integración uniforme del bicarbonato a la masa, sin embargo, este tiempo no puede pasar de los 11 min, porque se rompería la red proteica del gluten, haciendo que la galleta sea dura y reseca en vez de tener una textura crujiente y escamosa. Una vez culminada la operación, se lleva la artesa con la masa al cuarto de fermentación por otras cuatro (4) horas.

4.1.4 Etapa de Moldeo

La etapa de moldeo que se lleva a cabo en Industrias de Alimentos El Trébol S.A consiste en la aplicación de una técnica de laminación y corte que le da la forma inicial a la galleta. Aquellas masas que hayan cumplido las cuatro (4) horas de

fermentación deben ser trasladadas, según el orden establecido, a La Sala de Máquinas Thomas L. Green, en donde procederán a ser laminadas, plegadas y cortadas en cada una de las tres (3) zonas que la conforman.

4.1.5 Zona 1

Es donde se inicia la etapa de moldeo, convirtiendo los trozos de masa provenientes del volteo de la artesa en láminas lo más uniformes posible, que posteriormente pasan por una serie de rodillos laminadores que reducen su espesor y mejoran su uniformidad, para así ser dobladas en cuatro (4) capas que garantizan la textura hojaldrada de la galleta de soda. La masa de este tipo de galleta, se considera una masa muerta, es decir, muy quebradiza, por lo que la reducción del espesor del paño de masa en esta primera etapa debe ser lo más suave posible para no ocasionar orificios en las láminas, para ello se debe cuidar las referencias de velocidad de las maquinarias.

4.1.6 Zona 2

Se conoce como la estación de reducción y calibración, conformada por tres (3) rodillos los cuales son calibrados con una proporción de 3:1, es decir, el espesor del paño de masa que sale es un tercio ($1/3$) de lo que entró al rodillo. Además de, darle el espesor característico a la galleta, es la zona donde se procede a eliminar gran parte de los gases generados durante el proceso de fermentación, mediante la presión que ejercen los rodillos calibradores. Es importante señalar que, el paño de masa es espolvoreado con harina para evitar su adherencia a los rodillos y conferirle una mejor estructura a la galleta.

4.1.7 Zona 3

Es la zona donde el sistema de transporte, conformado por lonas, traslada el paño de masa al conjunto de troquelado giratorio. En esta etapa se cuenta con un sistema neumático, que acciona un rodillo de goma, el cual es el encargado de empujar el paño de masa hacia el conjunto troquelado giratorio donde se moldea y pre corta la galleta de soda de forma precisa. Se producen en promedio 3520 galletas por minuto, a las cuales se les toma una muestra de peso y dimensiones cada 25 minutos para comprobar que los parámetros no se encuentren fuera de especificación.

4.1.8 Horneado

El proceso de horneado se realiza en un horno con una banda de acero, el cual debe estar previamente precalentado y una vez las cinco (5) zonas de cocción que lo conforman alcanzan la temperatura deseada, se deja ingresar la galleta proveniente de la etapa anterior. La galleta de soda tiene un tiempo de cocción bastante rápido, de 2' con 45'' y una apariencia característica, sus caras deben tener un ligero color marrón, presentar pequeñas burbujas, no ser completamente plana y tener una humedad entre 2,5% y 3%. Al salir del horno pasa a los rompedores de galletas, cuya función es separar las galletas; es aquí donde se toma una muestra de la misma, para comprobar que las dimensiones, peso y humedad estén dentro de los parámetros establecidos.

4.1.9 Empaque

Etapa del proceso que empieza cuando la galleta llega a lo que se conoce como túnel de enfriamiento, cuya función es llevarla a una temperatura menor a 37°C para que al empacarse no se genere humedad. Al salir del túnel, el tramo restante de la malla del túnel, la posiciona en la mesa conocida como Spreader, donde se separan

las galletas en 10 filas que se distribuyen en cinco (5) empaquetadoras primarias, cada una recibe dos (2) filas, que es donde se forman los paquetes de tres (3) unidades. Con el empaque primario listo, dichos paquetes son trasladados mediante unos transportadores a las tres (3) máquinas de empaque secundario, quienes forman paquetes de 30 unidades, los cuales son trasladados al robot llenador de cajas, que apila los paquetes según el formato con el que se esté trabajando (12, 24 o 36 paquetes de galleta por caja), donde una vez terminado el proceso son apiladas y paletizadas, listas para enviar al almacén de producto terminado. Durante la etapa de empaque se realizan diversas inspecciones, a través de sensores electrónicos y el personal de la línea; debe señalarse que consisten en la revisión del sellado, la calidad de impresión, centrado de la imagen, fecha de vencimiento y la estructuración de la caja, adicional a esto el Departamento de Calidad realiza un muestreo de paquetes, donde aplica una prueba de humedad y de presión para comprobar la durabilidad del material de empaque.

La información obtenida se empleó para elaborar dos (2) Diagramas de Procesos, uno que muestra todas las operaciones que conforman en el proceso productivo de la galleta de soda y otro que detalla las actividades específicas que se llevan a cabo en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green; permitiendo al investigador tener una mayor base de conocimientos para describir el proceso y los elementos de la zona donde se presentó la problemática (**Figura 4 y 5**).

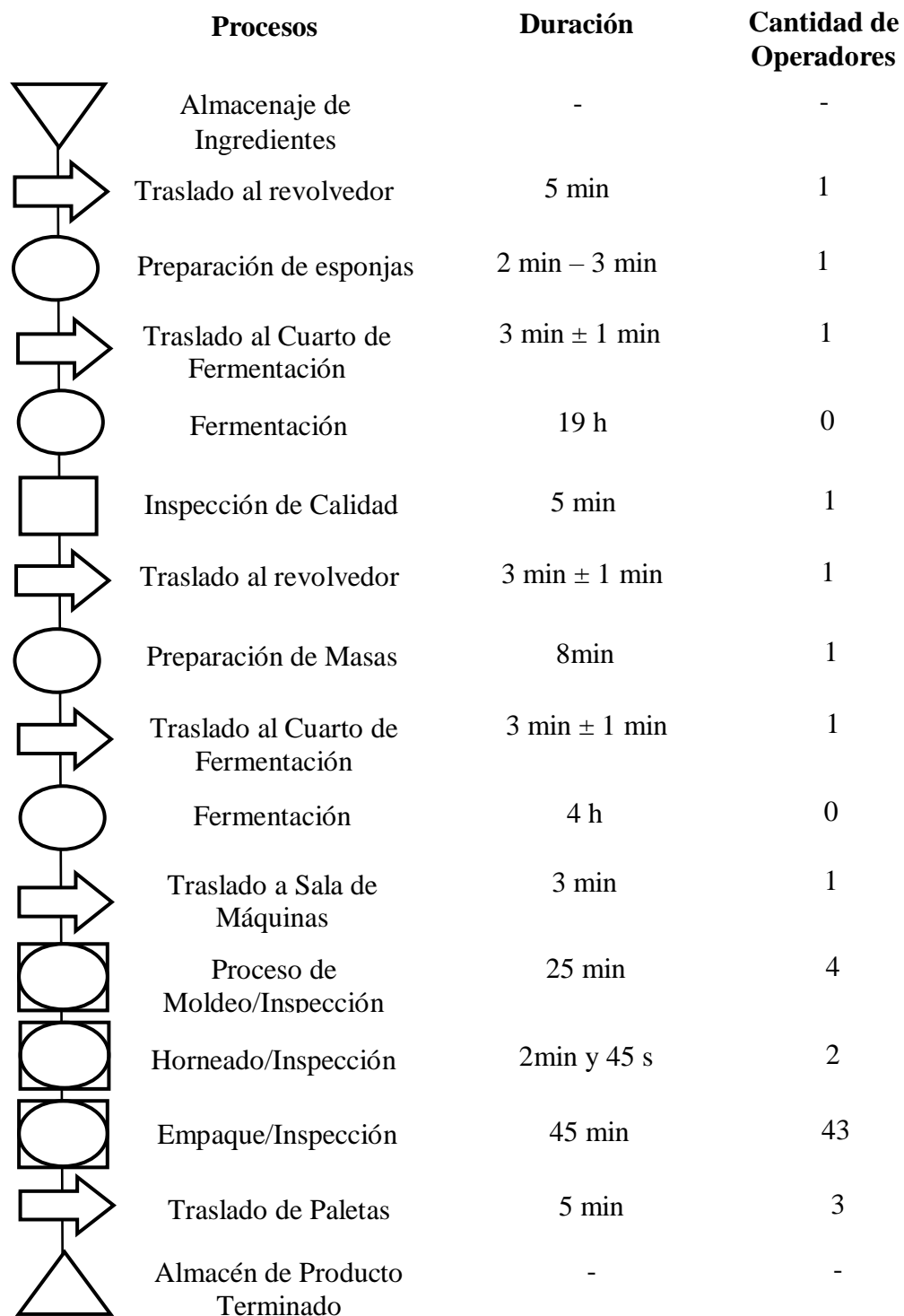


Figura 4. Diagrama del Proceso Productivo de Galletas de soda en Industrias de Alimentos el Trébol S.A

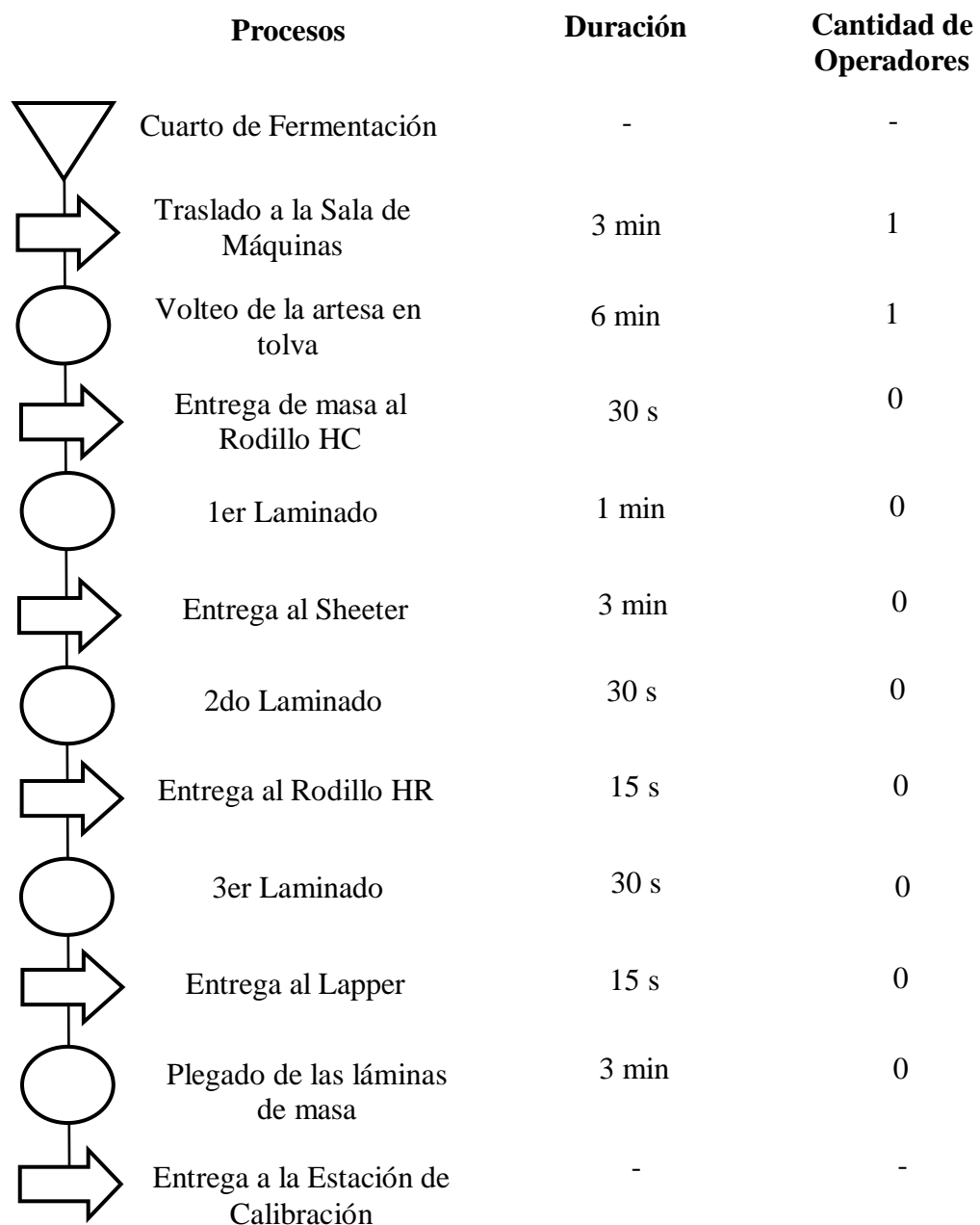


Figura 5. Diagrama de Procesos de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green

Antes de realizar la descripción detallada del proceso que se lleva a cabo en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, es necesario describir los equipos que se utilizan para realizar cada una de las operaciones involucradas en el proceso.

4.1.10 Laminadores de dos Rodillos

La Zona 1 cuenta con laminadores de dos (2) rodillos conocidos como Rodillo HC, Sheeter y Rodillo HR, cada uno con diferentes dimensiones pero diseñados para lo mismo, para crear láminas de masa consistentes, listas para seguir la formación en otro par de rodillos o una mayor reducción. Estos poderosos rodillos de acero inoxidable giran uno hacia el otro, atrayendo la masa sin procesar proveniente de una tolva. Se fabrican con tolerancias precisas de concentricidad, para así evitar que los cilindros concéntricos que conforman el rodillo pierdan la alineación del eje, creando láminas de masa inconsistentes y de diferente espesor.

Entre las características de este equipo se encuentran:

- La distancia o separación entre los dos (2) rodillos se puede ajustar, lo que hace posible los cambios de espesor y control de peso durante la producción, según lo amerite el producto.
- Los equipos que incluyen tolvas, como el Sheeter, tienen un sensor de nivel para el llenado preciso de la misma.
- Son equipos muy duraderos y de fácil mantenimiento.

4.1.11 Lapper

Es una plegadora, que utiliza la precisión de sus servomotores para realizar 4 dobleces en el paño de masa de manera apropiada, de forma que la masa laminada

esté lista para los equipos de reducción y formación. En cuanto a su funcionamiento, el carro que lleva el paño de masa la extiende desde el borde más lejano de la plegadora hasta el más cercano, dejando caer el paño suavemente en la superficie que lo transporta.

4.1.12 Chromebook

Es una computadora portátil, es decir, una laptop, la cual está diseñada para ejecutar tareas de forma sencilla y su principal característica es que trabaja con el sistema operativo de Google, permitiendo almacenamiento en la nube y el acceso a todas las herramientas de Google. En el caso de Industrias de Alimentos El Trébol, es la herramienta idónea, ya que los datos que se manejan están en la nube y todos los cambios o actualizaciones se hacen en tiempo real, manteniendo a las distintas áreas informadas.

4.1.13 Fococelda

También denominado como sensor de nivel, este elemento electrónico es capaz de detectar elementos frente a él, por medio de un haz de luz, en este caso, es utilizado en la tolva del sheeter para medir el nivel de masa y una vez que alcance el nivel óptimo detiene las lonas transportadoras evitando la sobrealimentación y el desborde de materia prima.

4.1.14 Lonas de Grado Alimenticio

Son cintas transportadoras de algodón diseñadas para la industria panadera o galletera, se caracterizan por ser resistentes a los aceites, cambios de temperatura y a la tracción. Se utilizan como el sistema de transporte que mueve a la galleta de soda por cada una de las zonas de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Una vez descritos los equipos que se emplean en cada una de las operaciones que tienen lugar en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, se procedió a realizar la descripción detallada del proceso, tal como se mostró en la **Figura 5**.

4.1.15 Inicio del proceso – Cuarto de Fermentación

Los procesos realizados en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, inician en el cuarto de fermentación, cuando las masas que fueron preparadas alcanzan las cuatro (4) horas de fermentación, también conocidas como el tiempo de reposo. Dicho espacio, es una habitación controlada que permite manejar y monitorear el porcentaje de humedad relativa, la temperatura de la sala y las horas de fermentación.

El tiempo de reposo es sumamente importante, ya que permite trabajar las masas en su máximo punto de crecimiento, es decir, cuando presentan la mayor cantidad de gases acumulados, esenciales para que la galleta pueda crecer durante el proceso de horneado. En el caso contrario, de exceder o acortar dicho tiempo, las masas se acidificarán o en otras palabras, disminuirá su pH, convirtiéndose en una masa que no cumple los parámetros necesarios para ser procesada, por esa razón ellas no pueden ser preparadas con antelación, sino durante el desarrollo del proceso productivo y respetando los tiempos establecidos.

Las masas son preparadas en el mismo contenedor donde se fermentan, conocido como artesa, dónde su capacidad máxima de peso es de 950 kg. La cantidad de artesas a procesar en una jornada de producción, siempre dependerá de la planificación programada.

4.1.16 Traslado a Sala de Máquinas

El traslado de la artesa es realizado por un (1) operador, el cual se dirige con el transpaleta eléctrico al cuarto de fermentación, donde una vez verificado en la Chromebook, cual es la artesa a la que le corresponde, según lo que indica el documento de preparación de masas, procede a su traslado a la Sala de Máquinas Thomas L. Green para iniciar con la laminación. Este proceso toma un tiempo aproximado de tres (3) minutos.

4.1.17 Volteo de la Artesa

Una vez el tolvero recibe la artesa, procede a colocarla y asegurarla en el volteador, para dar inicio al volteo de la misma; el cual se realiza en dos etapas, ya que la tolva no tiene la capacidad volumétrica para manejar los kg de masa contenidos en la artesa. A fin de iniciar la primera etapa el tolvero encargado, utiliza el volteador para posicionar los contenedores a un ángulo de 70° permitiendo la caída de la masa por gravedad, y con la ayuda de su herramienta de trabajo va desprendiéndola hasta alcanzar el nivel óptimo de llenado en la tolva, momento en el cual se coloca la artesa en un ángulo que no permita el desprendimiento de masa que pueda ocasionar desperdicios; cuando la tolva está a menos de la mitad de su capacidad se procede con la segunda etapa del volteo con un procedimiento similar al anterior, solo que esta vez el ángulo es de 45° para hacer más fácil la caída por gravedad; una vez que la tolva queda vacía, se retira la artesa del volteador y se busca la siguiente. El tiempo de duración de esta actividad es de tres (3) minutos por etapa, es decir un total de seis (6) minutos.

4.1.18 Entrega de Masa – Rodillo HC

La masa que fue previamente depositada en la tolva va cayendo al sistema de transporte de la línea, compuesto por lonas de grado alimenticio, las cuales son las encargadas de transportar la masa durante toda la etapa de moldeo. De la tolva al primer par de rodillos es un trayecto corto, ya que la masa llega a ellos en 30 segundos.

4.1.19 Primer Laminado

El primer laminado de la masa se realiza en el Rodillo HC, donde los trozos de masa se laminan y unifican en un paño uniforme de unos 40 mm – 42 mm de espesor. Esta operación toma un (1) minuto en realizarse y es monitoreada por el operador de Sala de Máquinas, para asegurarse del correcto funcionamiento del equipo y la uniformidad del paño de masa, dónde esta última depende de la velocidad de trabajo del rodillo, la textura de la masa y la alimentación de la tolva.

4.1.20 Entrega – Sheeter

Las lonas de grado alimenticio llevan este primer paño de masa a la tolva del Sheeter, y al alcanzar el nivel óptimo de llenado, empieza a laminar. Al ser uno de los trayectos más largos y depender de las indicaciones de la fotocelda de llenado, toma un tiempo de tres (3) minutos en entregar el paño de masa al Sheeter.

4.1.21 Segundo Laminado

En el momento que la fotocelda de carga se apaga, el Sheeter comienza a realizar el segundo laminado, el cual consiste en reducir el espesor del paño de masa a 16mm. Durante este proceso la masa es más propensa a romperse, por lo que el

operador tiene que buscar que las transferencias rodillo – lona no estiren la masa, estableciendo correctamente las referencias de velocidad según lo amerite la textura. Esta operación es monitoreada por el operador de Sala de Máquinas y toma 30 segundos en completarse.

4.1.22 Entrega – Rodillo HR

El traslado al Rodillo HR es el tramo más corto de toda la Zona 1, sin embargo, cumple una función importante que es mantener una alimentación constante, evitando la presencia de hoyos en el paño de masa. La duración total de esta operación es de 15 segundos.

4.1.23 Tercer Laminado

El tercer laminado se realiza en el Rodillo HR, cuya función es reducir nuevamente el espesor de 16mm a 10mm, además de quitar las marcas dejadas por el sheeter en el paño de masa. Al volver el paño más uniforme y liviano, lo hace manejable para la operación de plegado. Igual que los otros procesos de laminación, este tarda 30 segundos en realizarse.

4.1.24 Entrega – Lapper

La lona en este punto va a una referencia de velocidad distinta, específicamente más rápida que la etapa anterior buscando estirar levemente el paño antes de entregarlo al Lapper. Esta operación es muy corta, toma 15 segundos en realizarse.

4.1.25 Plegado de las láminas de masa en Lapper

En este punto el paño de masa empieza a ser plegado sobre sí mismo, llevándolo de un ancho de 80 cm a 130 cm, siendo apilado hasta alcanzar 4 capas que garantizan la textura hojaldrada a la galleta final. Al termina la operación, la lona de grado alimenticio ubicada debajo del Lapper será la encargada de entregar el paño de masa apilado a la Estación de Calibración para seguir reduciendo el espesor de la masa. Esta operación toma tres (3) minutos en total.

La descripción de cada una de las operaciones que conforman a la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, ayudó a puntualizar cada uno de los elementos que la conforman; lo que funcionó como preámbulo para la determinación de los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa, detallada en la fase siguiente.

4.2 Fase II: Determinar los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

En la presente fase, se convocó a una reunión con el personal que conforma La Sala de Máquinas Thomas L. Green, el Supervisor de la línea de producción de galletas de soda y el Coordinador del área de producción. El propósito de la reunión fue llevar a cabo una lluvia de ideas que permitió obtener información acerca de los factores que podían estar generando desperdicios de masa. A partir de esta dinámica se obtuvo la data suficiente para llevar a cabo la elaboración de un Diagrama Causa – Efecto, cuyo análisis facilitó la visualización de los factores que intervienen en la generación de desperdicios de masa. Cabe destacar que el desarrollo de esta herramienta, proporcionó puntos resaltantes como la ausencia de un manual de

procedimientos, la antigüedad de los equipos y su poco mantenimiento, la manipulación de estos por parte del personal y la variación de textura en la masa.

Luego de anotar los puntos resultantes de la dinámica y recoger la información referente a cada uno de estos factores, se realizó el Diagrama de Causa – Efecto, en el cual a través de la metodología de las 5M se clasificaron las principales causas por las cuales se produce desperdicio de masa y su ¿por qué? (**Figura 6**).

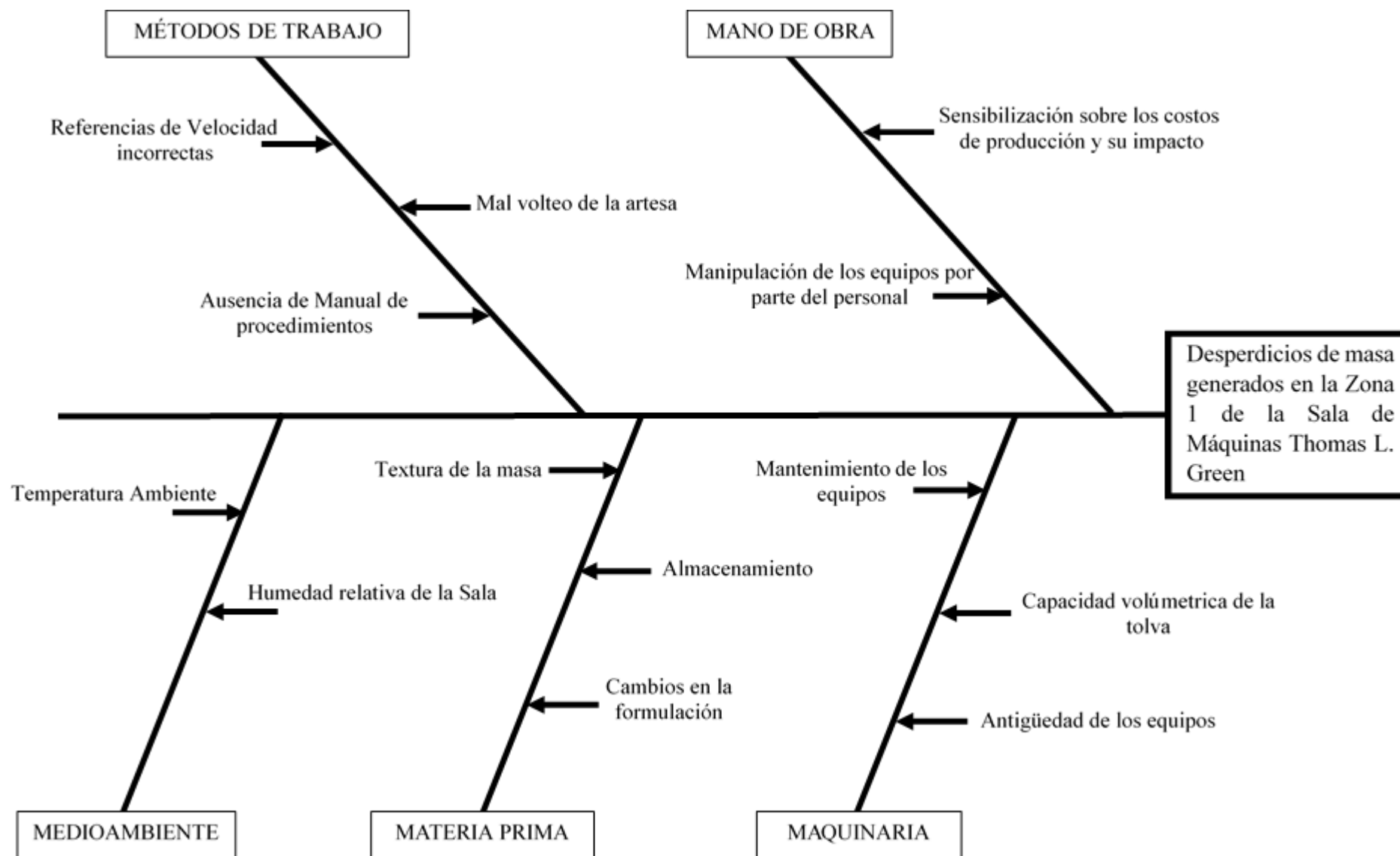


Figura 6. Diagrama de Causa – Efecto de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green

Una vez elaborado el Diagrama de Causa – Efecto se procedió con el análisis de su contenido, comprendiendo de forma clara el entorno del problema de acuerdo a la metodología de las 5M.

4.2.1 Maquinaria

Los equipos presentes en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, son de primera generación, es decir, son sumamente antiguos y han sido utilizados desde que se comenzaron las operaciones en esta planta industrial, por ende, su correcto funcionamiento no va a depender exclusivamente de las rutinas de mantenimiento, también del desgaste de la maquinaria por su uso. Esta circunstancia puede incidir en la generación de desperdicios de masa, ya que muchas veces los equipos no son capaces de seguir el ritmo del proceso, ocasionando paradas cortas que se traducen en kilogramos de materia prima desperdiciada.

De igual forma, la ausencia de rutinas de mantenimiento para los equipos de Sala de Máquinas, especialmente preventivas, pueden incidir en la generación de desperdicios de masa, ya que no se está garantizando el funcionamiento correcto dentro de las capacidades del equipo, dependiendo únicamente del mantenimiento correctivo utilizado en esta línea productiva, el cual produce paradas no programadas que repercuten en la problemática

Además, al inicio de la etapa de moldeo se cuenta con una tolva en la que se deposita la masa, la cual no posee la capacidad volumétrica necesaria para manejar la cantidad de materia prima contenida en las artesas, provocando la generación de desperdicios de masa.

4.2.2 Métodos de Trabajo

Los métodos de trabajo están constituidos por un conjunto de aprendizajes, es decir, vienen formados por destrezas procedimentales; son aquellas que implican la realización de una serie de acciones u operaciones a ejecutar de manera ordenada, para cumplir con una tarea. En este caso, el cumplimiento de las tareas que permiten llevar a cabo la etapa de moldeo de la galleta de soda, depende de los procedimientos u operaciones que se realicen en la Sala de Máquinas.

Por lo tanto, a través de la técnica ejecutada se pudo conocer que al no contar con un manual de procedimientos de la Sala de Máquinas Thomas L Green, las tareas vinculadas a la manipulación de los equipos por parte del personal no se realizan de forma adecuada, dando pie a la improvisación de métodos de trabajo, como, la programación de referencias de velocidad inadecuadas para el tipo de masa que se está laminando. Esta situación se repite en el volteo de la artesa, ya que la operación no se realiza correctamente, debido a que no se cumple con el tiempo promedio de volteo y no se toma en consideración la capacidad volumétrica de la tolva al verter la masa.

4.2.3 Mano de Obra

La capacitación de los trabajadores de Sala de Máquinas Thomas L. Green no está enfocada en su desarrollo personal, dejando de lado la parte motivacional, la sensibilización y la importancia de su labor, que, como mano de obra directa, tiene un impacto significativo en el proceso productivo de la galleta de soda y sus costos de producción. Por lo tanto, es importante destacar que la poca sensibilización sobre los costos de producción por parte del personal y el impacto que esto tiene sobre los beneficios económicos que deja de percibir la empresa, conllevan a las malas prácticas que pueden ser generadoras de desperdicios de masa.

En este ítem también se manifiesta la manipulación de los equipos por parte del personal, la cual tiende a realizarse de forma improvisada incidiendo aún más en la problemática. No existe un procedimiento preestablecido que pueda ser seguido y ejecutado por el operador, lo que da espacio a que esta causa se repita consecutivamente. Esto también se debe a la diferencia de información que existe entre el personal, debido a que no se establece un solo criterio para ejecutar el proceso.

4.2.4 Materia Prima

Los ingredientes utilizados como materia prima en la preparación de esponjas y masas, deben ser almacenados en ambientes inocuos y libres de humedad, que no permitan cambios en sus propiedades, ya que dichos cambios pueden contribuir como otro factor de la generación de desperdicios, produciendo variaciones de textura en la masa o alterando la formulación a utilizar. Por lo tanto, el poco control de estos factores, aunado a la falta de mantenimiento, puede estar agravando la generación de desperdicios de masa durante la etapa de moldeo de la galleta de soda.

4.2.5 Medioambiente

Durante la etapa de moldeo que se lleva a cabo en la Sala de Máquinas Thomas L. Green, se evidencia el poco control de los factores medioambientales, temperatura y humedad relativa, donde se observa como las constantes variaciones en sus valores modifican la textura de la masa a laminar en la Zona 1, incidiendo en la generación de desperdicios de masa.

Del estudio realizado anteriormente, se detectó en cada uno de los ítems posibles causas que pudieran incidir en la generación de desperdicios de masa, los cuales son mostrados en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Factores generadores del desperdicio de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Ítems	Factores generadores del desperdicio de masa
Maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de planificación para el mantenimiento de los equipos. • Capacidad volumétrica de la tolva.
Métodos de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Improvisación de los métodos de trabajo. • Referencias de velocidad incorrectas. • Volteo de la artesa incorrecto.
Mano de Obra	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilización del personal. • Mala manipulación de los equipos.
Materia Prima	<ul style="list-style-type: none"> • Textura de la masa
Medioambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura ambiental.

A fin de determinar cuáles de los factores expuestos en el cuadro anterior, tienen mayor incidencia en la generación de desperdicios de masa, se desarrolló el Diagrama de Pareto (**Gráfico 1**); involucrando los factores que en el documento GO – F – 048 Control de Producto No Conforme se les podía determinar el desperdicio de masa que habían generado durante un periodo de cuatro (4) meses; siendo estos: Textura de la masa, Volteo incorrecto de la artesa, Mantenimiento de los equipos, Personal y Temperatura ambiental.

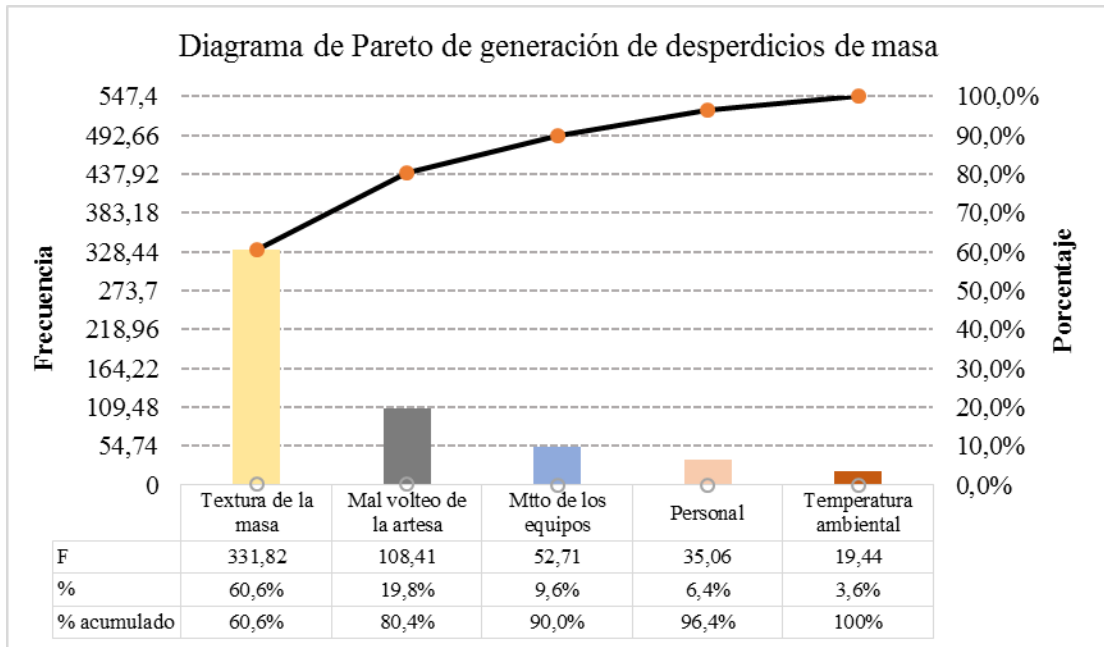


Gráfico 1. Diagrama de Pareto de la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de Galletas de soda.

El resultado obtenido en el Diagrama de Pareto se refleja en el **Gráfico 1**, donde se evidencia que los factores que presentan mayor incidencia en la generación de desperdicios de masa son: La textura de la masa con un 60,6%, seguida por el volteo incorrecto de la artesa con un 19,8% lo que representa un porcentaje acumulado del 80,4%. Sin embargo, el resto de los factores involucrados en el estudio también fueron considerados en el desarrollo de las siguientes fases, debido a que son relevantes para la elaboración de la propuesta.

4.3 Fase III: Analizar los factores que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Con el fin de detectar las características de cada uno de los factores considerados como influyentes en la generación de desperdicios de masa y la forma en que influyen en ella, se consideraron dos tipos de factores, los que se analizaron de forma detallada, mediante la observación directa y a los que se les hizo un estudio estadístico a través de un diseño de experimento para verificar cual es la influencia de ellos en la generación de desperdicio de masa.

4.3.1 Análisis Teórico de los factores.

La información obtenida en el análisis teórico de los factores, fue plasmada en diferentes cuadros, clasificados según el pilar de procedencia del Diagrama de Causa – Efecto (Metodología 5M).

Cuadro 2. Análisis de los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa asociados a la Maquinaria en la Zona 1 de Sala de la Máquinas Thomas L. Green.

Maquinaria	
Factor	Análisis
<p>Falta de planificación para el mantenimiento de los equipos.</p>	<p>La Sala de Máquinas Thomas L. Green funciona con maquinarias antiguas que no han sido revisadas adecuadamente, lo que no permite tener conocimiento de cuál es su depreciación y el desgaste de sus componentes, tales como: rodillos, cadenas, chumaceras, engranajes, rodamientos. Dificultándose la ejecución de mantenimiento preventivo en ellas.</p> <p>El personal de Sala de Máquinas y de mantenimiento, no realizan inspecciones frecuentes, por lo que el funcionamiento de la maquinaria depende en gran parte de su robustez; cuando ocurra alguna falla, su operatividad estará sujeta al mantenimiento correctivo que se realice.</p> <p>Adicional a esto, no se cuenta con un sistema administrativo eficiente que permita llevar la data o procesos de mantenimiento de forma ordenada. Por lo que se dificulta la creación y planificación de rutinas de mantenimiento preventivo.</p> <p>Cabe destacar, que una buena planificación no solo depende del Departamento de Mantenimiento, ya que se requiere del presupuesto adecuado para que el reemplazo de piezas sea efectivo.</p>

Cuadro 3. Análisis de los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa asociados a la Maquinaria en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Maquinaria	
Factor	Análisis
Capacidad volumétrica de la tolva.	La Sala de Máquinas Thomas L. Green es una línea industrial que ha sido sometida a diversas modificaciones desde su instalación. Con la intención de aumentar su capacidad de producción, incluyendo las artesas que se utilizan en el volteador de la tolva; las cuales, ya no son parte del equipo original, sino que fueron sustituidas por unas de fabricación nacional, con mayor capacidad. Sin embargo, la tolva se ha mantenido en el tiempo, por lo que su capacidad volumétrica no resulta apropiada para la cantidad de masa que contienen las artesas, convirtiéndose en un factor generador de desperdicio de masa durante el volteo.

Cuadro 4. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado a los Métodos de Trabajo en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Métodos de Trabajo	
Factor	Análisis
Improvisación de los métodos de trabajo	<p>En ningún proceso puede haber espacio para la improvisación, ya que esto representa la falta de capacitación y la ausencia de manuales de procedimientos adecuados al personal.</p> <p>Este factor no es ajeno a la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, dónde se evidencia que no hay un instructivo que contenga las tareas a desempeñar por los operarios en cada uno de los procesos que se llevan a cabo en dicha zona, lo que promueve la transmisión de errores debido a la improvisación en las diferentes acciones que involucra el proceso; tales como: la programación de las referencias de velocidad, los ajustes necesarios para la línea, la toma de decisiones, entre otros; trayendo como consecuencia la generación de desperdicios de masa.</p>

Cuadro 5. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado a la Mano de Obra en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Mano de Obra	
Factor	Análisis
Sensibilización del Personal	<p>El personal no es consciente de los costos de producción que involucra el proceso, y como pueden afectar los ingresos económicos propios y de la organización. Los costos de producción van más allá del precio de compra de la materia prima, ya que también involucran los gastos de fabricación.</p> <p>Estos gastos, están vinculados a la mano de obra directa, la cual participa activamente en la elaboración de las galletas de soda, sin embargo, no son conscientes de la importancia de su rol y el impacto que este puede llegar a tener en el proceso; dicho aspecto se ve reflejado en la generación de desperdicios de masa de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.</p>

Cuadro 6. Análisis del factor influyente en la generación de desperdicios de masa asociado al Medioambiente en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Medioambiente	
Factor	Análisis
Temperatura Ambiental	<p>El aire acondicionado de la Sala de Máquinas es el encargado de controlar la temperatura ambiental, la cual debe oscilar entre 22°C y 23°C según los parámetros establecidos para el moldeo de la galleta de soda.</p> <p>La corriente de aire no solo debe mantener la temperatura de la sala, sino que debe ser dirigida directamente sobre la masa, ya que su función es crear una capa o piel sobre la misma que evite la adherencia a los laminadores.</p> <p>Cuando la temperatura ambiental aumenta debido al mal funcionamiento del aire acondicionado, suaviza la textura de la masa y si disminuye la reseca completamente, es decir, que las variaciones de este factor hacen que sea muy difícil de laminar debido a los cambios de textura, lo que genera desperdicios de masa en cada una de las secciones de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.</p>

De acuerdo a el análisis anterior, cada uno de los factores expuestos se consideran influyentes en la generación de desperdicios de masa, pero cada uno tiene distintas maneras de ser abordados a fin de solucionar o disminuir el impacto que tienen en la generación de desperdicios de masa, sin embargo, la capacidad volumétrica de la tolva a diferencia del resto, tiene una sola alternativa para disminuir dicho impacto, que consiste en el reemplazo del equipo, una decisión que puede no ser económicamente viable para la empresa, lo que puede volver a dicho factor un impacto constante en la generación de desperdicios de masa a largo plazo.

4.3.2 Análisis Estadístico de los factores

Para llevar a cabo el respectivo estudio se tomaron en cuenta las dos áreas de la Zona 1, el área de la tolva y el área del proceso de laminado, analizando en cada una de ellas la influencia de los factores correspondientes en la generación de desperdicios de masa a través de un diseño de experimento establecido para cada situación en particular.

Estudio estadístico en el proceso de laminado

En el área de laminado se llevaron a cabo dos estudios; en el primero se aplicó un Diseño factorial 3^2 para evaluar la influencia de los factores Textura de la Masa (**TM**) y Referencias de Velocidad (**RV**) en la generación de desperdicios de masa en el proceso de laminado de la Zona 1 y en el segundo se analizó la influencia del Operario a través de un Diseño completamente aleatorizado; es importante aclarar que el estudio de los desperdicios de masa se llevó a cabo en cada uno de los equipos encargados de laminar la masa, siendo estos: Rodillo HC, Sheeter, Rodillo HR y Lapper, así como el desperdicio total de la Zona 1 (**D. Zona 1**)

Antes de dar inicio al estudio estadístico se establecieron las características relevantes de los factores que fueron considerados para el análisis en cada caso.

Características del factor Textura de la masa.

La Textura de la masa es un factor cualitativo, donde la variabilidad que presenta al llegar a la Zona 1 de Sala de Máquinas se debe a factores externos como, los requerimientos de sólidos y líquidos, el porcentaje de humedad de la harina, el tipo de harina, su porcentaje de proteína y la forma en que ella es preparada; es clasificada de la siguiente manera:

Buena: Es aquella masa que cumple con los requerimientos, líquidos y sólidos en proporciones iguales o como lo dictamine la formulación, aprobado por el Departamento de Calidad.

Suave: Una masa “suave” es aquella que tiene un mayor contenido de grasa vegetal o agua, es decir, la cantidad de líquidos es mayor a los sólidos de la formulación.

Reseca: La masa “resaca” puede presentarse por falta de agua, exceso de harina o falta de grasa vegetal, es decir, tiene una mayor proporción de sólidos que líquidos.

Basado en estos tres tipos de texturas se definieron los niveles de estudio del factor, como se muestra en el **Cuadro 7**, con su respectiva codificación.

Cuadro 7. Definición de los niveles del factor Textura de la Masa y su codificación

Factor	Niveles		
Textura de la masa (TM)	Suave	Buena	Reseca
Codificación	-1	0	1

Características del factor Referencias de velocidad.

Las Referencias de Velocidad son un factor cuantitativo, con las que se ajusta la velocidad de trabajo de toda la línea, parte de ella o de un equipo en concreto. Sus unidades están expresadas en un porcentaje de voltios (%VDC) y se fijan según la capacidad de producción que pueda manejar empaque y la textura de la masa; para este estudio las referencias de velocidad relevantes son las siguientes:

Intervalo inferior (85-90): Es la mínima velocidad de trabajo de la línea. Este intervalo es recomendado para masas con textura reseca.

Intervalo medio (90-95): Es la velocidad intermedia entre los valores máximos y mínimos. Recomendado para masas con textura suave

Intervalo superior (95-100): Es la máxima velocidad de trabajo de la línea o un equipo. Es recomendada para masas con textura buena.

Basado en estas tres referencias de velocidad se definieron los niveles de estudio del factor, como se muestra en el **Cuadro 8**, con su respectiva codificación.

Cuadro 8. Definición de los niveles del factor Referencia de Velocidad y su codificación,

Factor	Niveles		
Referencia de Velocidad (RV)	(85-90)	(90-95)	(95-100)
Codificación	-1	0	1

Por otra parte, se consideró como factor a los operarios de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, cuyos niveles fueron establecidos por turnos de trabajo, como se muestra en el **Cuadro 9**.

Cuadro 9. Definición de los niveles del factor Operario de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green y su codificación

Factor	Niveles	
Operario	Primer turno	Segundo turno
Codificación	1	2

Para el primer estudio se estableció un diseño factorial 3^2 , involucrando a los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad; en los tres niveles estipulados en cada una de ellas, como se muestra en el **Cuadro 10**, se utilizó el ANAVAR para determinar la influencia de dichos factores en la generación de desperdicio de masa, con un nivel de significancia de 5%.

Cuadro 10. Definición de los niveles reales y codificados de los factores empleados en el Diseño Factorial

Factor	Niveles reales		
Textura de la masa (TM)	Suave	Buena	Reseca
Referencia de Velocidad (RV)	(85-90)	(90-95)	(95-100)
Codificación	-1	0	1

En el diseño se establecieron nueve (9) tratamientos diferentes dados por todas las combinaciones de los niveles de los factores, y se tomaron tres (3) repeticiones de cada una de ellas, dando un total de 27 observaciones.

Con los datos obtenidos de la aplicación del diseño, y una vez verificado que se cumplen los supuestos (**Anexo A**), se procedió a realizar el análisis estadístico. Iniciando con el estudio descriptivo de la variable generación de desperdicios de masa en el área de laminado, para observar su comportamiento en los diferentes rodillos encargados de laminar la masa, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa en el proceso de laminado de la Zona 1.

Desperdicios de masa	Media (kg)	Error estándar de la media	Desv.Est. (kg)	Varianza (kg)	CoefV	Mediana (kg)	Asimetría	Curtosis
Rodillo HC	3,461	0,318	1,653	2,732	47,76	2,99	1,13	0,48
Sheeter	4,918	0,356	1,851	3,425	37,63	4,32	1,05	0,88
Rodillo HR	4,95	0,374	1,944	3,779	39,27	4,82	0,93	0,79
Lapper	0,427	0,0776	0,4031	0,1625	94,4	0,261	1,4	0,72
D. Zona 1	13,76	1,08	5,6	31,32	40,69	12,2	1,07	0,49

En la **Tabla 1** se observa que la cantidad de desperdicios de masa generados en la Zona 1 por artesa en promedio es de $13,76 \pm 1,08$ kg, lo que representa un desperdicio de 522,88 kg de las 38 artesas que se procesan diariamente. Cabe destacar que la menor generación de desperdicio de masa se presenta en el Lapper, donde se realizan los dobles del paño de masa, seguido de la primera sección denominada Rodillo HC, y la mayor generación de desperdicio se encuentra en la sección media.

Seguidamente se realizó el gráfico de cajas para visualizar el comportamiento de la variable generación de desperdicios de masa en la Zona 1 (**Gráfico 2**).

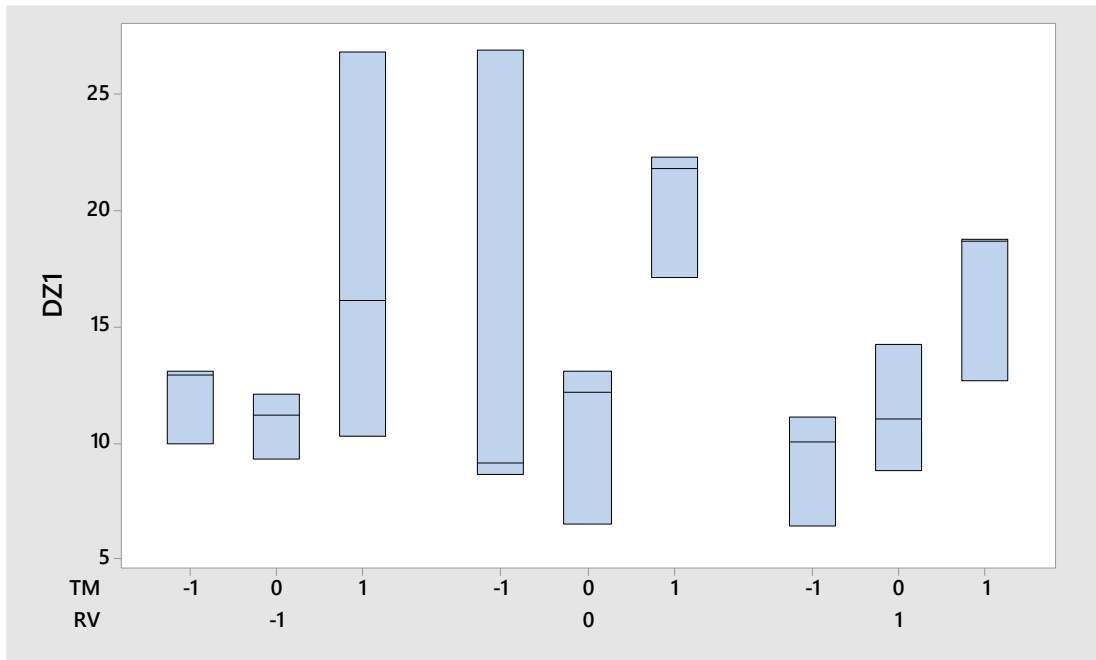


Gráfico 2. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Textura de Masa y Referencias de velocidad.

En el **Gráfico 2** se observa que la mayor generación de desperdicios se produce con la textura de masa reseca, siendo mayor cuando se programa la referencia de velocidad en el intervalo medio, por otro lado, en el intervalo inferior de las referencias de velocidad, cuando la masa tiene una textura reseca se presenta una alta variabilidad en la distribución de los datos, este patrón de alta variabilidad se repite en el intervalo medio cuando la textura de la masa es suave.

Una vez realizado el estudio descriptivo de la variable Desperdicios de masa en todas las secciones del proceso de laminado de la Zona 1, se procedió a realizar el análisis estadístico de la misma a través del Análisis de Varianza, a fin de detectar si la textura de la masa y las referencias de velocidad son significativas en la generación del desperdicio de masa en cada uno de los equipos de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green; cuyos resultados se muestran a continuación.

Generación de desperdicios de masa en la Zona 1

Tabla 2. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el proceso de laminado de la Zona 1.

Análisis de Varianza (DZ1 vs. RV. TM)					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lineal	4	321,64	80,411	3,15	0,04
RV	2	37,86	18,932	0,74	0,49
TM	2	283,78	141,89	5,56	0,013
Interacciones de 2 términos	4	33,37	8,342	0,33	0,856
RV*TM	4	33,37	8,342	0,33	0,856
Error	18	459,41	25,523		
Total	26	814,43			

Tabla 3. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado al proceso de laminado de la Zona 1

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
5,05203	43,59%	18,52%	0,00%

Los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que la textura de la masa influye significativamente en la generación de desperdicios de masa en la zona 1, mientras que las referencias de velocidad y la interacción entre ambos factores no resultaron significativas. Por otro lado, se observa en la **Tabla 3** que la variabilidad explicada por el modelo es de 44% y el ajuste del modelo a los datos es de 19%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

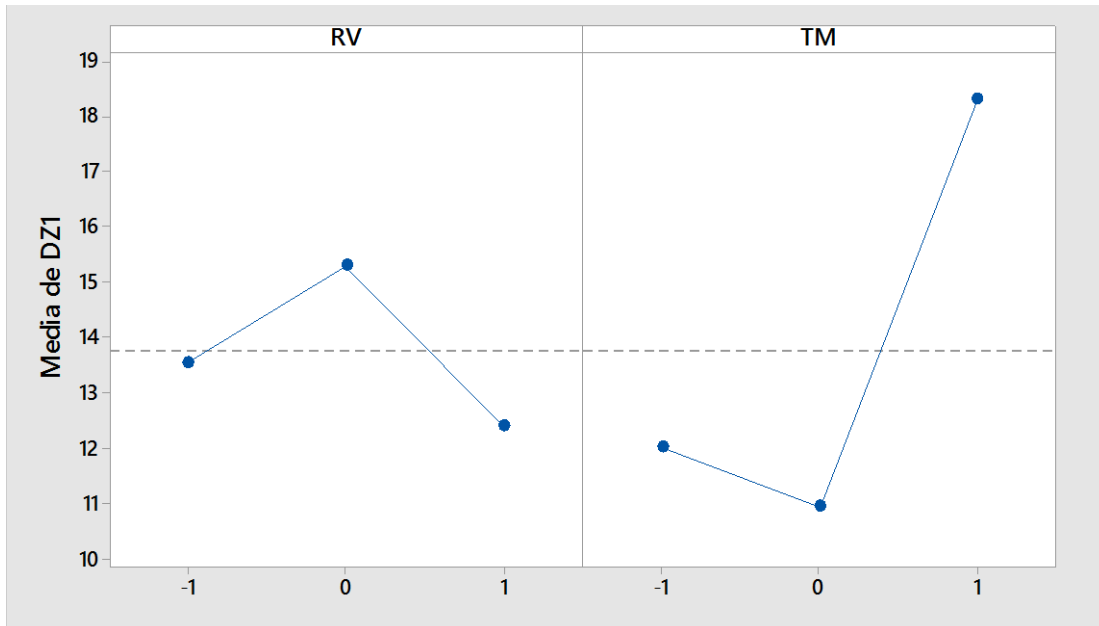


Gráfico 3. Desperdicios de masa en la Zona 1 versus Textura de la Masa y Referencias de Velocidad

Con el objetivo de tener una visión gráfica del comportamiento de los factores en estudio con respecto a la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, se obtuvo la gráfica donde se representa la relación entre las variables, mostrada en el **Gráfico 3**, donde se observa que las Referencias de Velocidad en los intervalos inferior y superior, generan una cantidad de desperdicios de masa por debajo de la media, siendo menor la cantidad cuando se programa el intervalo superior; con respecto a la Textura de la Masa, las que presentan una textura “suave” y “buena” son las que generan el menor desperdicio, con muy poca diferencia entre ambas.

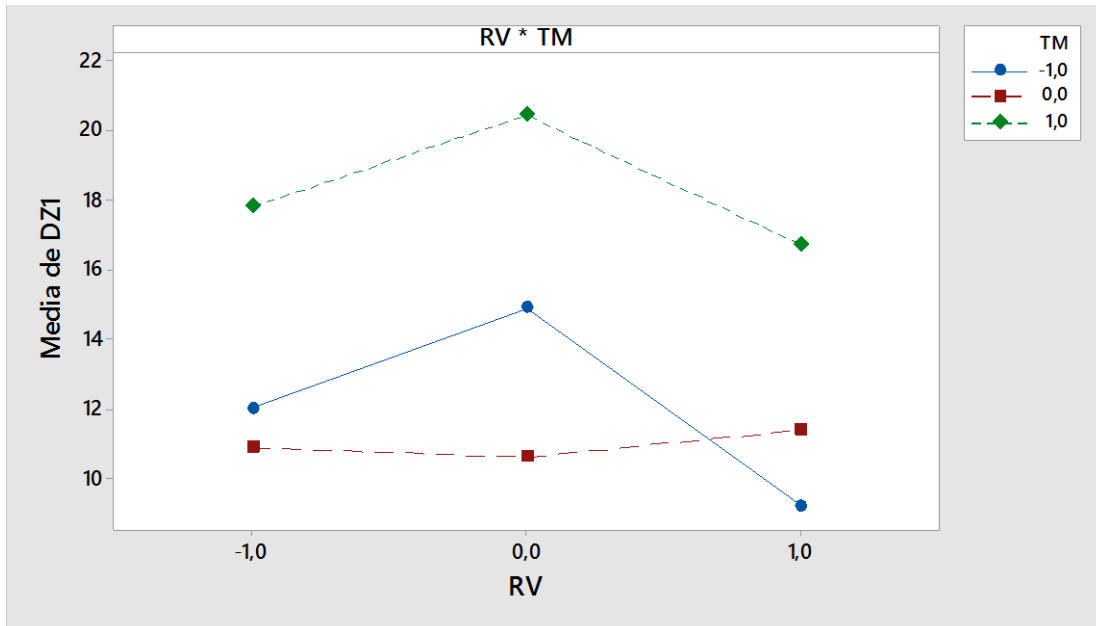


Gráfico 4. Interacción entre los factores Textura de Masa y Referencias de velocidad, en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1.

En el **Gráfico 4** se observa la interacción de los factores, donde se refleja que la textura de masa “reseca” en cualquiera de los intervalos de referencia de velocidad que se programen presenta la mayor generación de desperdicios y la textura de masa “buena” presenta la menor generación de desperdicios, circunstancia que cambia cuando se programa la referencia de velocidad en el intervalo superior.

Generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC

Tabla 4. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC de la Zona 1.

Análisis de Varianza (Rodillo HC vs. RV . TM)					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	40,494	5,0618	2,98	0,026
Lineal	4	37,228	9,307	5,48	0,005
RV	2	6,684	3,3418	1,97	0,169
TM	2	30,544	15,2721	9	0,002
Interacciones de 2 términos	4	3,266	0,8166	0,48	0,749
RV*TM	4	3,266	0,8166	0,48	0,749
Error	18	30,548	1,6971		
Total	26	71,042			

Tabla 5. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Rodillo HC de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,30274	57,00%	37,89%	3,25%

Los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que la textura de la masa influye significativamente en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC, mientras que las referencias de velocidad y la interacción entre ambos factores no resultaron significativas. Por otro lado, se observa en la **Tabla 5** que la variabilidad explicada por el modelo es de 57% y el ajuste del modelo a los datos es de 38%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

Generación de desperdicios de masa en el Sheeter

Tabla 6. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Sheeter de la Zona 1.

Análisis de Varianza (Sheeter vs. RV . TM)					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lineal	4	36,483	9,121	3,47	0,029
RV	2	2,883	1,442	0,55	0,587
TM	2	33,599	16,8	6,4	0,008
Interacciones de 2 términos	4	5,312	1,328	0,51	0,732
RV*TM	4	5,312	1,328	0,51	0,732
Error	18	47,246	2,625		
Total	26	89,041			

Tabla 7. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Sheeter de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,62012	46,94%	23,36%	0,00%

Dicho estudio también se aplicó al Sheeter, donde los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que la textura de la masa, sí influye significativamente en la generación de desperdicios de masa en este equipo, mientras que las referencias de velocidad y la interacción entre ambos factores no resultaron significativas. Por otro lado, se observa en la **Tabla 7** que la variabilidad explicada por el modelo es de 47% y el ajuste del modelo a los datos es de 23%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

Generación de desperdicios de masa en el Rodillo HR

Tabla 8. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HR de la Zona 1.

Análisis de Varianza (Rodillo HR vs. RV . TM)					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lineal	4	23,564	5,891	1,53	0,235
RV	2	3,187	1,593	0,41	0,667
TM	2	20,377	10,188	2,65	0,098
Interacciones de 2 términos	4	5,494	1,374	0,36	0,836
RV*TM	4	5,494	1,374	0,36	0,836
Error	18	69,198	3,844		
Total	26	98,255			

Tabla 9. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado al Rodillo HR de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,96069	29,57%	0,00%	0,00%

Se continuó con la siguiente sección de la Zona 1, siendo esta el Rodillo HR donde los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que la textura de la masa, las referencias de velocidad y la interacción entre ambos factores no resultaron significativas en la generación de desperdicios de masa en el Rodillo HR. Por otro lado, se observa en la **Tabla 9** que la variabilidad explicada por el modelo es de 30% y el ajuste del modelo a los datos es de 0%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio

Generación de desperdicios de masa en el Lapper

Tabla 10. Influencia de los factores Textura de la Masa y Referencias de Velocidad en la generación de desperdicios de masa en el Lapper de la Zona 1.

Análisis de Varianza (Lapper vs. RV . TM)					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Lineal	4	1,2325	0,30812	1,92	0,15
RV	2	0,1924	0,09618	0,6	0,559
TM	2	1,0401	0,52006	3,25	0,062
Interacciones de 2 términos	4	0,1117	0,02793	0,17	0,949
RV*TM	4	0,1117	0,02793	0,17	0,949
Error	18	2,8814	0,16008		
Total	26	4,2256			

Tabla 11. Resumen del modelo del diseño factorial aplicado en el Lapper de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,400094	31,81%	1,51%	0,00%

En la última sección de la Zona 1 conocida como Lapper, los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que los factores estudiados y la interacción entre ambos no resultaron significativas en la generación de desperdicios de masa en el Lapper. Por otro lado, se observa en la **Tabla 11** que la variabilidad explicada por el modelo es de 32% y el ajuste del modelo a los datos es de 2%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

El estudio estadístico realizado al proceso de laminado en los equipos presentes en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green demostró con un 95% de confiabilidad que el factor Textura de la Masa es significativamente influyente en la generación de desperdicios durante el proceso de laminado en la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green, a diferencia del factor Referencias de Velocidad que resultó ser no significativo, sin embargo, en la gráfica de la interacción de factores se observa un cambio en el comportamiento de la generación de desperdicios al interactuar con un tipo de textura en específico.

En base a esto, se decidió realizar un estudio para conocer cuál es la combinación de los niveles de ambos factores que genera la menor cantidad de desperdicios de masa. En la **Tabla 12**, se muestran cinco (5) combinaciones de los niveles de los factores que pueden generar menor cantidad de desperdicio a en la Zona 1 y sus diferentes equipos.

Tabla 12. Combinación de los niveles reales de los factores que minimizan la generación de desperdicios en la Zona 1

Combinación	RV	TM	DZ1 (kg)	Lapper (kg)	Rodillo HR (kg)	Sheeter (kg)	Rodillo HC (kg)
1	(95-100)	Suave	9,20	0,10	3,59	3,67	1,84
2	(85-90)	Buena	10,87	0,21	4,17	3,80	2,70
3	(90-95)	Buena	10,60	0,34	3,97	3,70	2,60
4	(95-100)	Buena	11,37	0,25	4,43	4,20	2,48
5	(85-90)	Suave	11,99	0,33	4,40	4,01	3,25

Se obtuvo que, para minimizar la cantidad de desperdicios de masa que se generan en la Zona 1 se debe trabajar con masas de textura “suave” en el intervalo de velocidad superior. En caso de contar con masas de textura “buena” las referencias de velocidad, se deben programar preferiblemente en el intervalo inferior.

Estudio estadístico de los Operarios de la Zona 1

De igual manera se procedió a realizar el análisis estadístico para estudiar la influencia que puedan tener los operadores que laboran en la zona de laminado sobre la generación de desperdicio de masa en la zona, cuyos resultados se muestran a continuación.

Tabla 13. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa por parte de los operarios de la Zona 1.

Variable	O	Media (kg)	Error estándar de la media	Desv.E st. (kg)	Varianza (kg)	Coef Var	Mediana (kg)	Asimetría	Curtosis
DZ1	1	12,29	1,34	5,01	25,06	40,73	11,66	1,92	5,45
	2	15,33	1,65	5,96	35,52	38,87	12,89	0,58	-0,89

En la **Tabla 13**, se observa que el operario que labora en el primer turno genera un promedio de $12,29 \pm 1,34$ kg de desperdicio de masa por artesa, resultando una cantidad menor que la del operario del segundo turno, que presenta un promedio de $15,33 \pm 1,65$ kg de desperdicio de masa por artesa

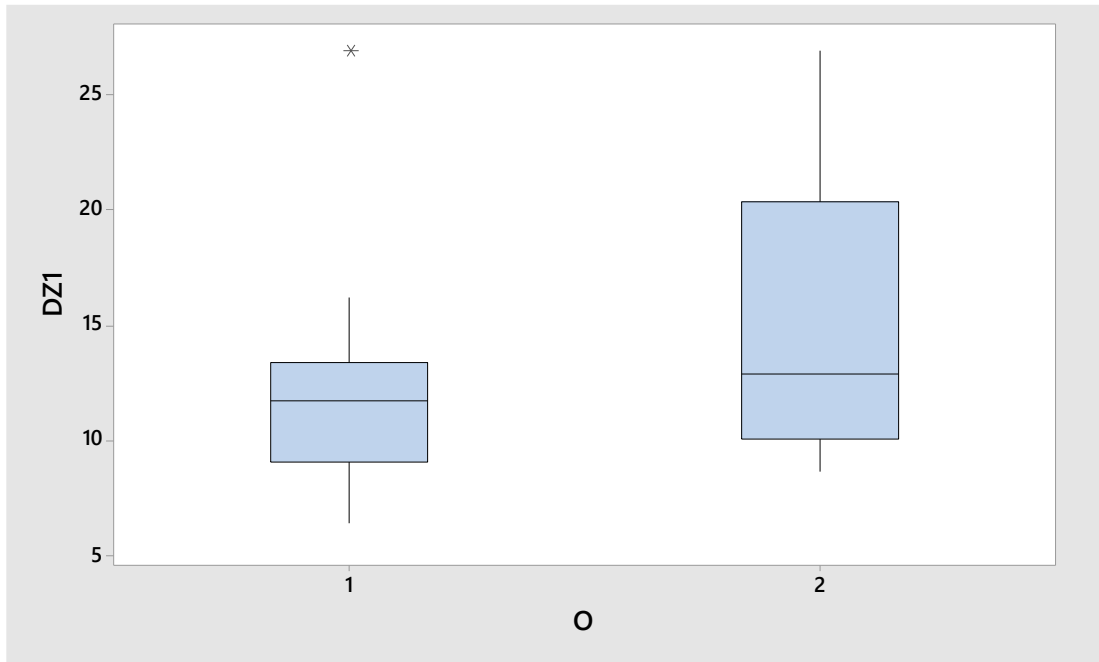


Gráfico 5. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Operarios.

En el **Gráfico 5** se observa que ambos operarios presentan una generación de desperdicios de masa bastante similar, sin embargo, el operario del segundo turno presenta una mayor variabilidad en la distribución de la misma

Generación de desperdicios de masa por parte de los Operarios de la Zona 1

Tabla 14. Influencia del factor Operarios en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1.

ANOVA de un solo factor: DZ1 vs. O					
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Operario	1	62,38	62,38	2,07	0,162
Error	25	752,05	30,08		
Total	26	814,43			

Tabla 15. Resumen del modelo del DCA aplicado a los operarios de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
5,48469	7,66%	3,97%	0,00%

Los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que los operadores no resultaron significativos en la generación de desperdicios de masa. Por otro lado, se observa en la **Tabla 15** que la variabilidad explicada por el modelo es de 8% y el ajuste del modelo a los datos es de 4%, lo que podría estar indicando que pueden haber factores influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

Estudio estadístico del área de la Tolva

En el área de la tolva se tomaron como factores influyentes en la generación de desperdicios de masa, la Textura de la Masa y el Desempeño del Tolvero; y fueron analizados a través de un diseño factorial mixto 3×2 ; es decir, un factor de tres (3) niveles y el otro de dos (2) niveles, como se muestra en el **Cuadro 11**, y se utilizó el ANAVAR para determinar la influencia de dichos factores en la generación de desperdicios de masa, con un nivel de significancia de 5%.

Cuadro 11. Definición de los niveles reales y codificados de los factores empleados en el Diseño Factorial Mixto.

Factor	Niveles reales		
Textura de la masa (TM)	Suave	Buena	Reseca
Tolvero	Primer turno		Segundo Turno
Codificación	-1	0	1

Con los datos obtenidos de la aplicación del diseño, una vez verificado que se cumplen los supuestos (**Anexo C**), se procedió a realizar el análisis estadístico. Iniciando con el estudio descriptivo de la variable generación de desperdicios de masa en el área de la tolva, cuyos resultados se muestran en la **Tabla 16**.

Tabla 16. Estadísticos Descriptivos de la Generación de desperdicios de masa en la sección de la Tolva de la Zona 1.

Desperdicios De Masa	Media (kg)	Error estándar de la media	Desv.Est. (kg)	Varianza (kg)	CoefVar	Mediana (kg)	Asimetría	Curtosis
Tolva	2,933	0,288	1,495	2,234	50,96	2,55	0,94	0,1

En la **Tabla 16** se observa que la cantidad de desperdicios de masa en la tolva de la Zona 1 tiene un promedio de $2,93 \pm 0,288$ kg, lo que representa un desperdicio de masa de 111,34 kg de las 38 artesas que se voltean diariamente en el área de la tolva.

Seguidamente se realizó el gráfico de cajas para visualizar el comportamiento de la variable generación de desperdicios de masa en el área de la Tolva (**Gráfico 6**).

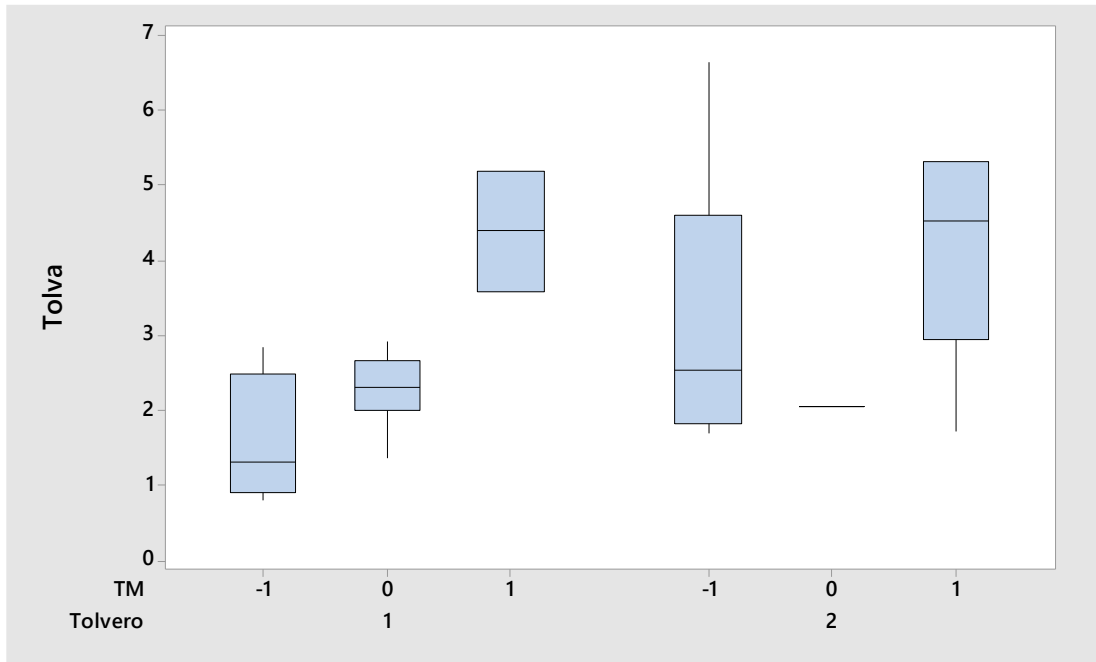


Gráfico 6. Generación de desperdicios de masa en la Zona 1 vs Textura de la Masa; Tolvero.

En el **Gráfico 6** se observa que cuando el tolvero del primer turno voltea una artesa con masa de textura reseca genera una mayor cantidad de desperdicios de masa, y la menor variabilidad se presenta cuando se voltea artesas con masa de textura buena; cuando el tolvero del segundo turno voltea artesas con masa de textura reseca hay una mayor generación de desperdicios de masa, por otra parte las artesas con masa de textura buena presentan una menor variabilidad en la distribución con el tolvero del segundo turno.

Una vez realizado el estudio descriptivo de la variable Desperdicios de masa en el área de la tolva, se procedió a realizar el análisis estadístico de la misma a través del Análisis de Varianza, a fin de detectar si la textura de la masa y el tolvero son significativas en la generación del desperdicio de masa; cuyos resultados se muestran a continuación.

Generación de desperdicios de masa en el área de la Tolva

Tabla 17. Influencia de los factores Textura de la Masa y Tolvero en la generación de desperdicios de masa en el área de la Tolva de la Zona 1.

Modelo lineal general: Tolva vs. TM. Tolvero					
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
TM	2	12,042	6,021	3,73	0,039
Tolvero	1	1,501	1,501	0,93	0,345
Error	23	37,105	1,613		
Total	26	58,096			

Tabla 18. Resumen del modelo del Diseño Factorial Mixto aplicado al área de la Tolva de la Zona 1.

Resumen del modelo			
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
1,27015	36,13%	27,80%	10,99%

Los resultados del ANAVAR evidencian con un 95% de confiabilidad ($p < 0,05$) que la textura de la masa influye significativamente en la generación de desperdicios de masa en el área de la tolva, mientras que el tolvero no resultó ser significativo. Por otro lado, se observa en la **Tabla 18** que la variabilidad explicada por el modelo es de 36% y el ajuste del modelo a los datos es de 28%, lo que podría estar indicando que hay factores que podrían ser influyentes en la generación de desperdicios de masa, que no se consideraron para el estudio.

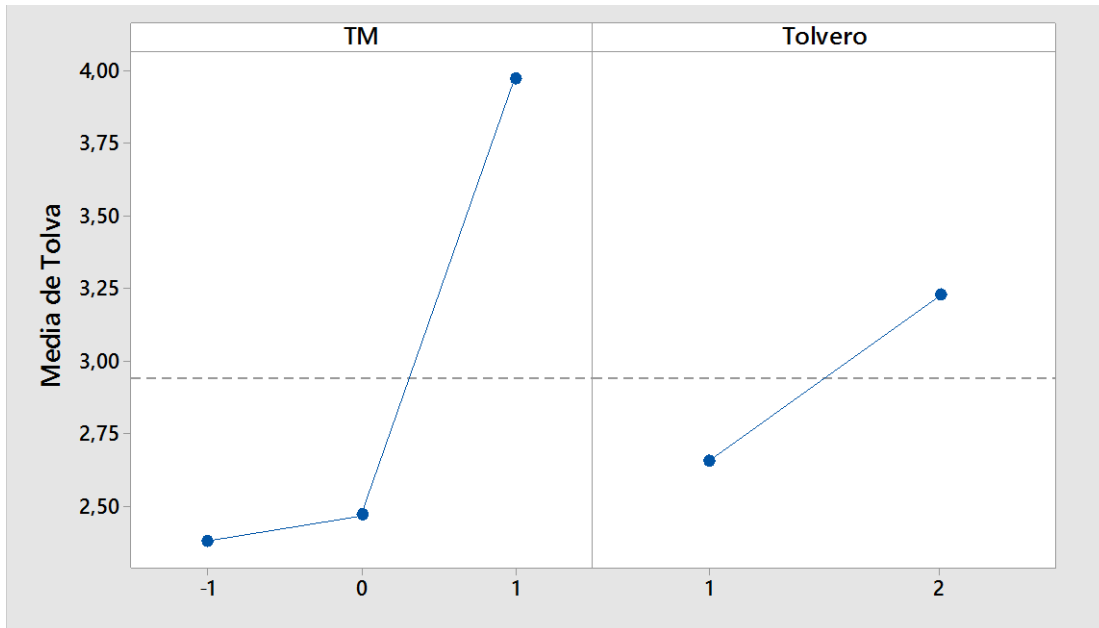


Gráfico 7. Desperdicios de masa en la Tolva de la Zona 1 versus Textura de la Masa y Tolveros.

Con el objetivo de tener una visión gráfica del comportamiento de los factores en estudio con respecto a la generación de desperdicios de masa en el área de la tolva de la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, se obtuvo la gráfica donde se representa la relación entre las variables, mostrada en el **Gráfico 7**, donde se observa la textura de la masa “suave” y “buena” son las que generan el menor desperdicio, con muy poca diferencia entre ambas y con respecto al tolvero, el que genera menor desperdicio de masa es el que labora en el primer turno.

4.4 Fase IV: Caracterizar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Según lo expuesto en los análisis teóricos y estadísticos de los factores, las causas más influyentes en la generación de desperdicios de masa son la capacidad volumétrica de la tolva, la textura de la masa y las referencias de velocidad. Con la información de los análisis realizados en la fase anterior, se pudieron caracterizar las causas que influyen en la generación de desperdicios de masa, por medio de la elaboración de fichas técnicas, cuya finalidad fue aportar información detallada y organizada, respecto a su descripción general, los efectos que producen y las instrucciones relacionadas con ellas. En este mismo orden de ideas, se elaboró una ficha técnica para cada una de las causas influyentes.

Cuadro 12. Ficha Técnica – Capacidad Volumétrica de la Tolva

Causa/Factor
Capacidad Volumétrica de la Tolva
Descripción general
La tolva utilizada en la etapa de moldeo de la galleta de soda, funciona como conducto y contenedor de la masa, donde su función principal es dirigirla a un canal de menor volumen como lo es la lona alimenticia. La causa generadora de la problemática radica en su capacidad volumétrica, ya que no es capaz de albergar todo el volumen de masa que tienen las artesas.
Zona/Equipo dónde ocurre
Volteador de artesas - Tolva
Efecto de la causa
El efecto principal de esta causa es la generación de desperdicios de masa en la sección de la tolva, aunado a este efecto se generan otros secundarios como: un mal laminado, sobrecarga de los rodillos y la tracción de la lona, lo que también hace que se generen desperdicios aguas abajo en el proceso.
Instrucciones para los operarios / ¿Qué hacer?
<p>Para evitar sobrepasar la capacidad volumétrica de la tolva, se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar las referencias de velocidad de la línea, según el tipo de masa que se está trabajando. • Realizar el volteo de la artesa en más de dos movimientos. • Evitar que la altura de la masa sobrepase la entrada de los rodillos laminadores. <p>En caso de sobrepasar la capacidad volumétrica de la tolva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programar la referencia de velocidad de la tolva en el mínimo. • Utilizar las herramientas de acero inoxidable para eliminar la obstrucción causada por la masa. • Retirar la masa que fue vertida en la tolva, y devolverla a la artesa de forma manual.

Cuadro 13. Ficha Técnica – Textura de la Masa

Causa/Factor
Textura de la Masa
Descripción general
<p>La textura de la masa es un conjunto de características físicas, que van relacionadas a los elementos que conforman su estructura, perceptibles al sentido del tacto. La variación en la textura de la masa genera desperdicios durante el proceso de laminado y afecta los parámetros de textura de la galleta, volviéndolas secas o muy quebradizas.</p>
Zona/Equipo dónde ocurre
Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green
Efecto de la causa
<p>La variación de la Textura de la Masa, hace que el proceso de laminado sea mucho más difícil ya que dificulta la formación de un paño uniforme de masa, lo que genera desperdicios de masa a lo largo de la Zona 1, obligando a los operarios a realizar tareas extras como: el espolvoreo de harina, cambiar la temperatura de la sala y accionar los sopladores de aire.</p>
Instrucciones para los operarios / ¿Qué hacer?
<p>En caso de presentar variaciones en la textura de la masa, se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar las referencias de velocidad de la línea, según el tipo de textura de la masa. • Revisar las transferencias rodillo – lona. • Ajustar la presión del troquel según la textura de la masa. • Mantener la temperatura del aire acondicionado en 22°C o 23°C.

Cuadro 14. Ficha Técnica – Referencias de Velocidad.

Causa/Factor
Referencias de Velocidad
Descripción general
Las Referencias de Velocidad son una representación del voltaje que necesitan los equipos para alcanzar sus velocidades lineales (lonas) o angulares (rodillos). La función de este factor, es sincronizar la masa en las transferencias rodillo – lona, para evitar que se rompa el paño masa y se generen desperdicios.
Zona/Equipo dónde ocurre
Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green
Efecto de la causa
Al no programar las Referencias de Velocidad correctas para cada tipo de textura de masa se puede generar sobrealimentación en la entrada de los rodillos y puede romper la uniformidad del paño de masa en su salida, ambas condiciones generan desperdicios de masa de galleta de soda.
Instrucciones para los operarios / ¿Qué hacer?
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe tener un registro de las referencias de velocidad que se utilizan para cada tipo de textura de masa. • Antes de iniciar la producción, los operarios deben verificar que se encuentran los registros y las referencias de velocidad programadas. • El personal de Sala de Máquinas debe probar cada equipo antes de introducir masa a la línea, y comprobar que las referencias de velocidad programadas expuestas en la pantalla, coinciden con la velocidad de los equipos y lonas. • Inspeccionar las artesas antes de ser procesadas, para comprobar la textura de la masa y realizar ajustes en las referencias en caso de ser necesario.

4.5 Fase V: Elaborar un plan de acción en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green para la reducción de desperdicios de masa durante la producción de galletas de soda en Industrias de Alimentos El Trébol S. A

Plan de Acción para Industrias de Alimentos El Trébol

Objetivo: Reducir la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green durante la producción de galletas de soda.

Meta: Conseguir una reducción del desperdicio de masa de al menos un 25%.

Acciones a realizar según el factor influyente en la problemática.

✓ **Maquinaria**

Factor 1: Falta de planificación para el mantenimiento de los equipos.

Efecto o Problemática: Paradas imprevistas de los equipos que conllevan a una generación de desperdicios de masa.

Acciones a implementar para su corrección:

- Elaborar una base de datos de los componentes de cada sección de la Zona 1.
- Realizar inspecciones rutinarias para evaluar el estado de los equipos.
- Establecer las rutinas de mantenimiento preventivo, con la ayuda de la base de datos y las inspecciones.
- Crear un plan de mantenimiento, que abarque desde lo predictivo hasta lo correctivo, para garantizar la operatividad de la etapa de moldeo.

Responsables: Departamento de Mantenimiento, Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional y Departamento de Calidad.

Factor 2: Capacidad volumétrica de la tolva.

Efecto o Problemática: El equipo posee una capacidad volumétrica inferior a la cantidad de masa que contienen las artesas, lo que ocasiona desperdicio al vaciarse en la tolva.

Lista de acciones para su corrección:

- Cambiar la tolva por una de mayor capacidad, que permita manejar el volumen de masa que contienen las artesas.

En caso de no cambiar el equipo, se requiere:

- Garantizar uniformidad en la preparación de masas, para evitar la variabilidad de la textura y hacer que sea manejable durante el volteo.
- Capacitar al personal que cubre los puestos de trabajo del tolvero y los operarios, durante el cambio de turno.
- Modificar el ángulo de volteo de las artesas.

Responsables: Departamento de Mantenimiento, Departamento de Seguridad y Salud Ocupacional y Departamento de Calidad.

✓ **Métodos de Trabajo**

Factor: Improvisación de los métodos de trabajo

Efecto o Problemática: Variabilidad en el proceso productivo, que conlleva a riesgos, producto fuera de especificación y desperdicios de masa.

Acciones a implementar para su corrección:

- Desarrollar metodologías de trabajo en forma de manual, basados en normas y datos fidedignos.
- Entrenar o capacitar al personal que radica en la zona donde se presenta la problemática, bajo las normas que rigen al proceso.
- Asegurar que se cumpla la metodología implementada a través de formatos del proceso.

Responsable: Gerencia de recursos humanos, Departamento de Producción y Departamento de Gestión y Mejora.

✓ **Mano de Obra**

Factor: Sensibilización del personal.

Efecto o Problemática: Trabajadores con poca instrucción y poca motivación al logro, que desconocen el impacto que tiene el desaprovechamiento de la materia prima.

Acciones a implementar para su corrección:

- Crear y aplicar programas de capacitación para los trabajadores, que se encarguen de fomentar su desarrollo y crecimiento, con la finalidad de mejorar su desempeño en sus respectivas áreas de trabajo.

Responsable: Gerencia de Recursos Humanos y Departamento de Producción

✓ **Materia Prima**

Factor: Textura de la Masa

Efecto o Problemática: La constante variación en la textura de la masa, genera desperdicios en las distintas secciones de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green.

Acciones a implementar para su corrección:

- Garantizar que los equipos dosificadores utilizados en la preparación de masas, suministren la cantidad de materia prima programada en la formulación.
- Realizar calibraciones y certificaciones a los equipos dosificadores.
- Comprobar que la materia prima cumpla con los parámetros establecidos por el Departamento de Calidad.
- Respetar los tiempos de preparación y de reposo de las masas.
- Asegurar que se trabaje con las referencias de velocidad adecuadas para cada tipo de textura de masa.

Responsables: Departamento de Producción y Departamento de Calidad

✓ **Medioambiente**

Factor: Temperatura Ambiental

Efecto o Problemática: Variación en las texturas de las masas

Acciones a implementar para su corrección:

- Mantener en buen estado el sistema de acondicionamiento de aire de la Sala de Máquinas Thomas L. Green.
- Asegurarse que los termostatos ambientales mantengan la temperatura entre los parámetros exigidos para la producción. (22°C – 23°C)
- Garantizar el flujo constante de aire hacia la lona alimenticia que transporta la masa durante su proceso de laminado.

Responsable: Departamento de Producción y Departamento de Mantenimiento.

Para realizar cualquiera de las acciones detalladas en este plan se debe tener en consideración la participación de la gerencia general y el departamento responsable según sea la acción o acciones a realizar para disminuir los desperdicios de masa de la Zona 1 de Sala de Máquinas Thomas L. Green. Los recursos financieros y el tiempo para realizar cada actividad expuesta en el plan deben ser definidos y aprobados por la Gerencia de Industrias de Alimentos El Trébol. Por otra parte, se añadió al Plan de Acción, el Diagrama de Procesos propuesto para la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green

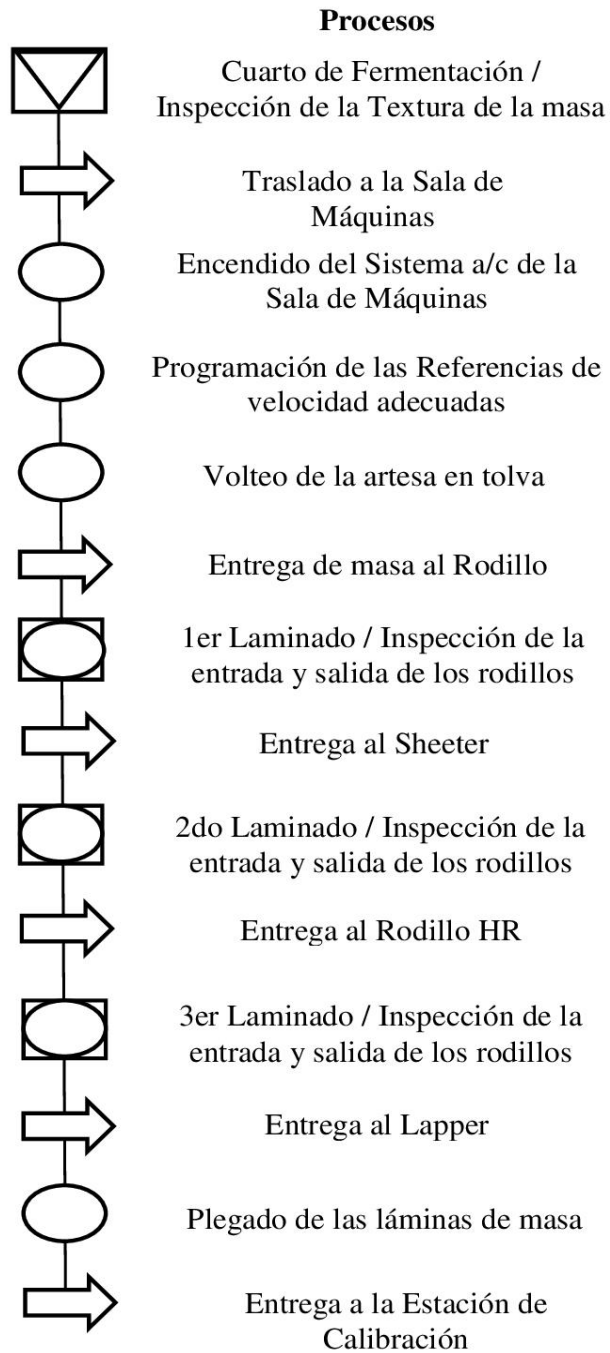


Figura 7. Diagrama de Procesos propuesto para la Zona 1 de la Sala de Máquinas
Thomas L. Green

CONCLUSIONES

- En la línea de producción de galletas de soda se realizan cinco (5) operaciones para la elaboración del producto, siendo estas: la preparación de esponjas, la preparación de masas, la etapa de moldeo, horneado y empaque. En la etapa de moldeo se realiza el proceso que le da forma a la galleta de soda, en tres (3) zonas, donde la Zona 1 es la encargada de formar un paño de masa uniforme, la Zona 2 se encarga de reducir y calibrar el espesor, por último en la Zona 3 se moldea y corta la galleta con el conjunto troquelado giratorio.
- En cuanto a la Zona 1 de la Sala de Máquinas Thomas L. Green, se ejecutan cinco (5) operaciones, donde la primera consiste en el volteo de la artesa llena de masa, las 3 operaciones siguientes consisten en la formación de una lámina de masa consistente, realizada por rodillos que reducen el espesor a medida que avanza por la Zona 1, y la última operación está conformada por el plegado de la lámina hasta que alcanza 4 capas para así ser enviada a la Zona 2 conformada por la estación de reducción y calibración.
- El Diagrama de Causa – Efecto permitió conocer los factores influyentes en la generación de desperdicios de masa asociados a cada pilar de la metodología 5M, los cuales son: Falta de planificación para el mantenimiento de los equipos, Capacidad volumétrica de la tolva, Improvisación de los métodos de trabajo, Sensibilización del personal, Temperatura ambiental, Textura de la masa y Referencias de velocidad.

- En el Diagrama de Pareto, se determinaron los factores con mayor incidencia en la generación de desperdicios de masa, siendo estos: La Textura de la Masa (60,6%) y el Mal volteo de la artesa (19,8%).
- La falta de planificación para el mantenimiento de los equipos trae como resultado paradas no programadas en la Sala de Máquinas Thomas L. Green, que inciden en la generación de desperdicios de masa.
- Las modificaciones no planificadas del volteador y las artesas crearon una diferencia entre el volumen de masa utilizado en la producción y el que es capaz de manejar la tolva; convirtiendo a la Capacidad volumétrica de la tolva en un factor generador de desperdicios de masa.
- La Improvisación de los métodos de trabajo es el resultado de la falta de capacitación del personal y la ausencia de manuales de procedimientos. Las cuales conllevan a programar ajustes erróneos de la línea productiva, que inciden en la generación desperdicios de masa.
- La ausencia de programas que fomenten el desarrollo y crecimiento de los trabajadores, conlleva a que no sean conscientes del impacto que tiene la mano de obra sobre los procesos y de cómo el desaprovechamiento de los recursos puede resultar en la generación de desperdicios y pérdidas económicas.
- La variación en la temperatura ambiental de la Sala de Máquinas Thomas. L. Green produce cambios en la textura de la masa dificultando su proceso de laminado y generando desperdicios de masa en sus distintas secciones.

- La textura de la masa es significativamente influyente en la generación de desperdicios. Por medio del análisis estadístico se llegó a la conclusión que, mientras más reseca fuese la textura de la masa más desperdicio genera.
- En el estudio estadístico de la influencia de los factores: Referencias de velocidad y Textura de la masa en la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 de la Sala de Máquinas, se concluyó que, la mínima generación de desperdicios de masa se obtiene cuando se combina una masa de textura suave con el intervalo superior de las referencias de velocidad.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el Plan de Acción propuesto y desarrollar cada una de sus actividades para reducir la generación de desperdicios de masa en la Zona 1 durante la producción de galletas de soda.
- Implementar en la etapa de moldeo, la combinación de la textura de masa suave y las referencias de velocidad en el intervalo superior para conseguir una reducción del desperdicio de masa del 33%
- Reemplazar el equipo receptor de masa (tolva) por otro de mayor capacidad volumétrica.
- Realizar un análisis a las etapas de preparación de esponjas y masas, con el fin de detectar los factores que producen una textura de masa reseca.
- Considerar el reemplazo de los rodillos laminadores de la Zona 1 (Rodillo HC/Sheeter/Rodillo HR), ya que presentan un desgaste considerable en los canales laminadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abraira, V. y Pérez, A. (1996). Métodos Multivariantes en Bioestadística.
Recuperado de: http://www.hrc.es/bioest/Anova_1.html.

Arias, F. (2012). El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas, Editorial Episteme. (p. 19)

Arnau, J. (1980). Psicología Experimental. México: Trillas

ASME - American Society of Mechanical Engineers. (1977). Council & American Society of Mechanical Engineers.

Balestrini, M. (2006). *Como se elabora el Proyecto de Investigación* (7.ª ed.). Consultores Asociados. (p. 125)

Barrantes. (2014). Investigación: un camino al conocimiento – Un enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. (p. 321)

Boletín Oficial del Estado. (1982) - BOE-A-1982-13243 *Real Decreto 1124/1982, de 30 de abril, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Elaboración, Fabricación, Circulación y Comercio de Galletas.* Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-13243> [Consultado en Marzo 2022]

- De Mateo, B. (2007).** *Pan y Cereales - 3. Los cereales en la alimentación humana.* Dirección General de Salud Pública y Alimentación. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009392.pdf> [Consultado en Marzo 2022]
- Gil, E. y Flores, R. (2009).** Reducción de desperdicios en el proceso de producción de cinta adhesiva en una empresa manufacturera; caso: 3M manufacturera S.A. Trabajo final de grado. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Bárbula.
- GO-F-048 Control de Desincorporación de Producto No Conforme. (2022).** Departamento de Calidad – Industrias de Alimentos El Trébol S.A
- Hernández, J. (2017).** Estudio del proceso de laminación y horneado en la producción de galletas tipo cracker. Trabajo de grado. Universidad de los Andes, Colombia.
- Hurtado, J. (2008).** Guía para la comprensión Holística de la ciencia, Unidad III, Capítulo 3. (p. 45 a 50)
- Hurtado, J. (2010).** *Metodología de la Investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia* (4.ª ed.). CIEA. Sypal. (pp. 133, 174, 261, 269 y 771).
- IBM. (2021).** Documentación – Nivel de Significancia. <https://www.ibm.com/docs/en/cognos-analytics/11.1.0?topic=terms-significance-level>

InfoAlimenta, Biblioteca de alimentos. (2019). *Cereales y derivados – Harina de Trigo.* <http://infoalimenta.com/biblioteca-alimentos/6/67/harina-de-trigo/> [Consultado en Marzo 2022]

ISO 9000:2000, EOI - Escuela de Organización Industrial. (2000). *Normas de Gestión Ambiental, Calidad y Prevención.* AENOR.

ISO 9001:2000, EOI - Escuela de Organización Industrial. (2000). *Normas de Gestión Ambiental, Calidad y Prevención.* AENOR.

Krajewski, et al. (2008). *Administración de operaciones.* México: Pearson Educación. [Consultado en Marzo 2022]

Latham, M. C. (2002). Food and Agriculture Organization of the United Nations, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo.* FAO. [Consultado en Marzo 2022]

Lexico Dictionary. (2020). Dough Trough Definition. https://www.lexico.com/definition/dough_trough [Consultado en Abril 2022]

Luque (2019). Ficha Técnica – EXTRACCIÓN TERMINOLÓGICA BASADA EN CORPUS PARA LA TRADUCCIÓN DE FICHAS TÉCNICAS DE IMPRESORAS 3D. Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga

Manley, D. (1998). *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, Second Edition.* CRC Press. [Consultado en Marzo 2022]

Manley, D. (2000) *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies, 3rd edition.* Woodhead Publishing, Cambridge.

- Marín, J. (2014)** Introducción al Diseño de Experimentos – Universidad Carlos III, Madrid. (p. 13 a 14).
- Mellado, J. (2022).** Diseño Completamente al Azar – Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (p. 3)
- Montgomery, D. C. (2005).** Design and Analysis of Experiments. 6 ed, ed. 1. John Wiley & Sons
- Montgomery, D. (2011).** Control Estadístico de la Calidad (3^a ed.). México: Limusa Wiley
- Morales, R. (2019).** Optimización del Trabajo en Proceso mediante el Diseño de Experimentos y Escenarios de Simulación. Tesis profesional. Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México en Celaya.
- Naturaeduca, (s.f).** *Tecnología - La Industria Alimentaria.* <https://natureduca.com/tecnologia-industria-alimentaria-01.php> [Consultado en Marzo 2022]
- Osborn, A. (2012).** *Applied Imagination - Principles and Procedures of Creative Writing (English Edition).* Iyer Press.
- Parejo, A. (2013).** Plan de acción para la reducción y control de desperdicios productivos en la empresa Taco Taco de Venezuela C.A (Pizza Hut) en el municipio Valencia, Edo. Carabobo. Trabajo final de grado. Universidad de Carabobo

- Pieper, W. I. (1965).** *Manual para galletas y galleticas* (3.ª ed.). American Bakery Institute. [Consultado en Marzo 2022]
- Pinto, A. (2003).** Entre gustos y sabores. *Revista Producto*. [Consultado en Marzo 2022]
- Pouso, J. (2002).** Herramientas Estadísticas. [Artículo en Línea]. Disponible en: http://mpinto.ugr.es/e_coms/p_es.html
- Real Academia Española (2021).** Diccionario de la Real Academia Española. [Página web en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/desperdicio>.
- Redondo, P. (2007).** *Pan y Cereales - 3. Los cereales en la alimentación humana*. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM009392.pdf> [Consultado en Marzo 2022]
- Samuel Johnson. (1755).** A Dictionary of The English Language. Second Edition. Cookie Definition
- Schaefer, J. (2018).** «*THE ACTION PLAN*» - A *PLANNING-FOCUSED EXERCISE*. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/341163932>
- Universidad de Vigo (s/f).** Gestión de la Calidad, la Seguridad y el Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Vigo, España <http://gio.uvigo.es/asignaturas/gestioncalidad/GCal0405.DiagramaPareto.pdf>

WCEFOP, World Conference on Edible fats and Oils (1990). "Proceedings of the World Conference on Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices". Erickson, DE. Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society.

ANEXOS

Anexo A

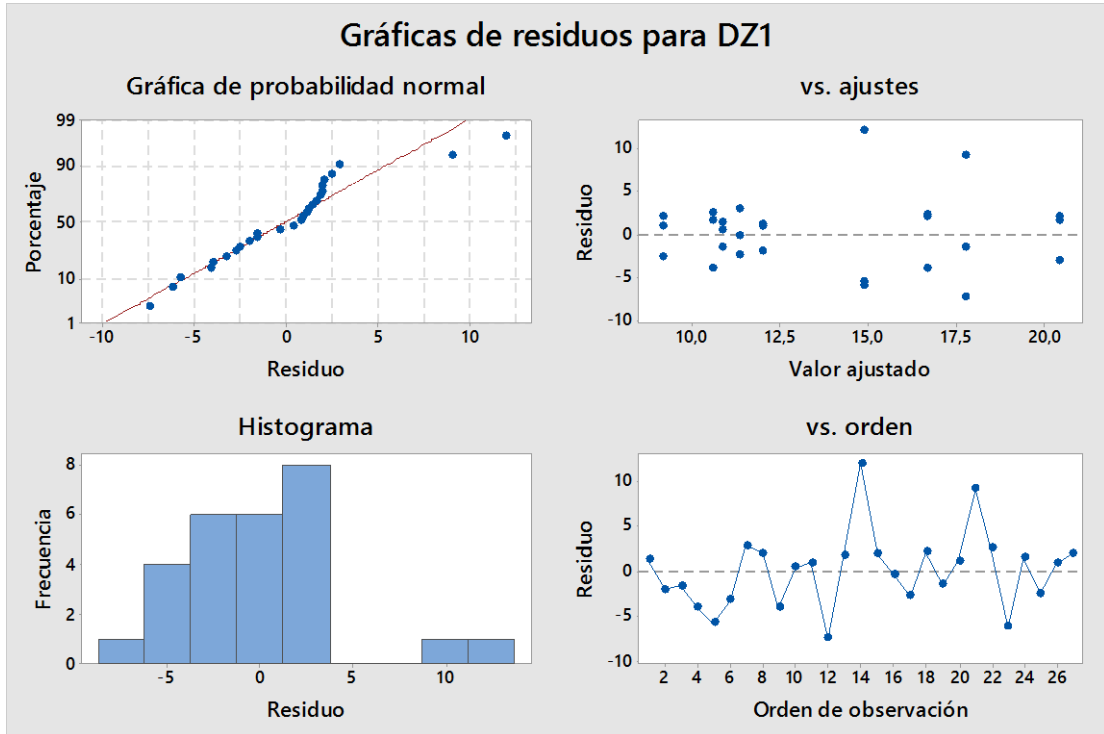


Gráfico 8. Supuestos de Normalidad y Homocedasticidad del estudio estadístico del proceso de laminado.

Anexo B

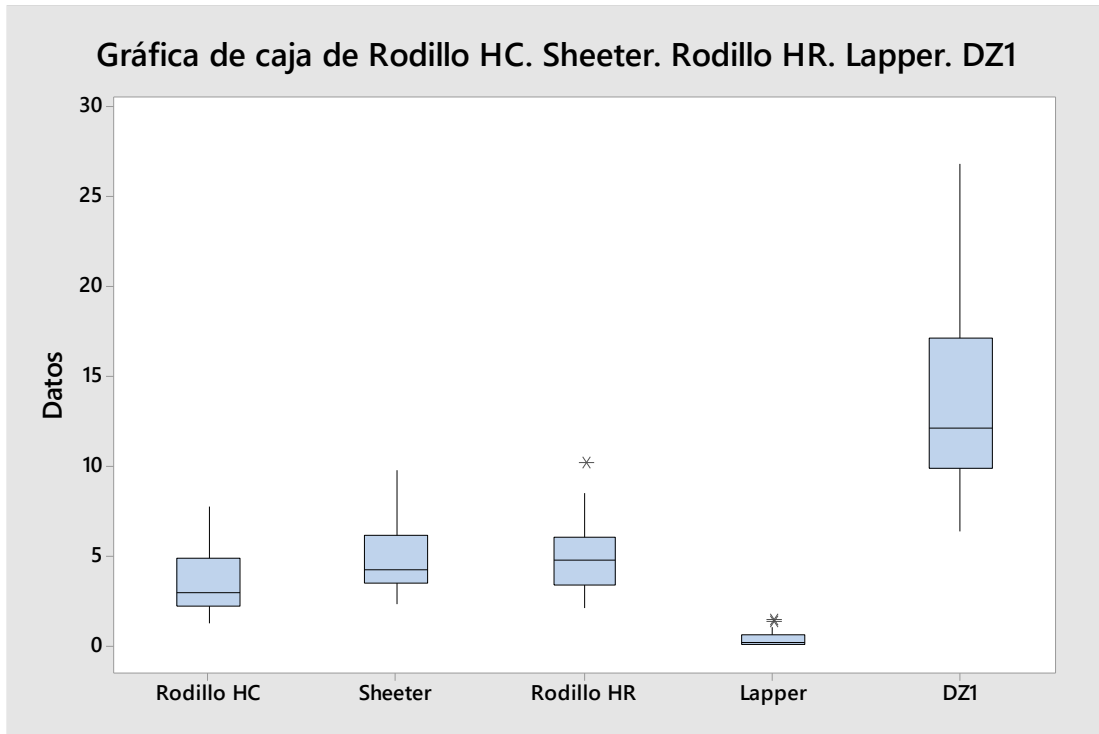


Gráfico 9. Generación de desperdicios de masa en el Rodillo HC; Sheeter; Rodillo HR; Lapper y Zona 1

Anexo C

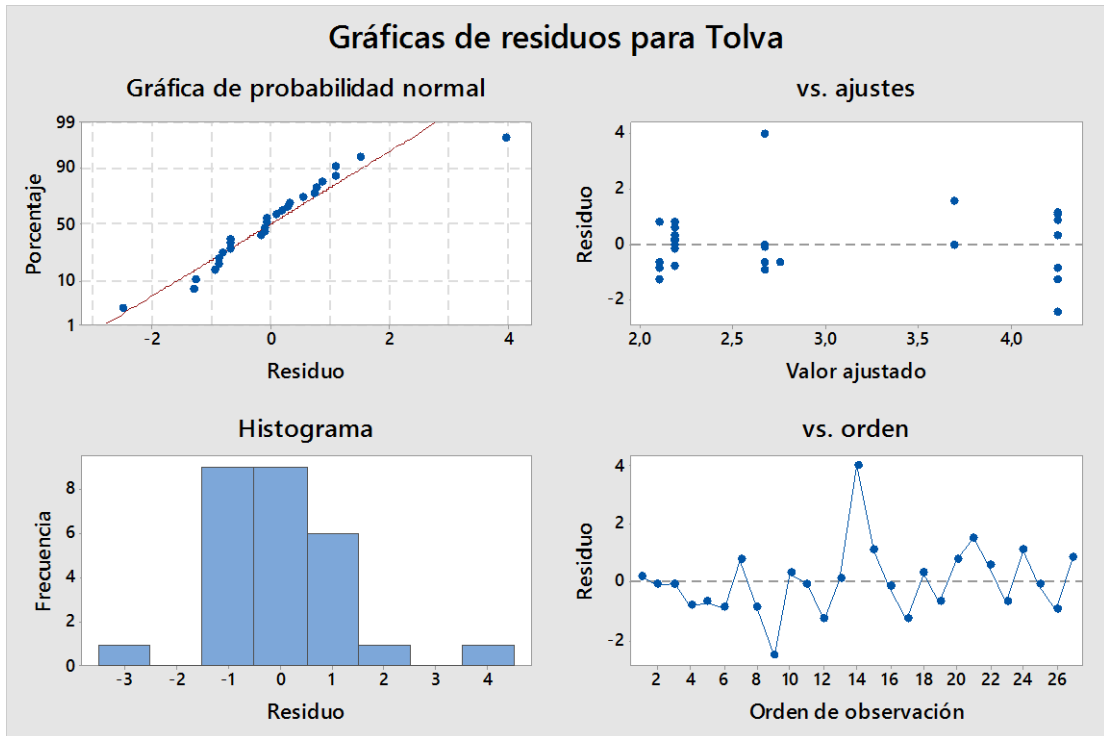


Gráfico 10. Supuestos de Normalidad y Homocedasticidad del estudio estadístico de la sección de la Tolva.