

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS NIVELES DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA  
DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP DE LA SECCIÓN DE  
POLVOS MOJABLES (WP) EN LA EMPRESA SYNGENTA S.A. PLANTA  
CARTAGENA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC**

**DAYLE DEL CARMEN GUTIÉRREZ PARDO  
HARLIN JAIR TORRES PUELLO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MINOR EN LOGÍSTICA Y PRODUCTIVIDAD  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

**2007**

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS NIVELES DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA  
DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP DE LA SECCIÓN DE  
POLVOS MOJABLES (WP) EN LA EMPRESA SYNGENTA S.A. PLANTA  
CARTAGENA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC**

**DAYLE DEL CARMEN GUTIÉRREZ PARDO  
HARLIN JAIR TORRES PUELLO**

**Monografía presentada como requisito para obtener el título de  
Ingeniero Industrial**

**Director  
FABIAN GAZABÓN ARRIETA  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MINOR EN LOGÍSTICA Y PRODUCTIVIDAD  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. y C.**

**2007**

Cartagena de Indias D. T. y C., Abril 27 de 2007

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
Ciudad

Apreciados señores:

Por medio de la presente, me permito someter a su consideración la monografía titulada **“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS NIVELES DE EFICIENCIA DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP DE LA SECCIÓN DE POLVOS MOJABLES (WP) EN LA EMPRESA SYNGENTA S.A. PLANTA CARTAGENA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC”**, realizada por los estudiantes DAYLE DEL CARMEN GUTIERREZ PARDO y HARLIN JAIR TORRES PUELLO, para obtener el título de Ingeniero Industrial, en la que me desempeñé cumpliendo la función de director del proyecto.

Atentamente,

**FABIAN GAZABÓN ARRIETA**  
**Director del proyecto**

Cartagena de Indias D. T. y C., Abril 27 de 2007

Señores

**COMITÉ DE EVALUACIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
Ciudad**

Apreciados señores:

Por medio de la presente, me permito someter a su consideración la monografía titulada **“PROPUESTA DE MEJORA EN LOS NIVELES DE EFICIENCIA DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP DE LA SECCIÓN DE POLVOS MOJABLES (WP) EN LA EMPRESA SYNGENTA S.A. PLANTA CARTAGENA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DMAIC”**, para optar al título de Ingeniero Industrial.

Atentamente,

**DAYLE GUTIÉRREZ PARDO  
CÓDIGO 0201042**

**HARLIN TORRES PUELLO  
CÓDIGO 0201034**

Cartagena de Indias D. T. y C. Abril 27 de 2007

Señores

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Ciudad

Yo, **DAYLE DEL C. GUTIÉRREZ PARDO** identificada con cédula de ciudadanía 1.047.364.589 de Cartagena, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catalogo online de la biblioteca.

---

**DAYLE DEL C. GUTIÉRREZ PARDO**

C.C. 1.047.364.589 de Cartagena

Cartagena de Indias D. T. y C. Abril 27 de 2007

Señores

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Ciudad

Yo, **HARLIN JAIR TORRES PUELLO** identificado con cédula de ciudadanía 9.299.837 de Turbaco, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de nuestro trabajo de grado y publicarlo en el catalogo online de la biblioteca.

---

**HARLIN JAIR TORRES PUELLO**

C.C. 9.299.837 de Turbaco

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del Jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Cartagena de Indias D. T. y C., Abril 27 de 2007**

A Dios por haberme iluminado en la escogencia de la Ingeniería Industrial,  
dándome las capacidades para su entendimiento,  
A mi madre, MAGDALENA PARDO ROBLES por creer en mí, apoyarme y no  
dejarme desfallecer en el camino,  
A mi familia, quienes me apoyaron y colaboraron para que alcanzara este título  
profesional,  
A mis amigos que siempre estuvieron dándome ánimo en momentos en que creí  
que iba a rendirme.  
¡A todos, infinitas gracias!

**DAYLE GUTIÉRREZ PARDO**

A Dios primero que todo por inclinarme hacia esta carrera maravillosa llamada Ingeniería Industrial. Segundo por darme la salud y la capacidad para afrontar todos los problemas que se me presentaron durante la carrera.

A mis padres Ángel María Torres Marrugo y Lucía del Carmen Puello Mestre, mi hermano Ángel David Torres Puello y al resto de mi familia por ese apoyo incondicional que me dieron durante todo este tiempo.

Luego a todos mis compañeros de clase y mis amigos que estuvieron conmigo en los momentos fáciles y difíciles.

¡A todos, muchas gracias!

**HARLIN JAIR TORRES PUELLO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a SYNGENTA S.A. por ser una organización que nos brindó la oportunidad de realizar este proyecto de sus instalaciones, siendo una empresa líder, a la vanguardia de las oportunidades de mejora.

Gracias al Ingeniero Erick Machacón por haber permitido que realizáramos nuestro proyecto de grado, dentro de las instalaciones de la empresa SYNGENTA S.A. y demás colaboradores de la organización, por la valiosa información que nos brindaron al estar involucrados dentro del desarrollo de nuestra monografía.

Le agradecemos a la Universidad Tecnológica de Bolívar por habernos dado la oportunidad de estar en el programa de Ingeniería Industrial.

A nuestros docentes, quienes con sus sabias enseñanzas y consejos oportunos hicieron de nosotros, mas útiles a la sociedad.

Gracias al Ingeniero Fabián Gazabón Arrieta por habernos colaborado en el direccionamiento de nuestro proyecto y al haber dispuesto su tiempo y conocimiento en el desarrollo de la metodología DMAIC.

A todos y cada una de las personas que nos colaboraron en nuestra larga travesía, pues sin su aporte no hubiese sido posible la realización de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	3
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	3
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	5
1.1 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD	5
1.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (GCT)	8
1.3 FILOSOFÍA SEIS SIGMA	10
1.4 COMPARACIÓN ESTRATÉGICA DE 6 SIGMA Y TQM	17
<b>2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	21
2.1 RESEÑA HISTÓRICA	21
2.2 ORGANIGRAMA	22
2.3 DOMICILIO DE LA EMPRESA	24
2.4 PROPÓSITO	24
2.5 VISIÓN	25
2.6 VALORES	26
2.7 ESTRATEGIA CORPORATIVA	28
2.8 MANEJO DE NEGOCIOS	30
2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP	32
2.9.1 Etapa de colocación de pocillos	32
2.9.2 Etapa de colocación de rollos de aluminio	33
2.9.3 Etapa de llenado	33
2.9.4 Etapa de sellado	34
2.9.5 Etapa de paletaje	34

	<b>Pág.</b>
2.10 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS	35
2.10.1 Polvos Mojables	35
2.10.2 Suspensiones Concentradas	37
2.10.3 Insecticidas Líquidos	40
2.10.4 Herbicidas Líquidos	42
<b>3. ETAPA DEFINIR</b>	<b>44</b>
3.1 SELECCIÓN DE PROBLEMAS	44
3.2 RECLAMOS POR NO CONFORMIDADES	44
3.3 PRIORIZACIÓN DE CAUSAS	49
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DEL DEFECTO DE MAYOR IMPACTO EN LA ETAPA DE LLENADO	52
<b>4. ETAPA DE MEDICIÓN</b>	<b>57</b>
4.1 SISTEMA DE MEDICIÓN	57
4.2 PLAN DE MUESTREO	58
4.3 DEFINICIÓN DE LA MEDIDA	61
4.4 TIPO DE MUESTREO	67
4.5 ESTRATEGIA DE MUESTREO	67
4.6 CÁLCULO DE LOS NIVELES SIGMA PARA LA ETAPA DE LLENADO	70
<b>5. ETAPA DE ANÁLISIS</b>	<b>73</b>
5.1 HIPÓTESIS INICIAL	73
5.2 ANÁLISIS DE DATOS Y PROCESOS	74
5.2.1 Análisis de procesos	75
5.2.1.1 Fase de Exploración	75

	<b>Pág.</b>
5.2.1.1 Resultado del análisis del diagrama de flujo	77
5.2.2 Generación de hipótesis	78
5.2.2.1 Resultado de análisis diagrama de subprocesos	82
<b>5.3 ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>82</b>
5.3.1 Fase de Exploración.	82
5.3.1.1 Análisis de la Carta de Control del proceso	84
5.3.1.2 Conclusiones del Análisis del Gráfico de Control	86
5.3.2 Generación de hipótesis.	90
5.3.3 Selección de la causa o causas raíz.	94
5.3.4 Verificación de las causas seleccionadas.	95
<b>6. ETAPA DE MEJORA</b>	<b>96</b>
6.1 Selección de la mejora	98
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>102</b>

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Evolución del concepto de Calidad	6
<b>Cuadro 2.</b> Diferencias entre TQM y Seis Sigma	19
<b>Cuadro 3.</b> Cuadro de proyecto DMAIC	56
<b>Cuadro 4.</b> Definición operativa de la etapa de llenado	62
<b>Cuadro 5.</b> Hoja de trabajo para la definición operativa de la etapa de llenado	66
<b>Cuadro 6.</b> Hoja de trabajo para el muestreo de procesos, datos continuos y discretos	69
<b>Cuadro 7.</b> Hoja de trabajo para el cálculo del nivel sigma	70

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Enfoque del Seis Sigma	13
<b>Figura 2.</b> Flujo de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 wP	35
<b>Figura 3.</b> Balanza digital	57
<b>Figura 4.</b> Báscula digital	58

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico 1.</b> Organigrama de SYNGENTA	24
<b>Gráfico 2.</b> Estrategia corporativa de SYNGENTA	29
<b>Gráfico 3.</b> Manejo de negocios de SYNGENTA	32
<b>Gráfico 4.</b> Reclamos segundo periodo de 2006	46
<b>Gráfico 5.</b> Gráfico pareto reclamos – clientes II Periodo 2006	48
<b>Gráfico 6.</b> Gráfico de pareto etapas priorizadas Llenado y empaque	50
<b>Gráfico 7.</b> Reclamos etapa de llenado II Periodo 2006	53
<b>Gráfico 8.</b> Carta de control de la Etapa de llenado (250 muestras)	83
<b>Gráfico 9.</b> Histograma línea de producción Ridomil Gold MZ 68 WP	87
<b>Gráfico 10.</b> Test de Normalidad de la etapa de llenado	89

## LISTA DE DIAGRAMAS

	Pág.
<b>Diagrama 1.</b> Árbol CTQ de la evaluación de medidas	64
<b>Diagrama 2.</b> Diagrama de flujo de la línea de empaque de Ridomil Gold MZ 68 WP	76
<b>Diagrama 3.</b> Diagrama SIPOC – Línea de empaque de Ridomil Gold MZ 68 WP	79
<b>Diagrama 4.</b> Diagrama de subprocesos de la etapa de llenado	81
<b>Diagrama 5.</b> Diagrama Ishikawa ó espina de pescado.	92

## **LISTA DE ANEXOS**

**Anexo1.** Reclamos Segundo Período 2006

**Anexo 2.** Priorización de causas etapa de llenado y empaque II periodo 2006

**Anexo 3.** Muestras recolectadas Octubre 2006 – Febrero 2007

**Anexo 4.** Tabla de conversión Sigma – DPMO

**Anexo 5.** Cuadro de recomendaciones

## RESUMEN

El siguiente proyecto esta enfocado en realizar propuestas de mejora del proceso de Ridomil Gold MZ 68 WP como una estrategia de calidad para la empresa SYNGENTA S.A. Planta Cartagena, a través de la filosofía de calidad Seis Sigma, con la utilización de la herramienta DMAIC por sus siglas en inglés.

Esta monografía se encuentra dividida en seis capítulos, los cuales hacen alusión a las etapas de la metodología y a las descripciones fundamentales del proyecto.

El primer capítulo hace referencia a las descripciones teóricas que se utilizan y se caracterizan a lo largo del proyecto; además de la caracterización de las etapas de la metodología DMAIC frente a otras teorías de calidad.

El segundo capítulo se describió de forma específica, la planeación estratégica de SYNGENTA S.A. como lo son su reseña histórica, sus valores y propósito, su visión, su estrategia corporativa y el manejo de los negocios que tiene la organización.

El tercer capítulo inicia con la utilización de la primera etapa de la metodología DMAIC, la cual se denomina Definición. En esta etapa se realiza la definición de cuál será el objeto de estudio; esto se ejecutó con base a datos recolectados y a través de la aplicación herramientas estadísticas para lograr este objetivo, acompañada de una justificación del porque fue seccionado el defecto.

En el cuarto capítulo se desprende la etapa de Medición en la cual se establece cómo se realizó la recolección de los datos y el plan de muestreo a seguir, esto se

hizo con la finalidad de obtener unos datos lo más confiables posibles para el estudio y se pueda establecer de forma precisa las causas o causa del problema.

Seguidamente, en el capítulo Cinco, que corresponde a la etapa de análisis, se procedió con la realización de un estudio minucioso de los datos obtenidos en la etapa anterior; haciendo uso de hipótesis que fueron diseñadas por el personal de la planta y herramientas estadísticas de donde suscitaron una serie de causas, las cuales fueron evaluadas y rechazadas, determinando así la causa raíz del problema.

Para finalizar, se prosiguió con el capítulo seis, que hace referencia a la etapa de Mejora. Se propusieron una serie de acciones y métodos acordes con el defecto y las causas o causa raíz escogida. No está de menos decir que este proyecto únicamente se llevó hasta la fase de mejora y no se realizaron las fases de implementación y control de la metodología, debido al alcance de esta clase de proyectos.

## INTRODUCCION

Los clientes como eje central de toda organización, son los que dictaminan en última instancia, si los procesos deben o no ser mejorados por insatisfacciones con los productos y/o servicios. El mercado y las expectativas cambiantes de los clientes, en las que giran las empresas, han causado que se establezca una relación directa entre calidad – precio.

De este modo Syngenta, en su afán de entregar productos de buena calidad y a un precio justo, debe mantenerse a la vanguardia de los negocios; en este caso, refiriéndose al mercado agropecuario que ha cobrado gran importancia en la sociedad.

Este proyecto, tiene por objeto analizar los niveles de eficiencia en la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP. Para ello, se utiliza la metodología de Seis Sigma, DMAIC, que entrega una ejemplificación y estudio amplio de las causas que pueden estar afectando la eficiencia y correcta aplicación de los procesos dentro de la línea de producción; para luego, analizar las mismas y establecer posibles acciones de mejora y/u optimización de la línea.

Cabe resaltar que, dicha filosofía y metodología ayuda en la mejora de los procesos, la productividad y la calidad, también impulsa una verdadera transformación empresarial y organizacional. Seis Sigma ayuda a desarrollar un lenguaje común, una actitud de mejora continua y excelencia empresarial, una cultura de eficiencia e innovación, una organización más dinámica, habilidades para la toma de decisiones con base a hechos, y una plataforma para el desarrollo de los futuros líderes.

Bien alineada con los objetivos de negocio e integrada en la organización, Seis Sigma es también en una herramienta estratégica de gestión, utilizada para establecer, impulsar y gestionar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales.

Dentro de este trabajo lo primero que se busca es definir el problema, junto con lo que se pretende lograr del mismo, seguido de la recolección de datos relevantes dentro del proceso, de acuerdo al problema identificado más adelante se procede a analizarlos para establecer la causa o posibles causas raíz del problema, para así entregar posible (s) acciones de mejora que den fin a la situación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Proponer mejoras en los niveles de eficiencia de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP de la sección de Polvos Mojables (WP) en la empresa Syngenta S.A. Planta Cartagena, utilizando la metodología DMAIC

### **Objetivos específicos**

- ❖ Definir de forma cuantitativa la línea de producción actual del Ridomil Gold MZ 68 WP de la empresa en estudio, con el fin de establecer un diagnóstico de la situación en proceso.
- ❖ Identificar las necesidades demandadas por la línea de producción, a través de la interrelación con el personal de la línea de producción con el propósito de evaluar el desempeño del proceso.
- ❖ Medir el rendimiento de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP, a través de la elaboración y ejecución de un plan de recolección de datos.
- ❖ Analizar estadísticamente la línea de producción de Ridomil Gold con base a los datos recolectados.
- ❖ Identificar los factores críticos que afectan el normal funcionamiento de la línea de producción a través del estudio estadístico de los datos recolectados.

- ❖ Determinar la causa raíz que afecta la línea de producción del Ridomil Gold MZ 68 WP, con el fin de proponer mejoras.
- ❖ Generar posibles soluciones de mejora con base en el análisis realizado donde se encontró la causa raíz del problema.
- ❖ Determinar cuáles son las mejores soluciones para la causa raíz, con base a una instauración de prioridades para la mejora de la misma.

## **1. MARCO TEORICO**

Dentro de toda investigación y desarrollo de habilidades y proyectos, se establece como primera necesidad la unificación de criterios, dentro de los cuales se incluyen factores relevantes del mismo. Dentro del marco teórico de este proyecto, se ejemplificará un enfoque descriptivo, acerca de conceptos como la evolución del concepto de calidad, la gestión de la calidad total (GCT), la filosofía Seis Sigma, junto con sus principios, y no menos importante, la metodología de aplicación Seis Sigma que es el DMAIC.

Así mismo, se realiza una comparación estratégica entre la Gestión de la Calidad Total y la filosofía Seis Sigma; con el objetivo de ejemplificar las ventajas competitivas de la filosofía Seis Sigma frente a la GCT.

### **1.1 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD**

A lo largo de la historia el término calidad ha sufrido numerosos cambios que conviene reflejar en un cuadro de evolución histórica. (Ver cuadro 1)

Esta evolución ayuda a comprender de donde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad de producto o servicio que sea proporcional al cliente y como se ha involucrado toda la organización en la consecución de este fin.

El aseguramiento de calidad nace como una evolución natural del control de calidad, que resultaba limitado y poco eficaz para prevenir la aparición de defectos. Para ello, se hizo necesario crear sistemas de calidad que incorporaran la prevención como forma de vida y que en todo caso servirían para anticipar los errores antes de que se produjeran.

Las normas ISO han sido creadas con el fin de estandarizar los sistemas de calidad de distintas empresas; estas fueron publicadas hacia el año de 1987 y conocidas comercialmente con el nombre de ISO 9000. Estas son un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre el aseguramiento de calidad de los procesos. Este ultimo concepto nació hacia la década de los 50's, el cual tuvo mucho auge en su desarrollo, pero entre los años 80's y 90's que fue la época en la cual empezó a surgir la Calidad Total, se puso en evidencia que no bastaba con mejoras que se redujeran a través del concepto de aseguramiento de la calidad, al control de procesos básicamente sino que la concepción de la calidad seguía evolucionando, hasta llegar hoy en día a la llamada calidad total.

ETAPA	CONCEPTO	FINALIDAD
Artesanal	Hacer las cosas bien independiente del costo o esfuerzo necesario para ello	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer al cliente</li> <li>- Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho</li> <li>- Crear un producto único</li> </ul>
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica producción con calidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer una gran demanda de bienes</li> <li>- Obtener beneficios</li> </ul>
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y mas rápida producción (Eficacia + plazo = Calidad)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso</li> </ul>

ETAPA	CONCEPTO	FINALIDAD
Posguerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimizar costos mediante la calidad</li> <li>- Satisfacer al cliente</li> <li>- Ser competitivo</li> </ul>
Posguerra (Resto del Mundo)	Producir, cuanto más mejor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer la gran demanda de bienes causados por la guerra</li> </ul>
Control de Calidad	Técnicas de inspección en productos para evitar la salida de bienes defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer las necesidades técnicas del producto</li> </ul>
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas de procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer al cliente</li> <li>- Prevenir errores</li> <li>- Reducir costos</li> <li>- Ser competitivo</li> </ul>
Calidad total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer tanto al cliente interno como externo</li> <li>- Ser altamente competitivo</li> <li>- Mejora continua</li> </ul>

**Cuadro 1.** Evolución del concepto de Calidad

**Fuente:** [www.monografias.com/trabajos11//conge/conge.sthml](http://www.monografias.com/trabajos11//conge/conge.sthml)

## 1.2 GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (GCT)<sup>1</sup>

Resulta conveniente saber acerca de la Calidad Total, que es entendida como un objetivo o valor establecido por la empresa, y representado en la coherente suma de los aspectos parciales de calidad en cada una de sus fases (productivo, administrativo, comercial, atención al cliente, entre otras) que tiene como meta la satisfacción de los clientes, buscando óptima productividad y competitividad para la empresa, integrando y coordinando acciones de trabajo propias de la empresa.

Debido a que las organizaciones difieren en su organización, la implementación de un sistema de GCT no ofrecerá los resultados esperados de cambios de cultura. Al aplicar un acercamiento más humano y gestionar por la vía de la calidad más bien que gestionar la calidad, el énfasis estará puesto, en principio, en el control estadístico de procesos. Esto sería instalado, invariablemente a todos los niveles de la institución, pero inicialmente o al punto de contacto del servicio directo. Esto no puede ocurrir por muchas razones, por ejemplo el efecto de la cultura del poder de la alta dirección. Aunque debe gestionar la calidad la alta dirección no parece estar entusiasmada con la perspectiva de sucumbir a ella y quedar en evidencia con los procesos.

La implementación de este sistema incurrirá en la información en diagramas de flujos de procesos y en el entrenamiento estadístico de los datos, que llevan al desarrollo de los límites de control, y directrices para las acciones correctivas por el uso del análisis sistemático para la resolución de problemas y ofrecer mejoras continuas de todos los procesos dentro de la organización.

---

<sup>1</sup> JAMES, Paúl. Gestión de la Calidad Total. Pagina 38 - 40

Esto llevará, eventualmente, a la preparación de la personas desde la raíz, a través del desarrollo de una autonomía responsable que les permita tomar sus propias decisiones relativas a la calidad. El énfasis debe ser puesto en la comprensión y mejora de los procesos de la organización y en la medición del feedback de resultados, cualitativa y cuantitativamente.

Los factores a considerar para aplicar con éxito la GCT en una organización, sugieren que la meta principal es generar un compromiso desde la alta dirección. Es necesario conseguir desarrollar y plasmar la política de calidad, y comunicarla a cada uno en la organización. Existe una necesidad de crear calidad visible y educar a la alta dirección en dichas situaciones y en la implementación del GCT. En esta fase, es prioritario promover la participación y el compromiso por parte de los empleados.

Otro aspecto importante es la habilidad de medir la calidad. Aquí es donde se identifican los problemas y las áreas problemáticas, que pueden incluir problemas administrativos u operativos. Se adquiere información sobre los procesos de operación y se dibujan las tendencias, (una exposición visual de los resultados), y se encuentran soluciones efectivas a los problemas detectados. Se sigue la pista a las tendencias para reforzar la aplicación del programa de calidad. La expansión y la creación de iniciativas sobre la calidad parecen ofrecer un refuerzo positivo a cualquier proceso de mejora. Cuando se trata de obtener calidad no puede haber principio ni final y las mejoras deben ser continuas por que la calidad no se acababa nunca. Junto a las mejoras continuas esta el concepto y la practica de la acción correctiva. Estas medidas sistemáticas de la acción correctiva deben ser desarrolladas en todos los niveles de la organización, y el emplearse el principio de pareto sobre los pocos pero fundamentales y los muchos pero triviales problemas.

Por último, el producto resultante de la implementación de GCT es la flexibilidad, individuos multi-tareas que responden adecuadamente a las circunstancias y a las necesidades cambiantes, La GCT significará una creciente necesidad de planificación sistemática, generación de datos y análisis equitativos y adecuados que ofrezcan medios rápidos para diferenciar las actuaciones de las personas<sup>2</sup>.

### **1.3 FILOSOFÍA SEIS SIGMA**

Sigma es una letra griega ( $\sigma$ ) usada en la estadística para representar la desviación estándar de una distribución. En estadística, las letras griegas son usadas para representar parámetros, y sus valores son siempre desconocidos. Por lo tanto, el valor de sigma es siempre desconocido, pero es estimado a partir de diversos parámetros de una muestra representativa.

Sigma es, por lo tanto, una medida de cantidad de variabilidad que existe cuando medimos alguna cosa. En el caso de un producto, siempre existen muchas características importantes o críticas para la calidad. Normalmente se recolectan datos y se mide el sigma de algunas características. Si el valor del sigma es alto, el indica que hay mucha variabilidad en el producto. Si el valor de sigma es bajo, entonces el producto tiene poca variabilidad y, por consiguiente, es muy uniforme. Se busca siempre producir productos uniformes con casi ninguna variabilidad. Luego, cuanto menor sea el valor de sigma, mejor será la característica del producto o proceso.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Ibit 1

<sup>3</sup> [cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/seis\\_sigma/seis\\_sigma.htm](http://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/seis_sigma/seis_sigma.htm)

De ahí la expresión **Seis Sigma**, conocido en la actualidad como una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos, logrando así la satisfacción del cliente, donde los clientes satisfechos continúan comprando los productos y servicios<sup>4</sup>, tomando como referencia para el análisis que, un cliente insatisfecho contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes actuales y potenciales.

El Seis Sigma es aplicable a procesos técnicos y no-técnicos. Un proceso de fabricación es visto como técnico. En este proceso, tenemos entradas como: partes de piezas, montajes, submontajes, productos, partes, materias-primas que físicamente fluyen a través del proceso. Otras entradas son temperatura, unidad, velocidad, presión etc. Existen numerosas variables de entrada que afectan un proceso. Un proceso también envuelve equipos, calibradores, máquinas y herramientas – entre otras cosas – que producen la transformación de la entrada en una salida. Finalmente, la salida es normalmente un producto final, un montaje o un submontaje. En un proceso técnico, o flujo del producto es muy visible y tangible. Existen muchas oportunidades para la colecta de datos y mediciones y, en muchas instancias, datos variables.

Por otro lado, un proceso no-técnico es mas difícil de ser visualizado. Procesos no-técnicos son procesos administrativos, de servicios o de transacciones. En estos procesos, las entradas pueden no ser tangibles, las salidas pueden no ser

---

<sup>4</sup> [www.seis-sigma.com](http://www.seis-sigma.com)

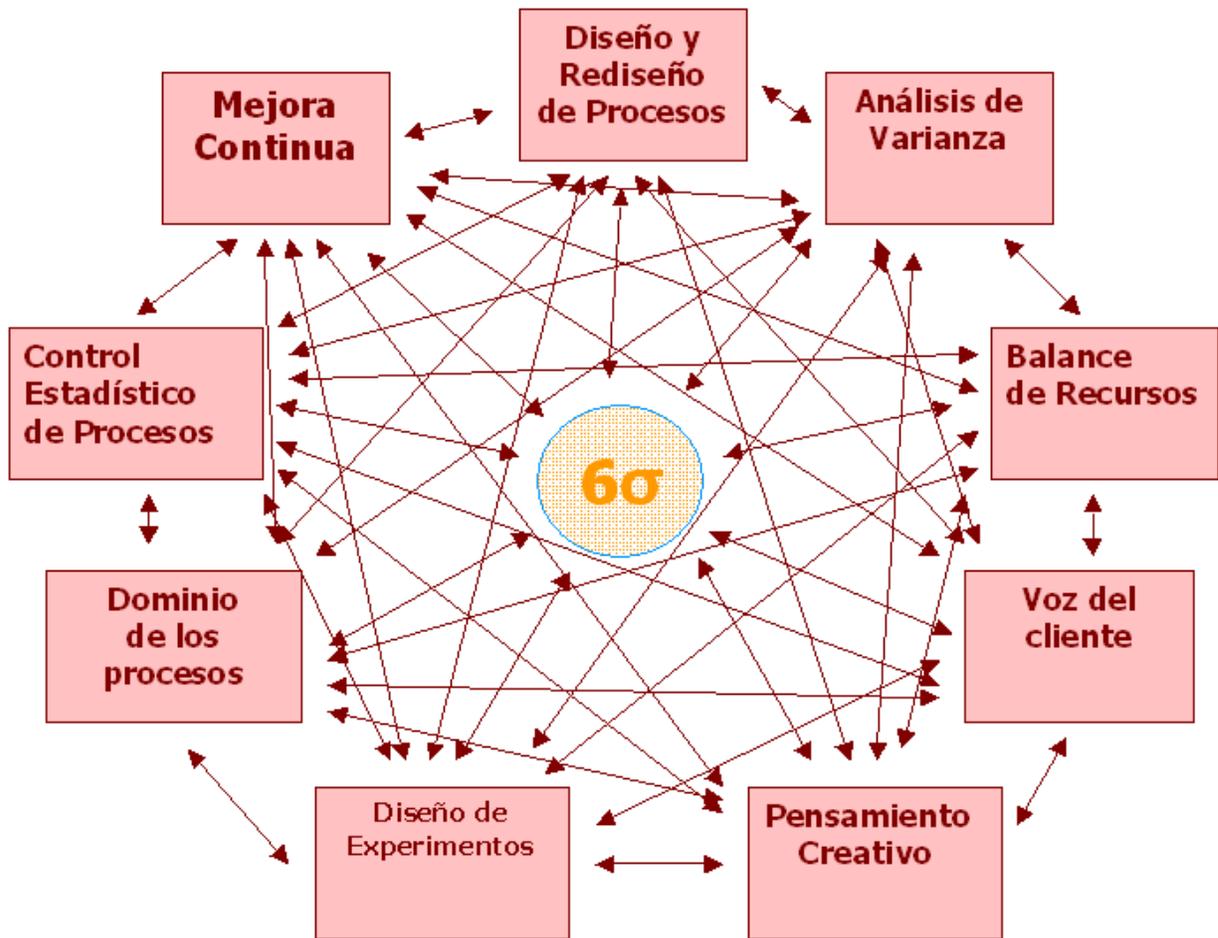
tangibles. Pero estos son ciertamente procesos y, tratarlos como sistemas, nos permite entenderlos mejor y determinar sus características, optimizándolos, controlarlos y, así, eliminar la posibilidad de errores y fallas.<sup>5</sup>

Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> (cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/seis\_sigma/seis\_sigma.htm)

<sup>6</sup> [www.seis-sigma.com](http://www.seis-sigma.com)



**Figura 1.** Enfoque del Seis sigma

**Fuente.** [www.seissigma.com](http://www.seissigma.com)

Para lograr la consecución de la filosofía **Seis Sigma** se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas la metodología DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control).

Esta metodología es llevada a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía.

Las claves del DMAIC se encuentran en:<sup>7</sup>

1. Medir el problema. Siempre es menester tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.
2. Enfocarse en el cliente. Las necesidades y requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.
3. Verificar la causa raíz. Es menester llegar hasta la razón fundamental raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
4. Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
5. Gestionar los riesgos. El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma.
6. Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
7. Sostener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure.

---

<sup>7</sup> Ibit 6

## **Definir<sup>8</sup>**

Debe definirse claramente en qué problema se ha de trabajar?, porqué se trabaja en ese problema en particular?, quién es el cliente?, cuáles son los requerimientos del cliente?, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, cuáles son los beneficios de realizar una mejora?

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

## **Medir**

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.
2. Permite y facilita la identificación de las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. *“La calidad no se mejora, a no ser que se la mida”*.

---

<sup>8</sup> Ibit 6

## **Analizar**

El análisis permite descubrir la causa raíz. Para ello se hace uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde se encuentran la organización, no para justificar los errores.

Al respecto cabe anotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas.

## **Mejorar**

Esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, así como también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas.

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de benchmarking a los efectos de detectar en otras unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

## **Controlar**

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no se puede basar las decisiones en la simple intuición. Los indicadores muestran los puntos problemáticos del negocio y ayudan a caracterizar, comprender y confirmar los procesos. Mediante

el control de resultados se logra saber si se está cubriendo las necesidades y expectativas de los clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos con la intención de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras.

A manera de resumen, se puede decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose; posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar, se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. Y en última instancia, a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.<sup>9</sup>

#### **1.4 COMPARACIÓN ESTRATÉGICA DE 6 SIGMA Y TQM**

Estudios realizados desde el siglo XIX, donde se caracterizó la detección y solución de problemas por la falta de uniformidad en los productos, han dado lugar a que se desarrollen infinidad de teorías con la intención de mejorar la calidad en su evolución. TQM y Seis Sigma son las dos filosofías más actuales y puntuales dentro del desarrollo de la calidad; y a su vez, son las que hasta la actualidad han mostrado mayor interés sobre el cliente. De ahí la razón por la cual se somete a comparación dos criterios mas controversiales de la calidad; por ser estas las que conllevan al mayor y mejor desarrollo de los procesos, utilizando estrategias y herramientas estadísticas para su consecución.

---

<sup>9</sup> [www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/parassiglefc.htm](http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/parassiglefc.htm)

Luego de conocer a ciencia cierta la forma como la filosofía Seis Sigma se ha formado a través de la evolución de la calidad y desarrollándose a través de la metodología DMAIC, resulta necesario considerar un paralelo entre la misma y su teoría antecesora, que es la Gestión de la Calidad Total (GCT), con la intención de establecer prioridades entre las cuales se enmarca las ventajas estratégicas de Seis Sigma frente a GCT.

La principal diferencia de Seis Sigma con respecto a TQM (Total Quality Management) es la manera de administrar, ya que Seis Sigma se creó teniendo en mente la idea de hacer los negocios lo más exitosos posibles, mediante técnicas y herramientas (DMAIC) para ganar el conocimiento requerido y alcanzar de manera más rápida el desarrollo de productos y servicios menos costosos.

Otra diferencia no menos importante es que TQM administra sobre la base de más o menos tres sigmas, mientras que la administración de Seis Sigma se presenta de una manera menos burocrática que la de TQM.

TQM se enfocó a la calidad y se olvidó de cuestiones críticas del negocio, hizo énfasis en requisitos, estándares y nunca se desarrolló una infraestructura para mejorar los niveles de desempeño del negocio, a pesar de la calidad mejorada esto dio por resultado fallas en la organización.

Aunque existen diversas opiniones y puntos de vista en cuanto a si hay o no diferencias entre TQM y Seis Sigma, o si se complementan o no una con la otra, se verá como Seis Sigma esta proporcionando un mapa del camino claro al éxito y cómo esta creciendo su popularidad.

Adicional a esto se puede agregar dentro de un cuadro comparativo, las diferencias mayor marcadas entre Seis Sigma y GCT.

TQM	SEIS SIGMA
Contratan a la gente para deberes rutinarios (planeamiento, mejora y control)	Una infraestructura de los agentes dedicados al cambio
Se enfocó en metas estratégicas que van aplicadas a los costos, el horario y a otras metas dominantes del negocio	Una especialidad funcional dentro de la organización
Conducido por el grupo material de un grupo importante de accionistas(clientes, accionistas y empleados)	Enfocado a la calidad
Énfasis en la solución de problemas	Motivado por el idealismo de la calidad. Los recursos se crean para cambiar los procesos claves en el negocio y la organización en sí
Poca exactitud en los monitoreos hacia las metas	Se asegura de que la inversión produzca los resultados esperados
Enfoque en el funcionamiento estándar, ejemplo: ISO 9000	Enfoque en el desempeño de clase mundial, 3.4 defectos por millón
Proporciona un sistema extenso de herramientas y de técnicas sin el marco claro para usarlas con eficacia	Proporciona un subconjunto seleccionado de herramientas y de técnicas y muestra un marco claramente definido para usarlas, para alcanzar los resultados (DMAIC)

TQM	SEIS SIGMA
Las metas son desarrolladas por el departamento de la calidad basado en criterios de calidad y la concepción, de que lo que es bueno para la calidad es bueno para la organización	Las metas se elaboran sobre la base de los clientes y a los objetivos estratégicos de la dirección mayor.
Enfoque en resultados a largo plazo. La rentabilidad prevista no esta bien definida	Six Sigma busca una mezcla de resultados a corto plazo y a largo plazo, según lo dictado por demandas del negocio.

**Fuente:** [www.calidad.org/public/arti2003/1059094322\\_adolfo.htm](http://www.calidad.org/public/arti2003/1059094322_adolfo.htm)

Se puede concluir a partir de la comparación estratégica realizada anteriormente entre la filosofía Seis Sigma y la Gestión de la Calidad Total (GCT); que Seis Sigma es una filosofía que cobra importancia en la medida que permite eliminar aquellos errores existentes dentro de las organizaciones; lo que al inicio puede significar un problema de poco valor y relevancia , pero que al transcurrir del tiempo se podría convertir en un problema mayor para la compañía y los consumidores, afectando así el correcto desarrollo de la organización.

## 2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 2.1 RESEÑA HISTÓRICA<sup>10</sup>

SYNGENTA S. A. Planta Cartagena fue inaugurada en el mes de Junio, en el año de 1978; habiéndose terminado de construir hacia el año 1977; lo que fue en sus inicios Ciba Geigy que estaba constituida como una gigante organización del sector farmacéutico; luego se fusionó con Sandoz para conformar lo que fue Novartis, una nueva organización que pretendía mantener el liderazgo en las ciencias biológicas en el ámbito mundial. La fusión de las dos enormes organizaciones buscaba juntar recursos, para alcanzar efectos de sinergia y economías de gran escala; donde se desarrolló en tres grandes áreas en el ámbito mundial, que fueron la salud, la nutrición y la agricultura; esta última fue la que generó el impulso para formar lo que hoy conocemos como SYNGENTA S.A.

Se inició con el fin de incursionar en el mercado de los productos para el cuidado de cultivos agropecuarios, como los son los herbicidas, insecticidas, entre otros; contando con un área de aproximadamente 65.000 m<sup>2</sup>, la cual da abasto para el desarrollo de las actividades que en el se despliegan.

Desde el sitio en el que se encuentra ubicada la planta de SYNGENTA en la ciudad de Cartagena, es posible suplir al cliente mas lejano en aproximadamente 4 días, por vía terrestre.

Al presente, la planta de Cartagena produce para un mercado latinoamericano distribuyendo sus productos en un 54% a Colombia, un 20% a Centroamérica (Nicaragua, Guatemala y Panamá) e islas del Caribe, un 12% a Ecuador, un 6% a

---

<sup>10</sup> Manual de Planeación estratégica de SYNGENTA S.A. Planta Cartagena. Año 2006

Venezuela, un 4% a Perú, un 2% a Chile, un 1% a UPB (Uruguay, Paraguay y Bolivia) y un 1% a terceros.

Hoy en día los productos de SYNGENTA S.A. Planta Cartagena son conocidos alrededor de Centroamérica y Latinoamérica, a través de las exportaciones de productos de excelente calidad, que colaboran a la consecución y el cuidado de cultivos, pues cuenta con un potencial de crecimiento debido al arte para trabajar en equipo.

## **2.2 ORGANIGRAMA**

Podemos considerar que un organigrama es un modelo abstracto y sistemático, que permite obtener una idea uniforme acerca de una organización ejemplificando de forma gráfica la estructura orgánica de una empresa la cual es la división, de ordenes y la autoridad de los trabajadores que le permite ejecutar su trabajo con mayor facilidad, habilidad y responsabilidad de acuerdo al cargo asignado.

En un organigrama se localiza el tipo de unidades que conforma la estructura de una organización, sus relaciones, las características de la dependencia o entidad y sus funciones básicas, entre otras. De donde se infiere que:

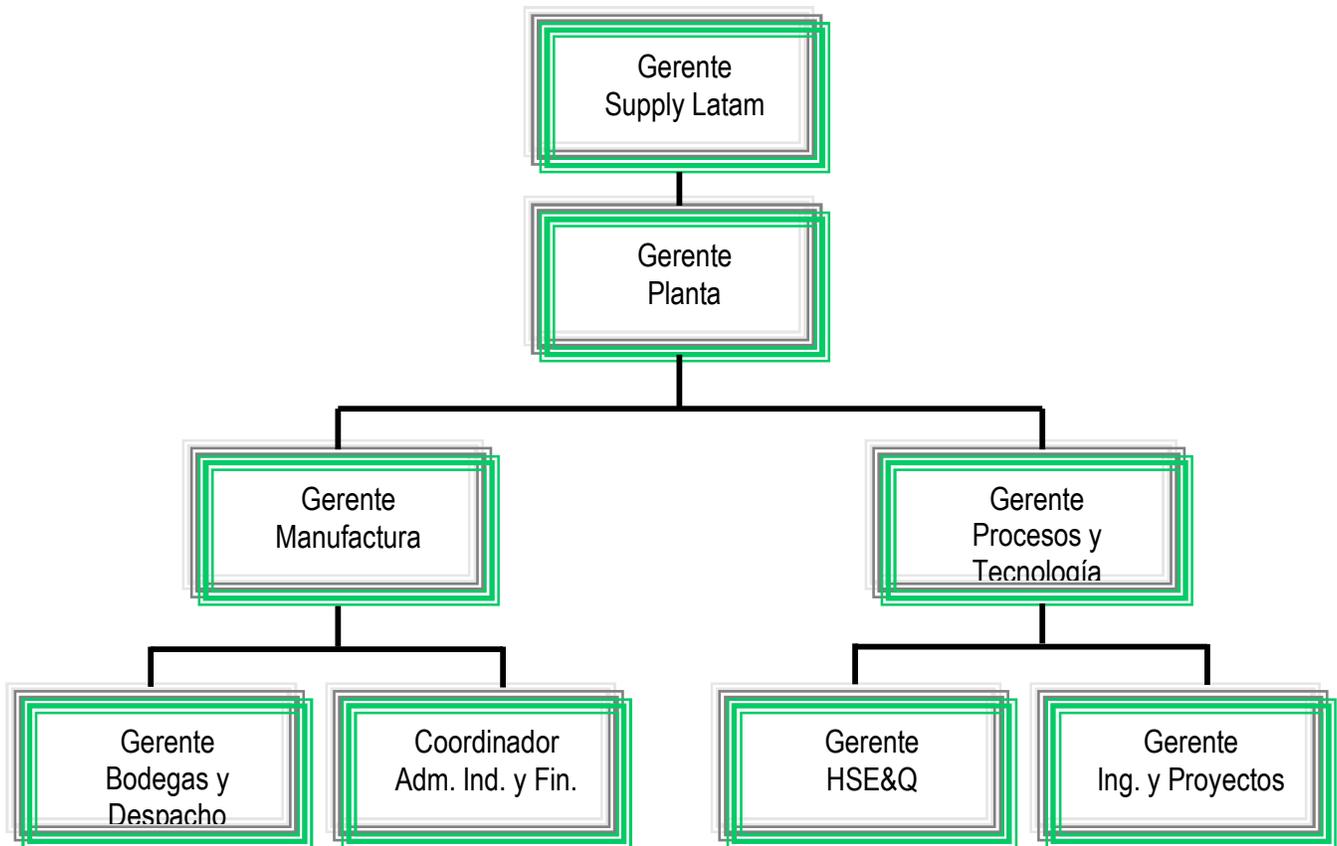
- Constituyen una fuente autorizada de consulta con fines de información.
- Indican la relación de jerarquía que guardan entre sí los principales órganos que integran una dependencia o entidad.
- Facilitan al personal el conocimiento de su ubicación y relaciones dentro de la organización.

- Ayudan a descubrir posibles dispersiones, lagunas, duplicidad de funciones, múltiples relaciones de dependencia y de niveles y tramos insuficientes o excesivos de supervisión y control.
- Representa las diferentes unidades que constituyen la compañía con sus respectivos niveles jerárquicos.
- Refleja los diversos tipos de trabajo, especializados o no, que se realizan en la empresa debidamente asignados por área de responsabilidad o función.
- Muestra una representación de la división de trabajo, indicando los cargos existentes en la compañía, la forma como se agrupan en unidades administrativas, y la autoridad de los mismos.

Es necesario que toda empresa se encuentre interrelacionada entre si, manteniendo una jerarquización de las responsabilidades, con la intención de lograr la consecución de los objetivos. SYNGENTA S.A. dentro de su distribución y disposición de sus recursos organizacionales posee una estructura completamente vertical, en la cual se encuentra ejemplificada los altos rangos en la organización, ya que son estos los encargados de la gestión de los procesos dentro de la misma; además de ser las jefaturas encargadas del grupo de operarios y demás colaboradores que laboran dentro de la institución para el logro de los objetivos. <sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Ibit 10



**Gráfico 1.** Organigrama de SYNGENTA

**Fuente.** Manual de Planeación estratégica de SYNGENTA S.A. Año 2006

## 2.3 DOMICILIO DE LA EMPRESA

Actualmente, SYNGENTA se encuentra localizada en la ciudad de Cartagena, en el sector industrial de Mamonal en el kilómetro 6, de la carretera principal

## 2.4 PROPÓSITO

La intención prioritaria de SYNGENTA es “Incorporar a la vida el potencial de las plantas”

## 2.5 VISION

Existen muchas formas de definir lo que es una visión, una de ellas es que la visión es la situación en la que se pretende que se encuentre la organización en un futuro de largo plazo que se piensan concretar en un período determinado. Se pregunta: ¿Para dónde queremos ir? ¿Hacia donde debe dirigirse la organización? Es conveniente utilizar la imaginación, pues los grandes cambios históricos han comenzado con un sueño. La visión ayuda a ver el futuro de una manera más clara. Esto quiere decir que el futuro se puede programar dentro de un proceso de cambio hacia la continua mejoría. La visión se proyecta, respondiendo con claridad a la pregunta: ¿Hacia dónde queremos llegar?

La visión Supply Chain Latam, reconocida a nivel mundial para esta organización es “Ser reconocidos como la Cadena de Suministro mejor conectada desde el Cliente hasta el Proveedor”<sup>12</sup>

Por ser SYNGENTA S.A. una organización reconocida a nivel mundial y gestora de los campos agrícolas, se considera relevante manejar una única visión dentro de la organización, la cual esta enfocada directamente al proveedor, tomando sus procesos como una cadena de suministros, la cual hay que mantener paralela con el logro de los objetivos; es decir, que se consolidan como una empresa que trabaja para beneficios mundiales y no locales y/o nacionales; lo que lleva a decir que se trabaja por un bien común en sociedad.

---

<sup>12</sup> Ibit 10

## 2.6 VALORES

Una forma de llevar a cabo el conjunto de objetivos propuestos dentro de una organización es la de vivir bajo normas y valores éticos en el cual el ambiente laboral, social y cultural se maneje dentro de los lineamientos de la sociedad, con la intención de encauzar y dar sentido a los esfuerzos humanos, tanto a nivel personal como a nivel empresarial.

Una empresa de clase mundial, como es el caso de SYNGENTA S.A.; se encuentra siempre a la vanguardia del desarrollo de sus trabajadores bajo los miramientos de una formación en valores corporativos, las cuales son las formas de evaluar el desempeño de los trabajadores en un ambiente laboral sano junto con sus meritos.

Entre ellos se encuentra: <sup>13</sup>

- **Innovación:** La palabra innovación proviene de la necesidad de crear y estar en constante cambio con el mundo y sus implicaciones. Por este motivo, SYNGENTA S.A. en su afán de mejorar continuamente con las necesidades de la sociedad se encuentra “descubriendo nuevas soluciones” a través de:
  - ◆ Estímulo a la creatividad del personal y de los clientes
  - ◆ Gestionando ideas revolucionarias en la ciencia y en los negocios
  - ◆ Búsqueda continua de la mejor manera de hacerlo todo

---

<sup>13</sup> Ibit 10

- **Salud:** La salud es un valor que surge de la necesidad de mantener un ambiente laboral sano, en el que sea relevante el desarrollo de la vida. SYNGENTA S.A. por ser una organización encargada de dar vida al sector agropecuario, tiene la obligación de gestionar la conservación de la naturaleza en su totalidad, utilizando como herramienta el desempeño humano, y su “crecimiento con responsabilidad” a través de:
  - ◆ Liberar la energía y el potencial del personal
  - ◆ Demostración de profundo respeto por la naturaleza y el medio ambiente
  - ◆ Contribución a la calidad de vida
  
- **Intensidad:** Ser intenso implica tener un grado de energía elevado para lograr “Crear un perfil ganador”, como lo realiza SYNGENTA S.A., al radicar entre sus valores, la necesidad de adoptar actitudes que colaboren con el desarrollo de la organización, con la ayuda de actividades complementarias para lograrlo:
  - ◆ Canalizando la pasión y energía
  - ◆ Adoptando con actitud positiva
  - ◆ Consolidando relaciones y estableciendo nuevas alianzas
  
- **Desempeño:** “Alcanzar la excelencia” es la forma de mantenerse en la cúspide del desarrollo; lo cual asegura el éxito dentro de cualquier organización. SYNGENTA S.A., entre sus valores mantiene costumbres y estilos para conseguir los objetivos; haciendo sus procesos eficientes, con resultados de calidad, colaborando con su crecimiento, y para lograrlo hay que actuar como:

- ◆ Entregando resultados de alta calidad y alcanzando los estándares de excelencia de la industria
- ◆ Cumpliendo con los compromisos financieros
- ◆ Responsabilidad por el trabajo, realizado de manera ética y segura

## **2.7 ESTRATEGIA CORPORATIVA**

Durante los últimos 10 años, la influencia de las expectativas cambiantes de los clientes ha sido enormemente importante en numerosos factores. Dada la preocupación por la calidad y la constante demanda de una relación calidad – precio, el cliente ha influido mucho en la estrategia de las distintas empresas. La personalización masiva de los productos, el valor ligado a las marcas, el crecimiento de la compra por correo y la consolidación del sector de distribución al detalle resultan indicativos del surgimiento de un nuevo tipo de clientes exigentes y agresivos<sup>14</sup>.

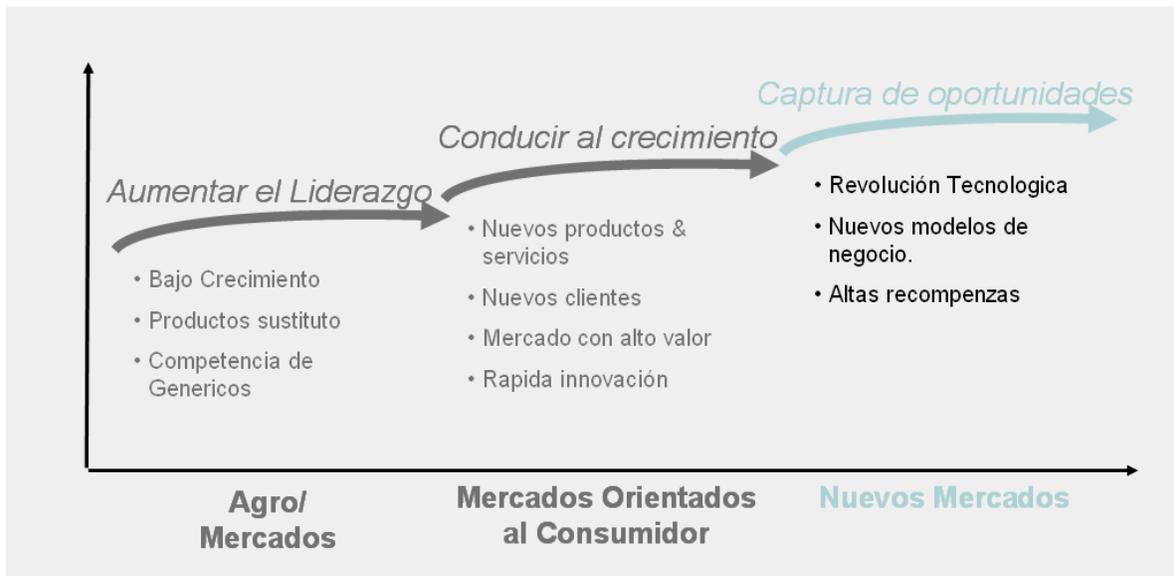
Los importantes cambios tecnológicos no solo tienen consecuencias para los sectores existentes sino que también hace surgir otros nuevos.<sup>15</sup>

De ahí el hecho que SYNGENTA en su afán de incursionar y seguir a la vanguardia de algunos mercados determina dentro de su planeación estratégica lo que consideran una estrategia que es manejada a nivel corporativo, en la cual se enfoca en los mercados en los que se encuentran actualmente, las razones por las cuales necesitan incursionar en nuevos mercados y por últimos, los que pueden ser mercado objetivo dentro de su gestión.

---

<sup>14</sup> PARLAD, C. K. Estrategia Corporativa. Ediciones Deusto. Pág. 18

<sup>15</sup> PARLAD, C. K. Estrategia Corporativa. Ediciones Deusto. Pág. 19



**Gráfica 2.** Estrategia corporativa de SYNGENTA

**Fuente.** Manual de Planeación estratégica de SYNGENTA S.A. Año 2006

Como se puede observar en la gráfica; hay un primer bloque en la que se ejemplifica los mercados en los cuales se encuentra SYNGENTA en la actualidad, y las situaciones que se están presentado con las mismas; como son el bajo crecimiento en los agro/mercados; los productos que se están presentando como sustituto, el cual se puede dar por la forma como actúa sobre el campo (por contacto o sistémico); y así mismo la competencia de productos genéricos.

El segundo bloque de la estrategia corporativa se refiere a la forma cómo se conduce la organización hacia el crecimiento, que deben ser orientados hacia el consumidor, con nuevos productos y servicios, la búsqueda de nuevos clientes, los mercados que pueden ser de alto valor de acuerdo a sus estudios de mercado, y la necesidad de una rápida innovación orientada hacia el consumidor con productos de su interés.

Y el tercer bloque, que se presenta como una consecuencia del anterior, ya que es la materialización de las ideas generadas por la necesidad de entrar en nuevos mercados; diseña con herramientas tecnológicas; lo que puede convertirse en modelos de negocios, recibiendo altas recompensas en su consecución.

## **2.8 MANEJO DE NEGOCIOS**

Todas las organizaciones manejan su desempeño en los negocios de formas totalmente aisladas a las demás. SYNGENTA maneja sus dependencias de una forma particular; ya que basan toda su desarrollo organizacional en los estándares que es custodiado por HSE, es decir, toman como prioridad y como base de su gran pilar el desenvolvimiento indispensable de la seguridad en cuanto a las personas corresponde; tanto clientes como personal interno que colabora con la consecución de los objetivos.

Así mismo se encuentran organizados los otros cuatro pilares del manejo de los negocios dentro de SYNGENTA, en el que cada uno de ellos se encarga de una parte importante dentro del desarrollo de la organización, entre los que se encuentra Costo y Capital, en donde se ejemplifica claramente el área de compras como eje sobre el cual giran la economía y ahorro de capital dentro de la organización, sin dejar a un lado, las estrategias a largo plazo que se establecen para mantener dicho pilar.

Se encuentra también el pilar de los Procesos donde se establecen los pronósticos operacionales sobre los cuales trabaja la organización, bajo una planificación estructurada en el que se ejemplifica la forma como trabaja la misma.

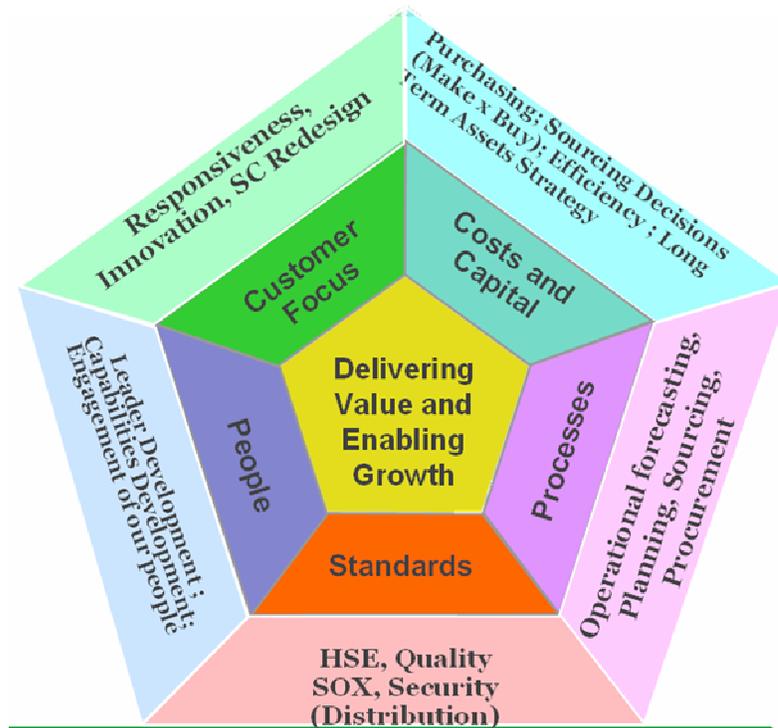
Además se encuentra el pilar de las Personas; que resulta tener no menos importancia en el manejo de los negocios; este tiene como funcionalidad colaborar

con el desarrollo de capacidades de las personas dentro de la organización, y el compromiso que se tenga por esta.

Y como último pilar se encuentra el Enfoque al Cliente, en donde se encuentra la organización comprometida el cliente en cuanto a innovación de los productos; la sensibilización de la empresa con los clientes y el rediseño de los productos cuanto resulte conveniente.

Todos los cinco pilares están acompañados de tres factores:

- ◆ **KPI's** (Key Performance Indicator): Que en español corresponde a los indicadores de desempeño; donde se evalúa a través de indicadores si se está o no, logrando los objetivos propuestos sobre cada pilar, realizado a través de la evaluación de indicadores en los PDR's por sus siglas en inglés (Plain Development Requirement), donde se establece el cumplimiento y/o incumplimiento de los procesos, comparado con los planes propuestos semestralmente, y así poder determinar los niveles de eficiencia de la organización.
- ◆ **HIGHLIGHTS:** Estos corresponden en español con las Directrices hacia las cuales se enfoca cada pilar, refiriéndose hacia el área de interés que resulta beneficiada del desarrollo de los pilares, bien sea en unidad o en conjunto.
- ◆ **PROYECTOS:** Este último factor, se refiere a los proyectos que se formulan y se gestionan dentro de cada uno de los pilares para lograr los objetivos plasmados dentro de los indicadores de desempeño.



**Grafica 3.** Manejo de negocios de SYNGENTA

**Fuente.** Manual de Planeación estratégica de SYNGENTA S.A. Año 2006

## 2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RIDOMIL GOLD MZ 68 WP

**2.9.1 Etapa de colocación de pocillos.** Es la primera etapa de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP, en la que los pocillos de medición de peso so colocados en la parte superior de la máquina llenadora por los operarios de la línea o por el cabeza de línea bajo la supervisión del área de mantenimiento, de acuerdo a las especificaciones de peso de la presentación a llenar, ajustándolos a la máquina para un mayor agarre y para evitar la salida de producto por espacios que se encuentren en el vacío.

**2.9.2 Etapa de colocación de Rollos de Aluminio.** Seguido a la línea de producción, en la fase de preparación de la máquina, se encuentra la colocación del rollo de aluminio, que forma los empaques del producto a llenar.

Se toma el rollo de la presentación a empaclar colocándolo sobre unas faldas de aluminio que rodean el ducto de caída del producto, sostenido desde la parte posterior de la máquina sobre un soporte con un eje circular.

El rollo es llevado por las faldas, pasando aproximadamente dos empaques hasta el final del ducto de salida, con el fin de darle un largo prudencial al rollo para mayor agarre y para sellado regular de los extremos del empaque.

A partir de ese momento, la maquina se encuentra en condiciones de iniciar la etapa de llenado, mientras de manera simultánea, el rollo de aluminio se va formando en empaque de producto.

**2.9.3 Etapa de llenado.** Luego que Ridomil Gold MZ 68 WP es cargado en la tolva de descargue a través de una transferencia neumática; el producto cae por gravedad a la máquina llenadora, en donde la proporción de producto a llenar es determinado por los pocillos colocados en la máquina llenadora. En ese punto se espera al momento que se inicie el descargue para el llenado de la presentación requerida, bien sea de 500, 350 o 15 gr.

Luego de seleccionada la presentación, la máquina es activada por un botón de acción de caída, en el que el producto empieza a descender por gravedad, mientras que la máquina simultáneamente forma los empaques con los rollos de aluminio colocados en la maquina llenadora con una lamina rectangular térmica que une los dos extremos del rollo y sellándolos en la parte inferior para soportar la caída del producto.

El producto empieza a descender, cayendo dentro del empaque formado, dando el peso requerido para la producción. Al momento del llenado, el empaque cae, siendo cortado por el sellado inferior del empaque siguiente. El empaque es recibido en la parte inferior de la máquina donde es transportado hasta para la etapa de sellado.

**2.9.4 Etapa de sellado.** Lo que primero se realiza luego que el empaque sale de la etapa de llenado, es acomodar el empaque, distribuyendo uniformemente el producto dentro del mismo, asegurando que el sellado se realice de la mejor forma.

Luego de esto, se toma el empaque y se le colocan dos láminas de cartón sobre el extremo a sellar colocándolos dentro de la máquina selladora térmica, que debió ser previamente calentada. Cuando el empaque se encuentra bien colocado dentro de la máquina selladora, se procede al accionamiento del pedal de acción de la maquina, donde la máquina se cierra, sellando térmicamente el empaque, dejándolo alrededor de 10 segundos aproximadamente dentro de la máquina.

Transcurrido este tiempo, se deja de accionar el pedal para retiro del empaque, donde son removidas las láminas de cartón, y transportados los empaques a la etapa posterior.

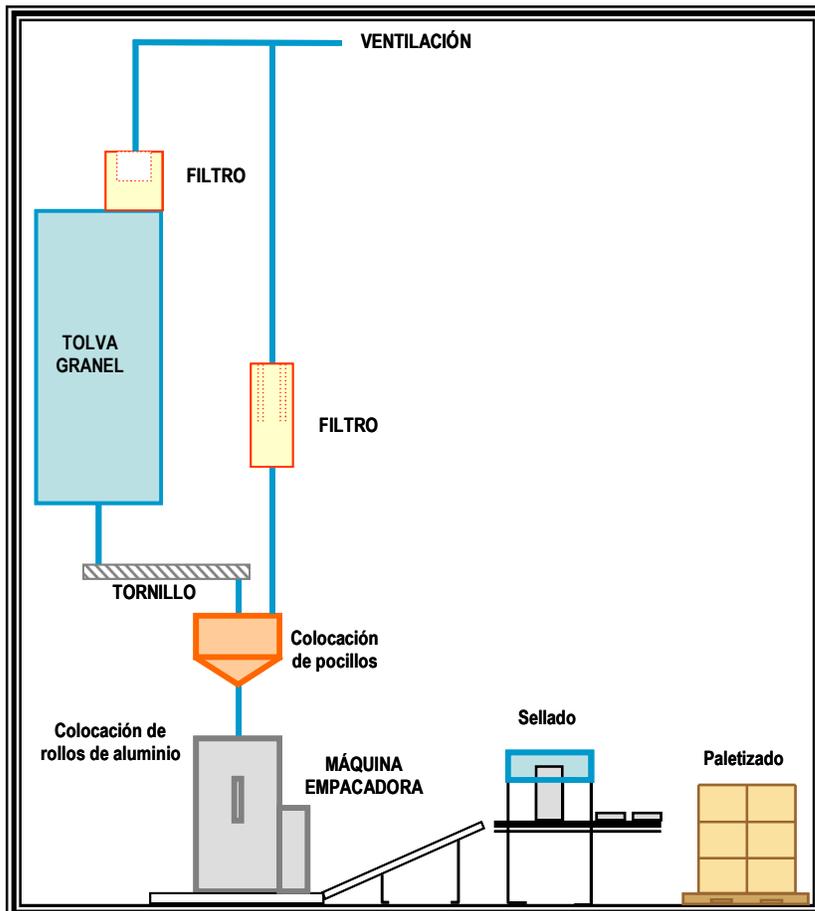
**2.9.5 Etapa de paletaje.** Luego de recibir el empaque de producto sellado, se procede a la verificación de peso, donde se examina el peso con que salió el producto de la máquina llenadora, determinando si cumple o no con las especificaciones de peso establecidas.

Si el producto es rechazado, el empaque es devuelto a la etapa de llenado, donde es reprocesado el producto; y si el producto es aceptado, se procede a la colocación del panfleto que contiene información necesaria para el manejo y uso del producto.

El panfleto es colocado sobre el empaque, luego de la remoción de una película de papel que se encuentra en la parte posterior y superior al mismo, que mantiene el pegante en buen estado antes de su utilización.

Después de la colocación del panfleto, el empaque es colocado dentro de las cajas de presentación final con el número de empaques correspondientes a la presentación llenada; con el sellado posterior de las cajas para su estibamiento.

El estibado de las cajas se realiza por filas y columnas de acuerdo al destino del producto, regido por las normatividades de cada país, forrándolas con un plástico transparente, que las recubre y ajusta, para una mejor movilización.



**Figura 2.** Flujo de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP

## 2.10 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS

SYNGENTA cuenta con una alta gama de productos para la protección de cultivos, los cuales se encuentran divididos en cuatro secciones, que son la de herbicidas líquidos, insecticidas líquidos, suspensiones concentradas y polvos mojables, donde se hallan herbicidas, fungicidas, insecticidas, entre los cuales tiene:

**2.10.1 Polvos Mojables:** En esta sección se encuentran todos aquellos productos cuya presentación es en polvo, así mismo como que su presentación es en bolsas.

- ◆ **Actara 25 WG:** Este es un insecticida, que se utiliza para el control de mosca en cultivos de tomate, melón y tabaco.



- ◆ **Amistar 50 WG:** Es un fungicida, utilizado en cultivos ornamentales, especialmente en rosas.



- ◆ **Switch 62.5 WG:** Es un fungicida, especialmente utilizado para la prevención y el control de moho en los cultivos de rosas.



- ◆ **Trigard 75 WP:** Es un insecticida en polvo que regula el crecimiento de insectos, en cultivos de cebollas, habichuela y melón.



- ◆ **Ridomil Gold MZ 68 WP:** Es un fungicida en forma de polvo mojable para la prevención y control de plagas en cultivos de papa y tomate.



**2.10.2 Suspensiones Concentradas:** En esta sección se encuentran productos líquidos con un nivel de densidad alto, debido a su composición

- ◆ **Folio Gold 440 SC:** Es una formulación tipo concentrado soluble en agua. Es un fungicida, altamente sensible dentro de la planta y de contacto.

- ◆ **Gramoxone SL:** Es un herbicida no selectivo que actúa por contacto sobre las partes verdes de las plantas.



- ◆ **Mertect 20 SC:** Es un fungicida para el control del complejo de hongos en los cultivos de banano y de plátano en la post-cosecha.



- ◆ **Mertect 500 SC:** Es un fungicida de uso agrícola, indicado para la prevención y el control de enfermedades en cultivos de arroz, que puede ser ligeramente tóxico si no se utilizan las medidas de seguridad pertinentes.



- ◆ **Daconil 720 SC:** Es un fungicida de uso agrícola extremadamente toxico, el cual debe ser recomendado y regulado por un ingeniero agrónomo.



- ◆ **Igran 500 SC:** Es un herbicida de uso agrícola en forma de suspensión concentrada, que puede ser ligeramente tóxico sin las medidas de seguridad correspondientes.



- ◆ **Gesapax 500 SC:** Es un herbicida para el control de malezas en cultivos de caña de azúcar, piña, banano, café y palma africana, que es absorbido por vía foliar y también por las raíces de las malezas.



**2.10.3 Insecticidas Líquidos:** Estos, como su nombre lo indica son productos insecticidas que se encuentran en estado líquido.

- ◆ **Actellic 50 EC:** Es un insecticida de amplio control. Controla los insectos por contacto y acción fumigante.



- ◆ **Alto 100 SL:** Es un fungicida, con propiedades preventivas y curativas, en cultivos de café.
- ◆ **Curacron 500 EC:** Es un insecticida de uso agrícola en forma de concentrado soluble que controla por contacto e ingestión.



- ◆ **Engeo 247 SC:** Es un producto del tipo suspensión concentrada. Es un insecticida de amplio espectro que actúa por contacto e ingestión.



- ◆ **Match 50 EC:** Es un insecticida indicado para el control de cultivos de algodón, maíz y tomate.



- ◆ **Score 250 EC:** Es un fungicida, recomendado para la prevención y el control de la manchas en cultivos de clavel y de cebolla.



- ◆ **Selecron 500 EC:** Es un insecticida eficaz contra insectos chupadores, recomendado cultivos de papa, habichuelas y algodón.



- ◆ **Sico 250 EC:** Es un producto en forma de concentrado emulsionable. Es un fungicida, recomendado para el control en cultivos de banano y plátano.
- ◆ **Vertimec 018 EC:** Es un insecticida de amplio espectro que inactiva los insectos, causándoles la muerte.



**2.10.4 Herbicidas Líquidos:** Estos productos son utilizados específicamente para el cuidado de las plantas en general.

- ◆ **Dual Gold 960 EC:** Es un herbicida de acción sistémica en forma de concentrado emulsionable, para el control de malezas.

- ◆ **Fusilade 2000 EC:** Es un producto tipo concentrado emulsionable que se utiliza en el control anual de malezas.



- ◆ **Rifit 500 EC:** Es un producto tipo concentrado emulsionable para el control de malezas en cultivo de arroz.

### **3. ETAPA DEFINIR**

Como se ha establecido dentro del marco teórico, la metodología para la implementación del seis sigma esta compuesta por cinco pasos que son conocidos como DMAIC, estos son: Define, measure, analyze, improve y control. La primera etapa del DMAIC es la etapa de Definir. Esta etapa se inició realizando una revisión de los reclamos y no conformidades del problema a solucionar, que posteriormente permitieron la identificación de éste.

Al final del capítulo se muestra toda la información que necesita el proyecto para ser desarrollado, tal como el alcance, la conformación del equipo y un cuadro del proyecto DMAIC que resume todo lo anteriormente mencionado acerca de la primera fase de la metodología.

#### **3.1 SELECCIÓN DE PROBLEMAS**

Para la selección del problema a analizar se realiza un estudio de todas las no conformidades que se presentaron en la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP. Basándose en no conformidades y fallas de la empresa se mostrará a continuación la forma cómo fue seleccionado el problema con mayor relevancia dentro de la línea de producción.

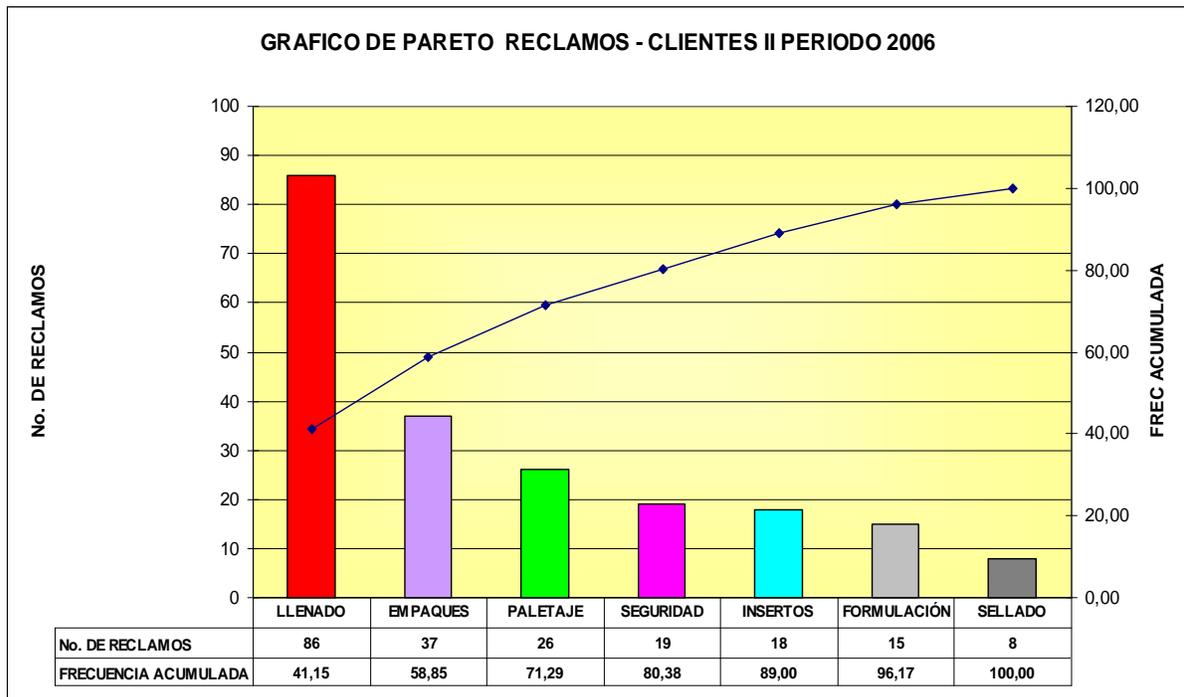
#### **3.2 RECLAMOS POR NO CONFORMIDADES**

Durante el transcurso del segundo período del año 2006 (Ver anexo 1) en Syngenta se recibieron una serie de reportes por no conformidades con el producto Ridomil Gold MZ 68 WP correspondiente a las ventas que se hicieron en esa parte del año a países de Suramérica (Chile, Venezuela, Ecuador y Perú) y a ventas nacionales, dejando a un lado el análisis de la primera parte del año 2006,

por motivos de políticas dentro de la organización, ya que resulta relevante el estudio de los reclamos realizados por los clientes por no conformidades, de forma semestral; donde se describían una serie de defectos originados en mayor proporción por el proceso productivo dentro de la planta como se muestra a continuación.



En el diagrama de pastel presentado se observan todos los reclamos (no conformidades) realizados por los clientes durante el segundo periodo del 2006, en donde se logra apreciar que el mayor número de reclamos por no conformidades hace referencia a los empaques con inexactitudes de peso y a los empaques con fugas de producto, con unos porcentajes de incidencia de 22 y 15% respectivamente. Aunque el diagrama de pastel muestra las posibles causas más representativas por las cuales se presentan las no conformidades; se considera conveniente realizar un análisis mas detallado debido a que se muestra de una forma general, donde no se puede observar a simple vista las causas por las cuales se están presentando las situaciones anormales dentro de la línea de producción. Para seleccionar cual de todos estos problemas resulta ser el más representativo o de mayor impacto dentro de la línea de producción durante el segundo periodo del 2006; se decide realizar un diagrama de Pareto, en el cual se señalan las causas primarias clasificadas con base a la sección y/o etapa del proceso a la cual corresponde. Para esto se utiliza EXCEL, como una herramienta básica dentro de análisis estadísticos. En el siguiente grafico, se muestran dichas situaciones agrupadas.



**Gráfico 5.** Gráfico de Pareto Reclamo – Clientes II Período 2006

**Fuente.** Autores del proyecto

De acuerdo al gráfico de Pareto anterior, en el cual se encuentran agrupados los reclamos por sección y/o etapa de proceso a la cual corresponde dentro de la línea de producción que, la gran mayoría de reclamos realizados por lo clientes están siendo generadas por las dos primeras causas de los problemas, que son correspondientes a las etapas de llenado y empaque, que corresponden a un 41.15 y 58.85% respectivamente.

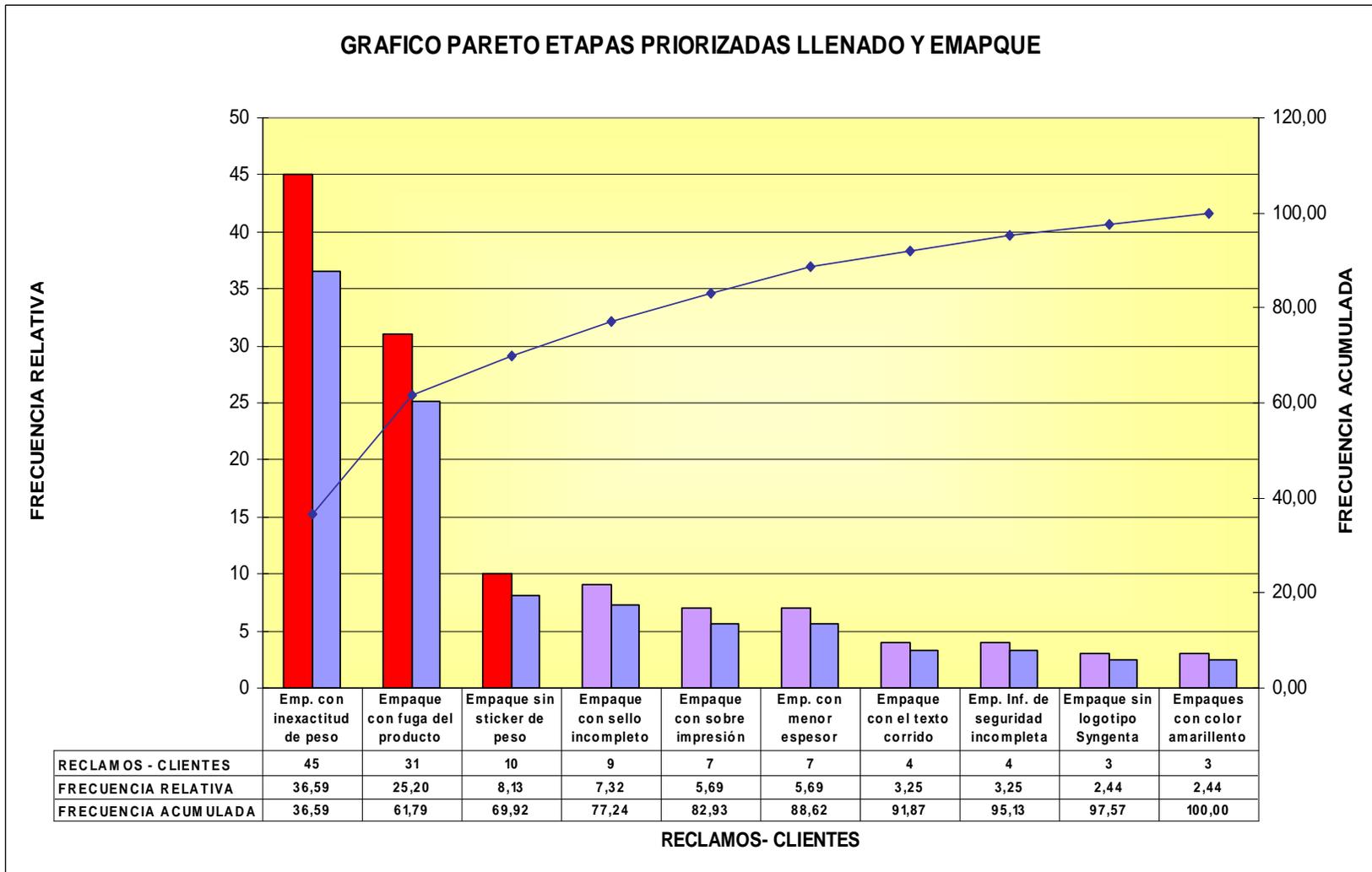
Luego de haber identificado las dos causas más representativas con base a la mayor cantidad de no conformidades de acuerdo a la frecuencia de reclamos, reportadas por los clientes dentro de la priorización de causas, se procede a indagar acerca de la procedencia de las no conformidades en las etapas de llenado y de empaque, y de la participación de cada uno de ellos dentro de la línea

de producción. Para dar continuidad, se empieza a analizar los reclamos de la etapa de llenado y la etapa de empaque de una manera más específica, en el que se deje al descubierto las razones por las cuales se presentan fallas en dichas etapas.

### **3.3 PRIORIZACIÓN DE CAUSAS**

Dentro del desarrollo de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP, se pueden presentar no conformidades durante el proceso, las cuales pueden no afectar el normal funcionamiento o, lo que generalmente sucede, se detiene mismo hasta su corrección.

Se realiza un análisis complementario entre la etapa de llenado y la de empaque, de acuerdo a la selección de causas mas relevantes realizadas anteriormente, a través de un gráfico de Pareto, donde se desglosen de forma individual, todos y cada una de los motivos por los cuales se presenta mayor incidencia de reclamos por no conformidades entre estas, con el fin de establecer una priorización de causas entre las señaladas (Ver anexo 2).



**Gráfica 6.** Gráfico de Pareto Etapas Priorizadas Llenado y Empaque

**Fuente.** Autores del proyecto

De acuerdo al gráfico de Pareto, en la cual se muestran las causas por las cuales hay fallas en las etapas más prioritarias dentro de la línea (llenado y empaque), que la comparación entre los reclamos de los clientes y las observaciones realizadas a nivel interno, dan como resultado el hecho que las tres razones de mayor relevancia hacen parte de la etapa de llenado, entre las cuales encontramos los empaques con inexactitud de peso, con una incidencia de 45 reclamos, los empaques con fugas de producto con 31 reclamos registrados y los empaques sin sticker de peso con 10 reclamos a su favor. Con base en esto se puede concluir que la etapa del proceso a analizar dentro de la línea para la implementación de la metodología DMAIC, es la etapa de llenado.

Como complemento a esto, se puede decir que las causas correspondientes a la etapa de empaque tienen una incidencia cercana a la de empaques sin sticker de peso, como los son los empaques de producto con sello incompleto, los empaques de producto con sobreimpresión, los empaques con un menor espesor con 9, 7 y 7 reclamos respectivamente, lo que indican que pueden ser objeto de análisis y a su vez, por su representación que son atribuibles a los proveedores de la organización, pero que se obvia en términos de análisis por tener proyecto un alcance de análisis interno de la organización.

Adicional a esto, se puede agregar que los reclamos atribuibles a factores externos, pueden ser controlados en la medida que se gestionen con los proveedores de material de empaque; ya que se hace notar dentro de las no conformidades que, los empaques tienen un color amarillento, los empaques con sobreimpresión, o sin el logotipo de SYNGENTA, entre otras causas; lo que muestra aún más claramente que la etapa del proceso a analizar es la correspondiente a la de llenado.

En el gráfico de reclamos del segundo periodo de 2006 (Ver gráfica 4) por no conformidades realizadas por los clientes, se puede apreciar cuales son los defectos correspondientes a la etapa de llenado que se presentan con mayor frecuencia, entre los cuales se encuentra: empaques con fugas de producto, empaque sin sticker de peso y empaque con inexactitud de peso. Aunque se determinó que la etapa de proceso a ser objeto de estudio es la de llenado, no es suficiente conocer de forma general cuáles son las causas de éste, si se desea dar solución a la situación; sino que resulta necesario establecer un análisis entre las fallas presentadas en la etapa de llenado durante el segundo periodo del 2006, con el fin de establecer la relevancia de cada una de ellas en el desarrollo del proceso a través de un gráfico de pareto.

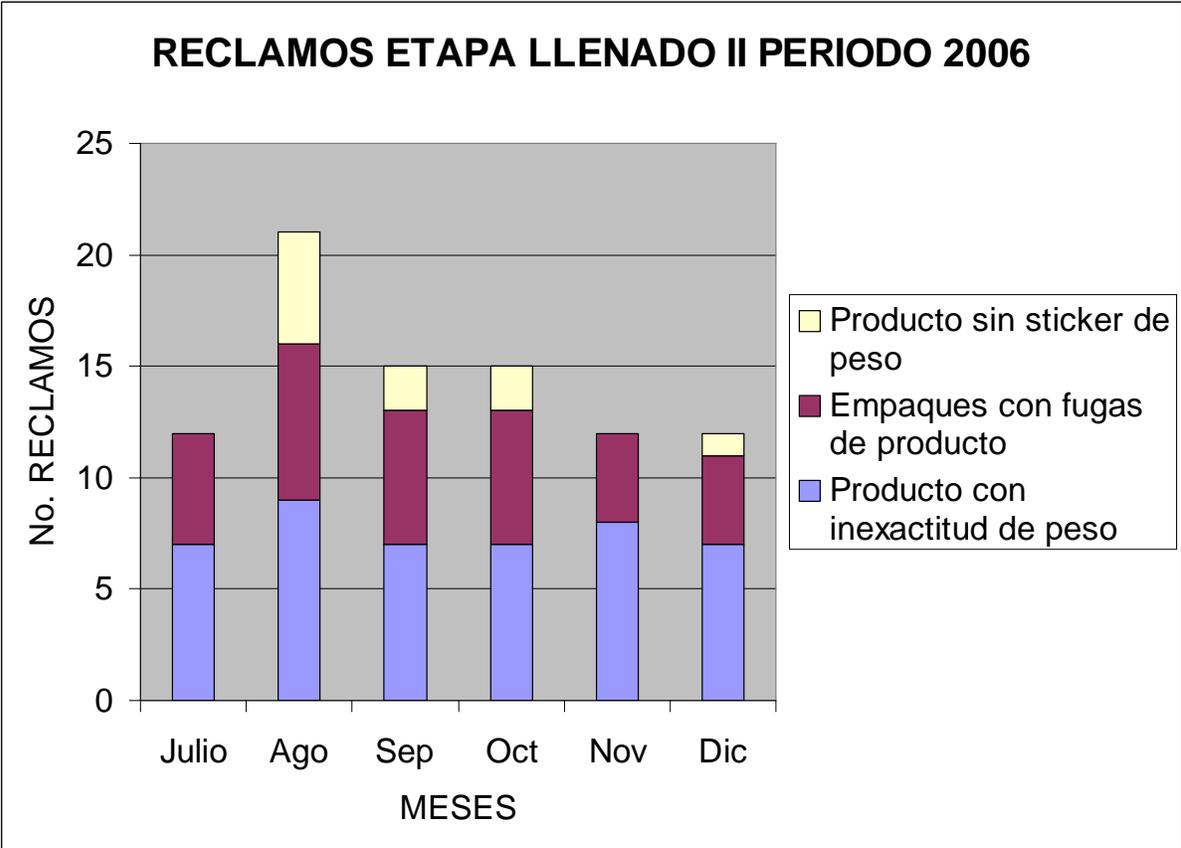
### **3.4 JUSTIFICACION DE LA SELECCIÓN DEL DEFECTO DE MAYOR IMPACTO EN LA ETAPA DE LLENADO**

De acuerdo con lo que se ha mostrado anteriormente, en donde se establece que la etapa de llenado representa en forma conjunta, un 69.92% de los reclamos por parte de los clientes; se decide escoger la etapa de llenado, por razones, donde se detalla que, es la etapa del proceso donde se ve el mayor valor agregado al producto, por ser este el que determina el peso del producto en el empaque. Esta etapa es considerada como crítica, ya que si el llenado no se realiza correctamente este puede conllevar a la devolución del producto por parte del consumidor.

Además de la periodicidad con que se presentan los reclamos, la selección de esta etapa de proceso entre las demás se basó en la mala imagen que puede generar un producto sin las características de calidad deseada en el consumidor. No es solo cuestión de calidad, sino también la imagen que la organización ha creado con sus productos ante la sociedad en general, bien sea a nivel nacional o

del mercado internacional, que representa un gran porcentaje dentro del mercado agropecuario, lo cual afectaría aún más la imagen de la empresa.

Con la intención de determinar cual de los reclamos dentro de la etapa de llenado es el que representa el mayor impacto, el cual será la elegida como objeto de estudio, se presenta el siguiente histograma de frecuencias combinadas en el que se muestra la frecuencia de dichos reclamos durante el segundo periodo del 2006.



**Grafico 7.** Reclamos etapa de llenado II Periodo 2006

De acuerdo al histograma de frecuencias combinadas, donde se señalan todos los defectos que se presentan en la etapa de llenado, se ve de forma clara que el

problema con mayor incidencia es la inexactitud de peso dentro de los empaques en la presentación final.

Este hecho se da a conocer claramente, ya que si se establecen criterios para la selección, se puede agregar que el problema de los empaques con fugas de producto se podría atribuir a los proveedores, siendo que en la medida que los empaques no cumplan con los requerimientos exigidos por la empresa, se permanecerá fugando el producto, lo que daría como resultado que no aplica dentro del estudio; y por otra parte, los empaques sin sticker de peso, va a depender directamente de las capacidades adquiridas por el operario dentro de la empresa, de acuerdo a las capacitaciones que estos hayan recibido por parte de la organización, lo que nuevamente llevaría a que no sería un problema factible a evaluar; lo que deja al descubierto la razón que ya se había señalado anteriormente.

Para dar continuidad a este análisis, se concluye que los diferentes reclamos y no conformidades reportados por los clientes y por el área de calidad de la empresa da lugar a elegir como objeto de estudio el relacionado con la inexactitud de peso en los empaques de producto debido a, la frecuencia con la que ha presentado el reclamo en el segundo periodo del 2006, el ser una etapa de proceso crítica dentro del desarrollo de la línea y el impacto sobre la empresa. Sin dejar a un lado que, es la etapa que da lugar a la mayor recolección de datos.

Después de haber determinado a través de las gráficas anteriores, la situación específica a analizar establecida como inexactitud de peso en el empaque, el siguiente paso consiste en investigar cuáles son las posibles causas por las que se presentan estos reclamos en la organización.

Por último, se presenta el cuadro del proyecto a analizar, en el que se describen el proyecto, su alcance, junto con los objetivos a alcanzar y los miembros que participarán en su desarrollo.

<b>CUADRO DE PROYECTO DMAIC</b>	
<b>Título del Proyecto:</b> Propuesta de mejora de la línea de producción Ridomil Gold MZ 68 WP	
<b>Jefe de proyecto:</b> Ing. Erick Machacón – Gerente de Producción	<b>Miembros del equipo:</b> Erick Machacón – Gerente de Producción Edgar Osorio – Sup. de sección WP Leonor Vargasnegras – Cabeza de línea Dayle Gutiérrez Harlin Torres
<b>Caso de negocio:</b> La línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP representa un mercado clave para el desarrollo de SYNGENTA. Las devoluciones debidas a la inexactitud de peso en el producto, por las continuas quejas por parte de los clientes, genera sobrecostos en la empresa	
<b>Declaración del problema:</b> Con base a los reclamos de la etapa de llenado (Ver anexo 1) e identificado la inexactitud de peso como el un problema relevante dentro de la etapa; se hace necesario analizar el problema y buscar mejoras para este. Adicionalmente estos reclamos que se siguen presentando están generando una mala imagen de los productos y de la empresa.	<b>Declaración del objetivo:</b> Identificar la causa o causas raíz que producen las ausencias de peso en los productos; para así, realizar propuestas de mejoras que permitan su eliminación y la optimización de la línea de producción Ridomil Gold MZ 68 WP
<b>Alcance del proyecto:</b> El equipo desarrollará las primeras cuatro etapas de la metodología DMAIC, hasta la propuesta de mejora. No se dispone de dinero para la compra de nuevo equipamiento ni tampoco para asignar gente nueva a la actividad.	<b>Parte interesadas:</b> SYNGENT A S.A. Miembros del equipo

**Cuadro 3.** Cuadro de proyecto DMAIC

Fuente. Las claves practicas del Seis Sigma. Pande, Peter. Pág. 99

## 4. ETAPA DE MEDICIÓN

### 4.1 SISTEMA DE MEDICIÓN

La intención de este proyecto es realizar un análisis de las causas reales de una situación que ha sido llamada “Inexactitud de peso”, la cual se ha estado presentando en la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP en SYNGENTA S.A. Esta medida ha sido definida como continua debido a que es una medida que posee datos continuos, en los que se presentan dos cifras decimales significativas para comprensión del estudio.

Para establecer la cantidad de empaques con inexactitud de peso se utilizó una balanza de precisión digital que tiene como objetivo pesar y medir cantidad de masa pequeñas, con medidas representativas de dos unidades decimales. En los momentos en los cuales los empaques muestren una cantidad inferior a la establecida, el operador determina que el empaque debe ser devuelto a la etapa de llenado para su reproceso. Esta medida se expresa en gramos, y es la variable que permite determinar cuando se presentan problemas por inexactitud de peso.

En las figuras 2 y 3 se puede observar el equipo que se utiliza para la medición de la cantidad de masa en los empaques y en las cajas.



**Figura 2.** Balanza digital

Así mismo, para el caso de las medidas de peso y masa de las cajas de producto terminado, se utiliza una báscula digital, en donde se establece como medida representativa la de dos cifras decimales, para facilidades de estudio y comprensión.



**Figura 3.** Báscula digital

Cabe aclarar que en el estudio se realizaron mediciones a la presentación de 500 gramos. La razón por la cual solo se tomó esta presentación se debe a que es la presentación que la empresa solicitó que se le hiciera el estudio, por ser la presentación que se estuvo llenando durante el periodo de tiempo que se haría el muestreo.

#### **4.2 PLAN DE MUESTREO**

Con el fin de determinar la cantidad de empaques con inexactitud de peso a muestrear y la probabilidad de éxito o fracaso ( $p$  y  $q$ ) que corresponde a proporciones de 94 y 6%, respectivamente, se realizó una premuestra de 70 empaques de producto durante 5 días en turnos diurnos (10%) correspondiente a

la producción total de Ridomil Gold MZ 68 WP durante el mes de Octubre de 2006, ya que fue el mes en que se inició el estudio dentro de la organización. De esta manera se calcula el número de empaques con inexactitud de peso a los cuales se le realizaron mediciones.

Debido a que la población es conocida se utiliza la fórmula para el cálculo de la muestra.

$$n = Z_{\alpha}^2 * \frac{N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población: Plan de producción de Octubre de 2006. 703 empaque de Ridomil Gold MZ 68 WP

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

Z = Valor correspondiente a la distribución Gaussiana: 1.96 para  $\alpha = 0.05$

En el momento que se toma la premuestra de 70 empaques se encontraron 11 empaques no conformes por inexactitud de peso, dando un total de 59 empaques sin problemas de inexactitud de peso. Tomando como base la información, se calculó el valor de la probabilidad de éxito “p” y la probabilidad de fracaso “q”, señalados en la fórmula.

Además que, e = Porcentaje de error = 3% por confiabilidad en los resultados.

➤ Para e = 0,03

$$n = (1,96)^2 * \frac{703 * 0,94 * 0,06}{(0,03)^2 * (703 - 1) + (1,96)^2 * 0,94 * 0,06}$$

n= 180 unidades (un 25,60% de la producción del mes de Octubre)

➤ Para e =0,05

$$n = (1,96)^2 * \frac{703 * 0,94 * 0,06}{(0,05)^2 * (703 - 1) + (1,96)^2 * 0,94 * 0,06}$$

n= 78 unidades (un 11,09% de la producción del mes de octubre)

➤ Para e =0,1

$$n = (1,96)^2 * \frac{703 * 0,94 * 0,06}{(0,1)^2 * (703 - 1) + (1,96)^2 * 0,94 * 0,06}$$

n= 22 unidades (un 3,12% de la producción del mes de octubre)

En lo que se puede observar anteriormente en los cálculos, se muestra que el resultado mas obvio es el primero, el cual corresponde al un error del 3%, ya que este incorpora un mayor porcentaje de la población que es el objeto de estudio

En relación a que se cuenta con 70 empaques como premuestra, se puede establecer el tamaño de la muestra a partir de los 70 empaque recogidos previamente y recolectar las muestras restantes. Lo que indica que de los 180 empaques calculados a muestrear, solo es necesario recolectar 110 muestras, debido a que ya se cuenta con 70 empaques analizados.

Con la intención de obtener la mayor cantidad de datos útiles para análisis, se decide anexar los 70 empaques de la pre-muestra a los 180 calculados de la muestra; dando como resultado un tamaño de la muestra de 250 empaques.

Todas las muestras recolectadas se encuentran en el anexo 3.

Para esta etapa de medir se manejó un muestreo de forma aleatoria; esto se hizo con el fin de aminorar las posibilidades de incluir sesgos que puedan afectar la etapa de analizar más adelante.

#### **4.3 DEFINICIÓN DE LA MEDIDA**

El objetivo de definir la medida se encuentra en dar claridad en la recolección de datos por parte de los involucrados al momento de la recogida, teniendo en cuenta la correcta comprensión de lo que se desea medir, lo que puede no ser la medida, cómo funciona la medida y su definición básica.

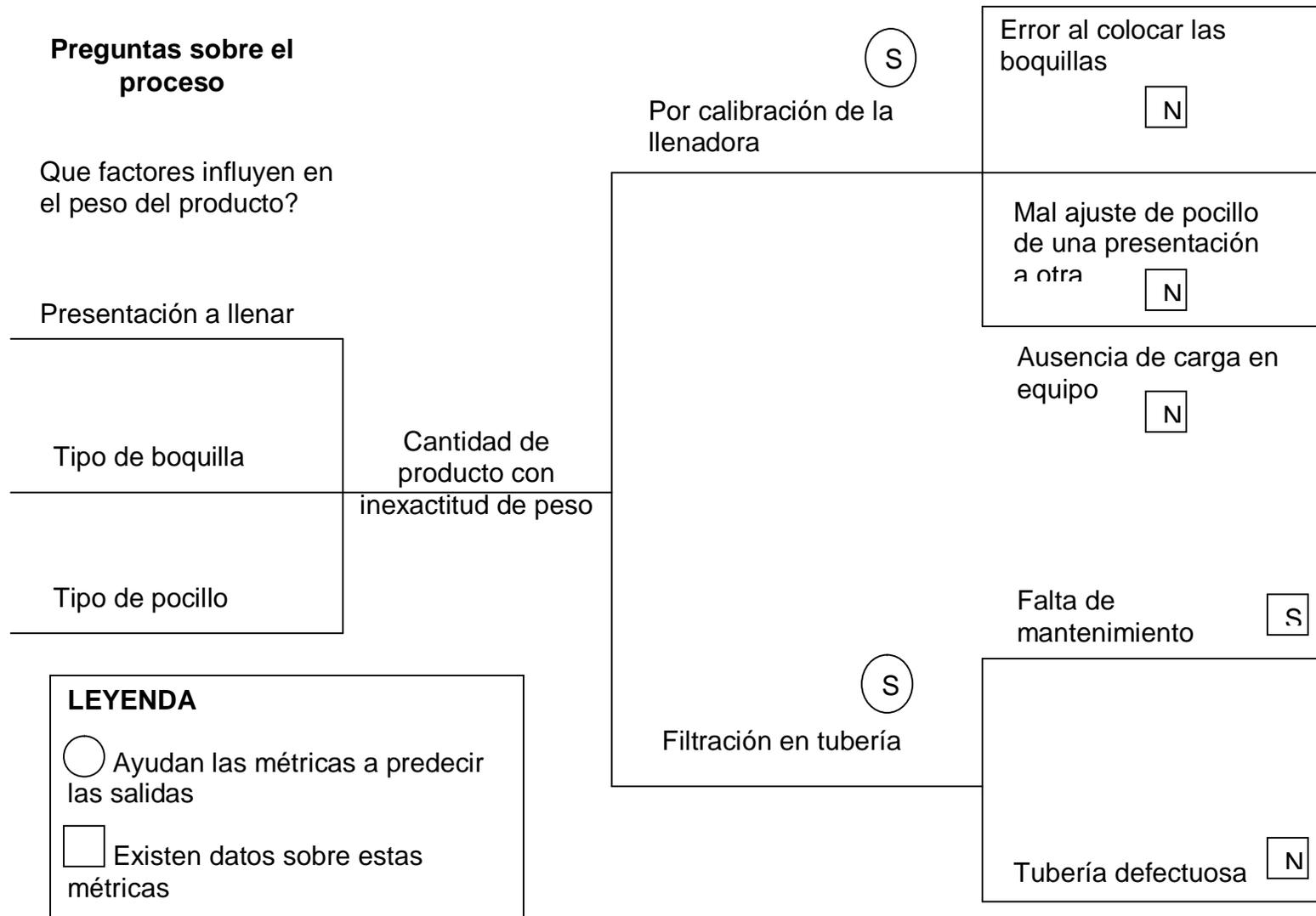
<b>Definición operativa de la etapa de llenado</b>	
<b>Elementos</b>	<b>Definición</b>
<b>Lo que se intenta medir</b>	Cantidad de empaques con inexactitud de peso.
<b>Lo que no es la medida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Empaque sin sticker de peso</li> <li>◆ Empaques sin logo de SYNGENTA</li> <li>◆ Empaques con pliegues doblados</li> </ul>
<b>Definición básica de la medida</b>	<p>Empaque con ausencia o exceso de peso de producto.</p> <p>Se establece como producto no conforme todo aquel que se encuentre por encima o por debajo de los límites de peso establecidos, que están entre 520 y 480 gramos (Ver anexo 3).</p>
<b>Como tomar las medidas (en detalle)</b>	<p>A través de una balanza y una báscula digital que mide la cantidad de peso y masa de un cuerpo se determina el comportamiento de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP.</p> <p>En el caso de la etapa de llenado (objeto de estudio), las balanzas son utilizadas para el pesado del producto luego de ser sellados, como también mide la cantidad de masa en las cajas de productos empacados.</p>

**Cuadro 4.** Definición operativa de la etapa de llenado

**Fuente.** Las claves prácticas del Seis Sigma. Pande, Peter. Pág.158

Adicional al cuadro de definición operativa de la etapa de llenado, se encuentran otras herramientas para la identificación de medidas relacionadas con los requisitos de los clientes, entre los cuales se encuentra el árbol CTQ, cuyo objetivo es el de relacionar la medida con una salida importante del proceso.

Utilizando el árbol CTQ como otra herramienta para el análisis de este estudio, se logró la siguiente relación:



**Diagrama 1.** Árbol CTQ de la evaluación de medidas

Con el árbol de evaluación de medidas se pudo identificar las variables principales al momento de la ejecución de la línea de producción. En esta se establece la relación existente entre las posibles causas que ocasionan los defectos con la situación que es objeto de estudio. De esta se contemplan tres ramificaciones y a partir de ahí sus relaciones. Lo relevante del árbol CTQ son las consignas dentro de los círculos y cuadros, lo que muestra que causas pueden ser analizadas.

Adicional a esto, se realiza una hoja de trabajo para la definición operativa, que hace alusión a la descripción clara y comprensible de lo que se va observar y medir, utilizada por los miembros del equipo en donde presentan sus propuestas y observaciones para una mejor definición de la medida.

Hoja de trabajo para la definición operativa de la etapa de llenado
<p><b>Lo que se esta midiendo:</b></p>
<p><b>Parte 1.</b> Lista de comprobación</p> <p>La medida esta definida como “Cantidad de producto con inexactitud de peso”.</p> <p>La medida incluye que se debe manejar límites de control de peso entre 520 y 480 gramos. Y a su vez no incluye empaque sin stickers de peso, sin logos de SYNGENTA, o con pliegues doblados, etc.</p>
<p><b>Parte 2.</b> Sugerencia para la lista de comprobación</p> <p>Ninguna</p>
<p><b>Parte 3.</b> Definición revisada</p> <p>La definición operativa de la medida fue revisada por los miembros del equipo: Erick Machacón (Gerente de Producción) y Edgar Osorio (Supervisor de WP)</p>
<p><b>Parte 4.</b> Utilización de la definición operativa</p> <p>La definición operativa fue utilizada por Yolima Ebratt (Coordinadora de Calidad), de ahí se pudo observar que en el transcurso de la realización de pruebas preliminares, es necesario identificar cuando se pueden presentar fugas en la máquina de llenado, a causa de la mala colocación y ajuste de los pocillos en la máquina.</p>

**Cuadro 5.** Hoja de trabajo para la definición operativa

**Fuente.** Las claves prácticas del Seis Sigma. Pande, Peter. Pág.159

#### **4.4 TIPO DE MUESTREO**

El tipo de muestreo a utilizar será por etapas del proceso dentro de la línea de producción debido a que resulta innecesario realizar un análisis a las salidas de las demás etapas del proceso. Se escoge este tipo de muestreo porque permite que se evalúe la etapa de llenado en su totalidad, en la medida que el producto vaya siendo llenado, a través de muestras continuas de los lotes producidos.

El propósito de la selección de tipo de muestreo se debe a establecer una forma precisa de la recolección de la información y como consecuencias las causas del problema, contando que se dará mayor claridad de la no conformidad.

#### **4.5 ESTRATEGIA DE MUESTREO**

Una forma de establecer los grupos de muestra es a través de las hojas de trabajo para el muestreo de datos continuos o discretos de un proceso utilizado por la metodología recolectado información acerca del proceso así como de los datos que serán suficientes para obtener las conclusiones deseadas.

a. Que se esta contando (la unidad)?

Número de empaques con inexactitud de peso

b. Cuantas unidades se procesan?

El plan de producción mensual es lo que dictamina la cantidad de producto a producir mensualmente, estableciendo así la cantidad exacta de producto a formular y empaquear, acorde a la presentación y al destino, lo que resulta casi imposible la cantidad exacta de producto formulado y empacado diariamente. Esta cantidad dependerá en todos los casos en el mes que se produzcan, por

el comportamiento de los cultivos en las diferentes épocas del año. De este modo, se establece un mínimo de producción diario para el cumplimiento del plan de producción.

c. Cual es la medida?

Peso en los empaques

d. La medida es continua o discreta?

La medida se define como discreta

e. Qué proporción de unidades se estima que contiene la característica que se esta midiendo?

De acuerdo a los registros de la mediciones en la premuestra se ha estimado que la proporción de unidades defectuosas es del 6%.

Luego de haber obtenido esta información se sigue con la determinación de la estrategia de muestreo. Y para este caso específico, debido a que el proceso genera más de 10 empaque de producto diario, por lo que resulta necesario aplicar un muestreo diario, tomando como medida el muestreo de 15 empaques diarios. Con base a estos datos se pudo determinar que para cumplir con las 180 muestras calculadas, es necesario realizar un muestreo durante 12 días.

El sistema de fabricación de la empresa es muy variable debido al plan de producción y a los demás productos que requieran ser llenado en la máquina acorde a la demanda, falla de material, entre otros, lo que indica que existen casos en los que no es posible cumplir con el plan. Por este motivo se hizo necesario tomar muestras de lo que se hacia en el día que se producía el producto. Lo que consideró necesario realizar la recolección de las muestras diarias durante 15

días, por hacerse el estudio un poco prolongado por las situaciones antes descritas.

### Hoja de trabajo para el muestreo de procesos, datos continuos y discretos

#### 1. Perfil inicial de los datos

- A. ¿Qué se está contando (la unidad)? Cantidad de empaques con inexactitud de peso
- B. ¿Cuántas unidades se procesan: al mes? 703 empaques ó 70 cajas
- C. ¿cual es la medida? Volumen de los empaques
- D. ¿Es  continua?  discreta?
- E. ¿Que proporción de las unidades estima que contiene la característica que se está midiendo? 0,06 (6%)
- E. ¿Cuántos (ciclos) se producen por día o por semana? 1 turno diurno

#### 2. Determinación de la estrategia de muestreo

En vista que se producen más de 10 empaques al día resulta necesario realizar un muestreo diario.

El tamaño de la muestra fue determinado a través del calculo del tamaño de la muestra: 180 empaques

La estrategia de muestreo que se utilizó se hizo con el fin de evitar sesgos que pudiera tener la muestra y afectar el análisis de los datos; utilizando un muestreo aleatorio en el que los empaques muestreados fueran tomados en diferentes tiempos y casual

**Cuadro 6.** Hoja de trabajo para el muestreo de procesos, datos continuos o discretos

**Fuente.** Las claves prácticas del seis sigma. Pande, Peter S. Pág.163

## 4.6 CÁLCULO DE LOS NIVELES SIGMA PARA LA ETAPA DE LLENADO

El cálculo del nivel sigma de un proceso se debe basar en la definición de los defectos, en la determinación de su número, motivos por los cuales se puede presentar un defecto, entre otros, y así poder calcular un valor exacto del comportamiento del proceso. El cálculo del nivel sigma, el cual es el indicador de comportamiento del proceso estudiado y este se puede ver en la siguiente hoja de trabajo.

### Hoja de trabajo para el cálculo de Sigma

Hay varias formas de determinar los niveles sigma de un proceso. Las etapas que siguen utilizan el método mas simple, basado en el numero de defectos que se producen al final de un proceso (lo que generalmente se llama <<Sigma del proceso >>).

#### **ETAPA 1. Seleccione el proceso, la unidad y el requisito**

- ✚ Identificación del proceso a evaluar: Etapa de llenado
- ✚ ¿Qué se genera del proceso? La salida de la etapa de llenado es el producto empacado en bolsa.
- ✚ ¿Cuáles son los requisitos del cliente para evaluar el proceso? Los empaques (bolsas) deben mantenerse en un peso entre 480 y 520 gramos.

#### **ETAPA 2. Definición de los <<defectos>> y el <<número de oportunidades>>**

- ✚ Basándose en los requisitos señalados anteriormente, se realiza un lista de los posibles defectos que se pueden presentar en una sola unidad, como son:  
Plazo de terminación incumplido, tamaño del empaque inadecuado, falla

del proceso de colocación de pocillos, fallo del proceso de colocación de boquillas.

- ¿Cuántos defectos pueden hallarse en una sola unidad? El número de defectos que pueden presentarse son 2: Exceso y falta de peso en el empaque y fuga en la tubería.

### **ETAPA 3. Recolección de datos y cálculo de índice DPMO (Defectos por millón de oportunidades).**

- Luego de la recolección de datos al final del proceso, los resultados fueron los siguientes: 250 empaques inspeccionados, con un total de 35 defectos.
- Determinación total de las oportunidades de los datos reunidos:  
Número de oportunidades contabilizadas \* oportunidades:  $250 * 2 = 500$   
total de oportunidades
- Calculo de los defectos por millón de oportunidades:  
(número de defectos contabilizados / total de oportunidades) \*  $10^6$ :  
 $(35 / 500) * 10^6 = 70000$  DPMO

### **ETAPA 4. Conversión del DPMO en el nivel sigma**

- Utilizando la tabla de conversión e interpolando se los valores se obtuvo el siguiente resultado:  $2.775\sigma$  (ver anexo 4)

### **Cuadro 7. Hoja de trabajo para el cálculo del nivel sigma**

**Fuente.** Las claves prácticas del seis sigma. Pande, Peter S. Pág. 167

El nivel sigma representa el número de defectos esperados si se tuviera un defecto por millón de oportunidades (DPMO) (Ver anexo 2). Como se logra observar el nivel sigma calculado muestra un valor de  $2.775\sigma$ , la cual esta basado en la tabla de conversión sigma que tiene como connotación que el proceso analizado tiene un rendimiento del 93%, un porcentaje relativamente conforme con

el desarrollo de cualquier organización de poco reconocimiento y trayectoria. Comparando estos valores con el número de defectos recibidos por los clientes y por la continuidad con la cual se presentan, dista de ser un valor de análisis y atención.

La intencionalidad de calcular el valor del nivel sigma es la de establecer un punto de comparación entre la situación actual o pasada, con la situación que se desea esperar, luego de realizadas las mejoras, por motivos de alcance este proyecto no mostrará la comparación entre estas dos situaciones, pero se le facilitará a la empresa tener un punto de comparación para su evaluación que surjan del estudio.

## **5. ETAPA DE ANALIZAR**

El propósito de la etapa de Análisis dentro de la metodología DMAIC, es la del desarrollo de las herramientas estadísticas para el estudio de los datos y los procesos tales como gráficos de tendencia, diagramas de Pareto, diagramas causa – efecto, mapas de procesos, histogramas, diagramas de flujo, etc.; todas estas se realizan con el fin de estudiar los datos recolectados en la etapa de medición y así lograr una selección y una verificación de la causa o causas raíz del problema.

### **5.1 HIPOTESIS INICIAL**

El análisis de datos se inicia con la formulación de hipótesis por parte del equipo de trabajo de la organización con la ayuda de un Brainstorming, de donde salieron diversas opiniones, llegando a tres hipótesis conjuntas, las cuales son consideradas por estos como las causas principales por las que se presentan los problemas de inexactitud de peso en los empaques de Ridomil Gold MZ 68 WP en SYNGENTA S.A. Las hipótesis que se poseen son las siguientes:

- Hipótesis 1: En el proceso de colocación y ajuste de los pocillos en la máquina llenadora, resulta necesario la supervisión y acompañamiento de los técnicos del área del mantenimiento para la colocación de los pocillos de medición; lo que en muchas ocasiones genera dificultad, por las otras actividades que estos desempeñan; lo que conlleva a que los cabeza de línea realicen el cambio de los pocillos sin la ayuda y supervisión de los técnicos.

- Hipótesis 2: En el instante de tiempo donde el operario realiza la pulsación de caída del producto, el sistema de cerrado automático luego del llenado en constantes momentos no cierra la boquilla cuando el ciclo que debe hacerlo, sino que por el contrario cierra el ciclo antes o después que el empaque tenga el producto requerido, lo que lleva a que el producto salga con más o menos peso del requerido.
- Hipótesis 3: Otra de las situaciones que se presenta es la de sellado en la etapa de llenado; este proceso lo realiza la máquina llenadora, luego de cumplido el ciclo de llenado, en el que sella el empaque con un par de pastilla térmicas que reposan al final de la máquina, las cuales sellan los empaques sin haberse cumplido el ciclo de llenado, lo que causa que el producto se derrame.

## 5.2 ANALISIS DE DATOS Y PROCESOS

Para lograr tener una conclusión segura acerca de las causas o causa raíz del problema, en esta fase los datos y los procesos en general serán afrontados en los siguientes tres puntos:

- **Exploración.** Durante esta etapa se estudiaron todos los datos recolectados en la fase de medición, esto con el fin de descubrir rastros recónditos sobre los problemas; de la misma forma se desarrollaron mapas de procesos que mostraron lo que realmente sucedía en este.
- **Generación de hipótesis.** Mediante las conclusiones conseguidas en la etapa de exploración y a través del uso de herramientas estadísticas se logró obtener ideas claras sobre las causas los defectos.

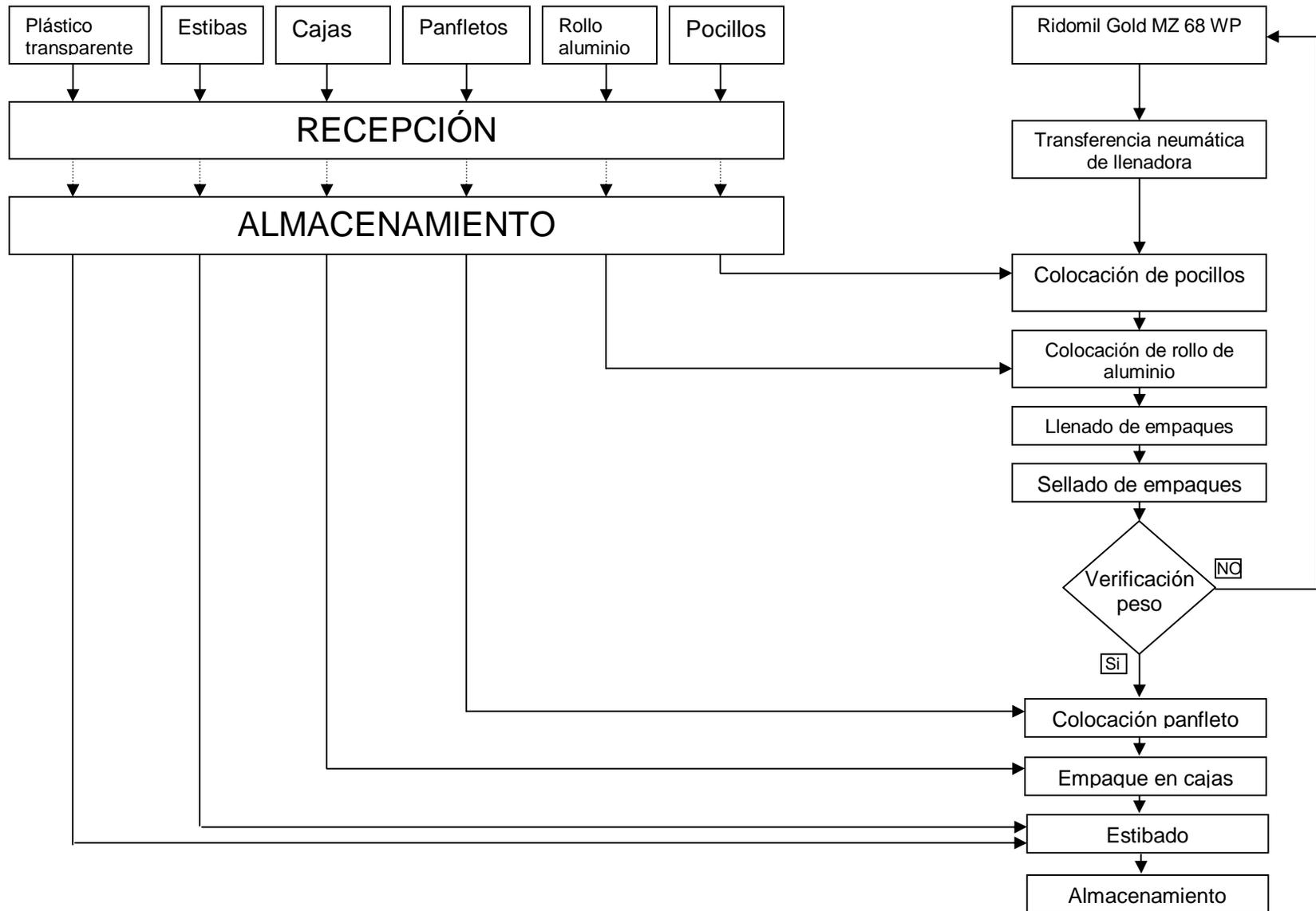
- **Selección y verificación de la(s) causa(s).** Utilizando los datos y experimentaciones más detalladas que aprueben las causas seleccionadas en la etapa anterior se logró llegar a la causa o causas raíz del problema.

## **5.2.1 Análisis de Procesos**

**5.2.1.1 Fase de Exploración.** Durante el desarrollo de esta etapa de la metodología se hizo uso del diagrama SIPOC, diagramas de flujo, diagramas causa – efecto y mapas de proceso con el fin de analizar de forma minuciosa el proceso y obtener confiabilidad de la causa o causas que sean seleccionada como las más representativas en la generación del defecto de inexactitud de peso en los empaques; y a su vez determinar que las hipótesis utilizadas por el personal de la planta y que se mencionaron al principio de esta etapa son ciertas o falsas.

Para finalizar, con la ayuda de estas herramientas nombradas anteriormente y mediante un proceso de análisis detallado de todas las causas o defectos que puedan afectar en mayor o menor grado al problema, se efectuó la selección de la causa o causas raíz que afligen de una u otra manera más significativa al problema específico (inexactitud de peso en los empaques). Como primera medida para la selección de causa o causas del problema se empieza esta fase a través de un análisis detallado del proceso para línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP. El siguiente diagrama de permitió analizar más a fondo el proceso e identificar oportunidades de mejora.

**Diagrama 2.** Diagrama de Flujo de la línea de empaque de Ridomil Gold MZ 68 WP



### **5.2.1.2 Resultado del Análisis del Diagrama de Flujo**

Viendo de una forma muy general y luego de haber consultado conjuntamente con los operarios de la línea de Ridomil Gold MZ 68 WP cada una de las actividades del diagrama de flujo se obtuvo ciertos problemas no sólo a nivel de esta línea si no de toda la sección de producción que hace que en ocasiones se dificulte el funcionamiento de la línea en cuestión; estos problemas fueron descritos de la siguiente manera:

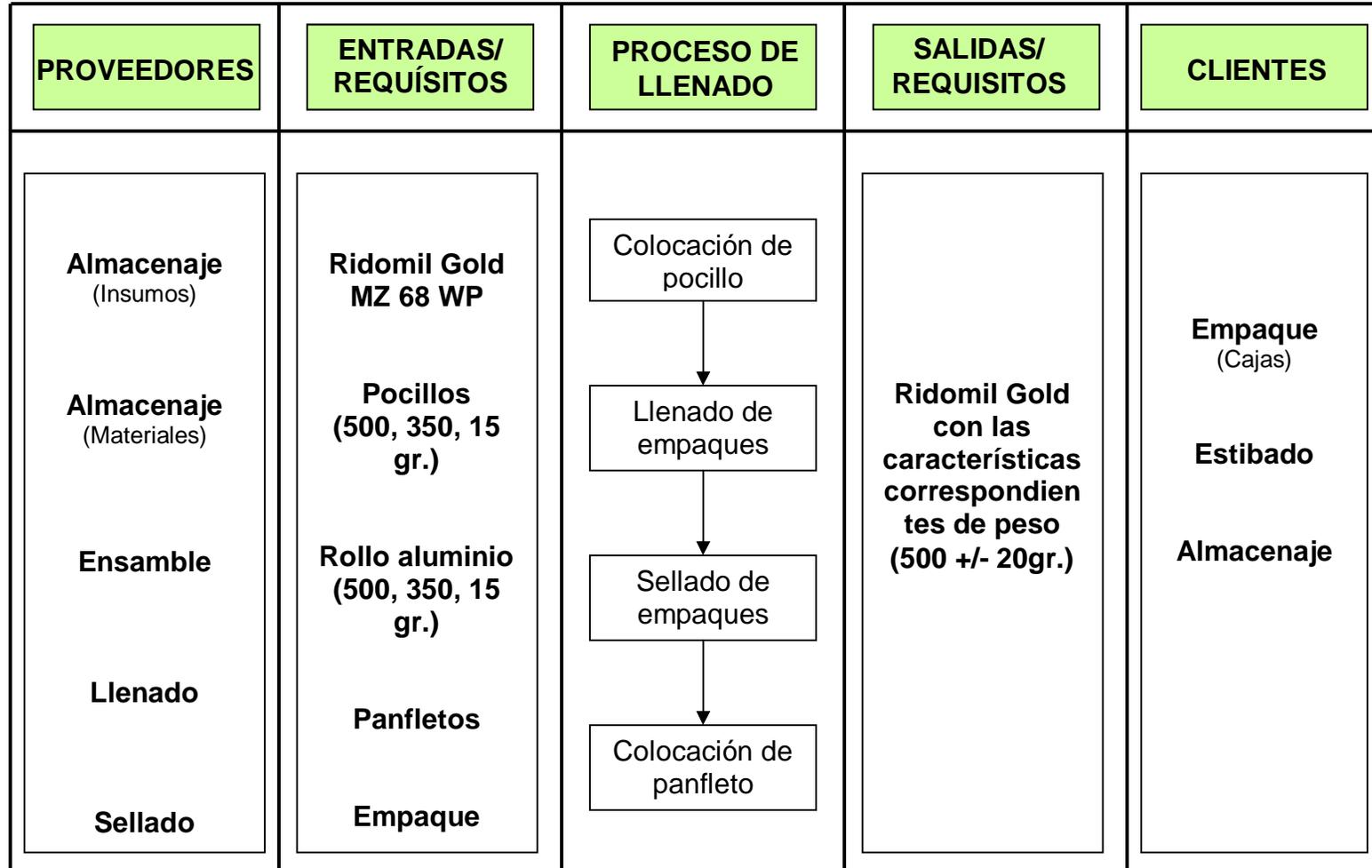
En muchas ocasiones se presenta una desunión entre las diferentes secciones que participan en el proceso y esto ocasiona un atraso o una mala interpretación de lo que se debe hacer. Este caso se presenta por lo general cuando el departamento de almacenamiento no es informado de la falta de algún material que se ha terminado durante el proceso y esto afecta las etapas del mismo; también con frecuencia la falta de material generado por algunas secciones ocasiona demoras en el recorrido del producto por las demás secciones de la línea de producción y esto a su vez retrasa las demás áreas de la empresa.

Durante el recorrido del producto por la línea de producción se presenta únicamente reproceso cuando este llega a la etapa de verificación de peso, que es cuando un empaque no cumple con las especificaciones correspondientes del mismo, y este es enviado inmediatamente al principio de la línea para su reproceso.

**5.2.2 Generación de hipótesis:** Para darle continuidad al análisis del proceso se presenta el diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés (**Supplier, Input, Process, Output, Customer**) como una herramienta de alto nivel para la identificación de las categorías determinantes en las organizaciones, como son los proveedores del proceso, los insumos provenientes de los proveedores, el proceso como tal, su resultado y su clientes.

A través de este diagrama se puede ejemplificar la etapas del procesos donde se realizan las actividades determinadas como críticas dentro de los subprocesos analizándolas con mayor detalle para determinar donde se encuentran las mayores ineficiencias.

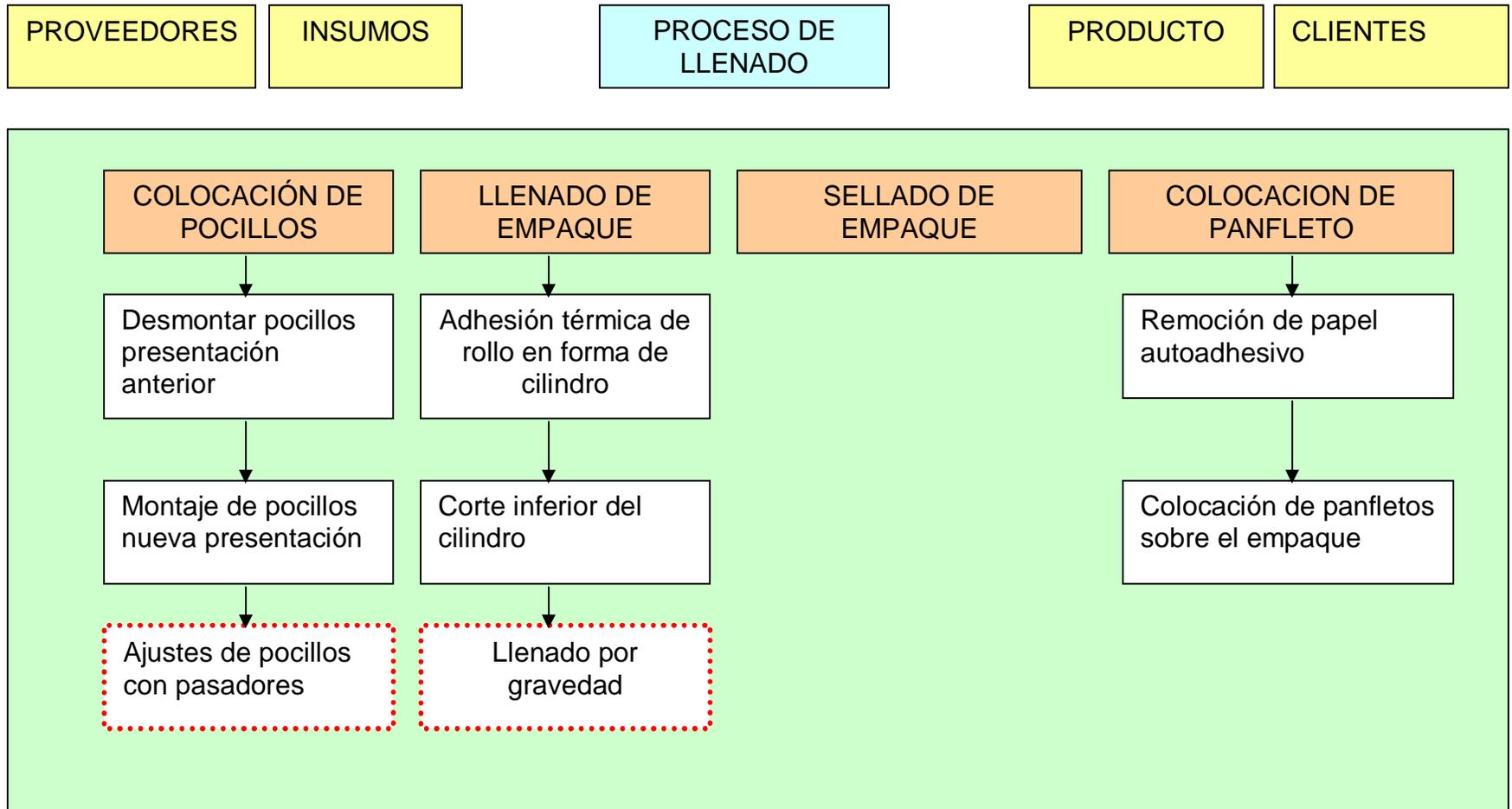
**Diagrama 3.** Diagrama SIPOC – Línea de empaque de Ridomil Gold MZ 68 WP



En el diagrama SIPOC mostrado anteriormente se puede observar cada uno de los proveedores, insumos, las diferentes etapas, clientes y las salidas del proceso de llenado; a través de un diagrama de gran cobertura como lo es el diagrama SIPOC no es posible determinar todavía cuál es el subproceso que debe ser analizado con más profundidad con el fin de identificar cuáles son las causas o causa raíz del problema; para poder seleccionar correctamente el subproceso que se tiene que estudiar es necesario saber cuáles son las actividades que se realizan en estos; con base a esto se realizará un mapa de proceso de despliegue.

Este diagrama es muy similar al diagrama SIPOC ya que tiene como objetivo documentar y representar gráficamente cada una de las etapas o tareas realizadas en el proceso y también la secuencia que este sigue; por medio del diagrama de proceso de despliegue se logrará definir el alcance y los responsables de cada una de las actividades realizadas en cada una de las etapas del proceso y así poder identificar oportunidades de mejoras.

**Diagrama 4.** Diagrama de subprocesos de la etapa de llenado



**Fuente.** Autores del proyecto

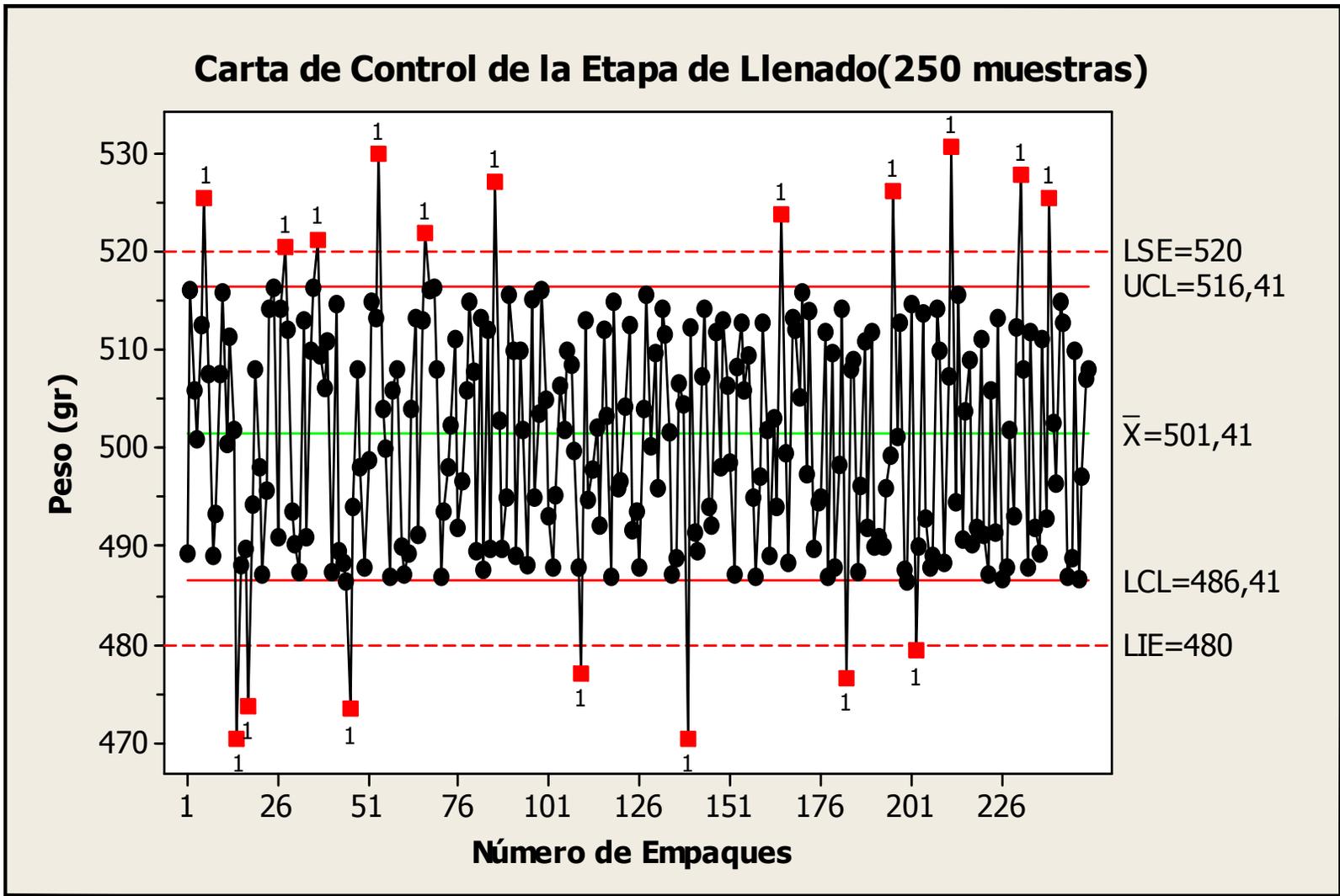
**5.2.2.1 Resultado de Análisis Diagrama de subprocesos.** En el diagrama de subprocesos se presentan dos actividades que son estratificadas como fuentes de problema, que son el llenado por gravedad y el ajuste de los pocillos luego del montaje, que se presentan en los subprocesos de llenado de empaque y de colocación de pocillos, respectivamente; que han sido escogidos con base a un Brainstorming realizado con los operarios de la línea de empaque, además de presentarse como críticas por el riesgo que ocurra un defecto sino se hace cuidadosamente.

Estas dos posibles causas que han sido determinadas a través del análisis de procesos son estudiadas con mayor detalle a través del análisis de datos donde se realiza la selección de la causa o causas raíz.

### **5.3 ANALISIS DE DATOS**

**5.3.1 Fase de Exploración.** Durante esta fase se examinan todos los datos recogidos en la etapa anterior (Medición). Primeramente se realizó un gráfico de control del proceso en general para un periodo de tiempo de 17 días, dentro del cual se encuentra incluida la premuestra, para analizar el comportamiento del proceso durante dicho tiempo t para comprobar si el proceso esta bajo control.

Debido a que en el proceso de Ridomil Gold MZ 68 WP en el cual se realiza el subproceso de llenado de empaques, que se esta estudiando en esta investigación. Es importante esclarecer que para que la muestra fuera representativa del total de la población se calculó una muestra de 180 empaques sobre la producción del mes de Octubre del año 2006 más la premuestra que fue de 70 empaques tomada anteriormente.



**Gráfico 8.** Carta de Control de la Etapa de Llenado (250 muestras)

### **Resultados arrojados por el software Minitab del gráfico de control**

TEST 1. One point more than 3, 00 standard deviations from center line. Test Failed at points: 6. 15. 18. 28. 37. 46. 54. 67. 86. 110. 139. 165. 183.196. 202. 212. 231. 239 “18 datos en total”

#### **5.3.1.1 Análisis de la Carta de Control del proceso**

Es importante tener en cuenta que se presentaron puntos por fuera de los límites de control, lo que nos indica que durante el proceso se presentaron variaciones anormales en algunos factores de producción; por lo que podemos decir que el proceso de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP no estuvo bajo control estadístico durante el periodo de tiempo correspondiente a 17 días. En total la carta muestra 18 datos por fuera de los límites de control de un total de 250 datos (muestra) esto hace referencia a un 7,2% de empaques con fallos de inexactitud de peso, y esto es considerado un porcentaje alto para el proceso. Se observaron puntos por fuera de los límites de control pero no de los límites de especificación, esto quiere decir que el proceso no es capaz de cumplir teóricamente ni realmente con los requisitos del proceso. Los puntos que se encuentran fuera de control se presentaron en la siguiente observación: 525.40; 473.68; 470.40; 520.39; 521.20; 473.41; 529.90; 521.79; 526.97; 477.07; 470.44; 523.636; 476.63; 526.14; 479.29; 530.57; 527.62; 525.37

Tomando como referencia los puntos que se encuentran por fuera de los límites de control al analizarse de manera independiente con el fin de determinar las causas de dicho comportamiento se obtuvieron las siguientes conclusiones:

A pesar de no ser considerada un factor causante del problema se puede incluir el factor tiempo como determinante en el proceso, como lo es el proceso de montaje de los pocillos en la máquina llenadora luego de ser lavados para su colocación

posterior; esto conlleva a que los pocillos se encuentren humedecidos y el producto (en forma de polvo) quede adherido sobre las paredes de los pocillos, por la necesidad de iniciar el proceso de empaque del producto, con base a las inspecciones realizadas simultáneamente con los datos, se encontró que los puntos 18, 46, 139, y 183 correspondiente a 473.68; 473.41; 470.44; 476.63 respectivamente, estuvieron por debajo del límite inferior de control, y que durante la toma de muestras se observó la situación antes planteada, que hace referencia a los pocillos humedecidos.

Así mismo, por la humedad que presentan los pocillos estos tienden a oxidarse en las zonas donde la humedad, como factor ambiental causa efecto sobre las bisagras como eje de empalme entre la tapa del pocillo y el pocillo propio, lo que causa que se taponen y limiten el paso de producto a través de ellos. Con base a las inspecciones realizadas durante la recolección de los datos se pudo encontrar que los puntos 15, 110, y 202 correspondientes a las muestras 470.40; 477.07 y 479.29 respectivamente, se pudo deducir que dichas muestras se encuentran por debajo del límite de control inferior, lo que conlleva a que el arrastre por gravedad del producto desde la máquina llenadora no fuera efectivo con respecto al rendimiento que debía suponer de acuerdo a los límites de control establecidos, causando de esta forma, como en la situación anterior, que los empaques salieran con el peso por debajo de lo especificado.

De igual forma se encuentran empaques con sobrepeso, lo cual puede ser mostrado de la siguiente manera:

La primera situación deducida por el sobrepeso de los empaques hace alusión al producto que queda adherido a las paredes del tubo de salida del producto, ya que en la medida que se hace proceso de llenado, queda sobre el tubo de salida producto que por acción de gravedad y fuerza causa que se llenen los empaques

por encima de los niveles especificados, entre los cuales encontramos los datos correspondientes a las muestras 6, 54, 86, 196, 212, 231 y 239, cuyas muestras corresponden a 525.40, 529.90, 526.97, 526.14, 530.57, 527.72 y 525.37, respectivamente; de lo que se deduce que en la medida que en la tubería quede adherido producto, cada determinado tiempo que se sature, el producto que cae por gravedad, realiza el arrastre del producto adherido.

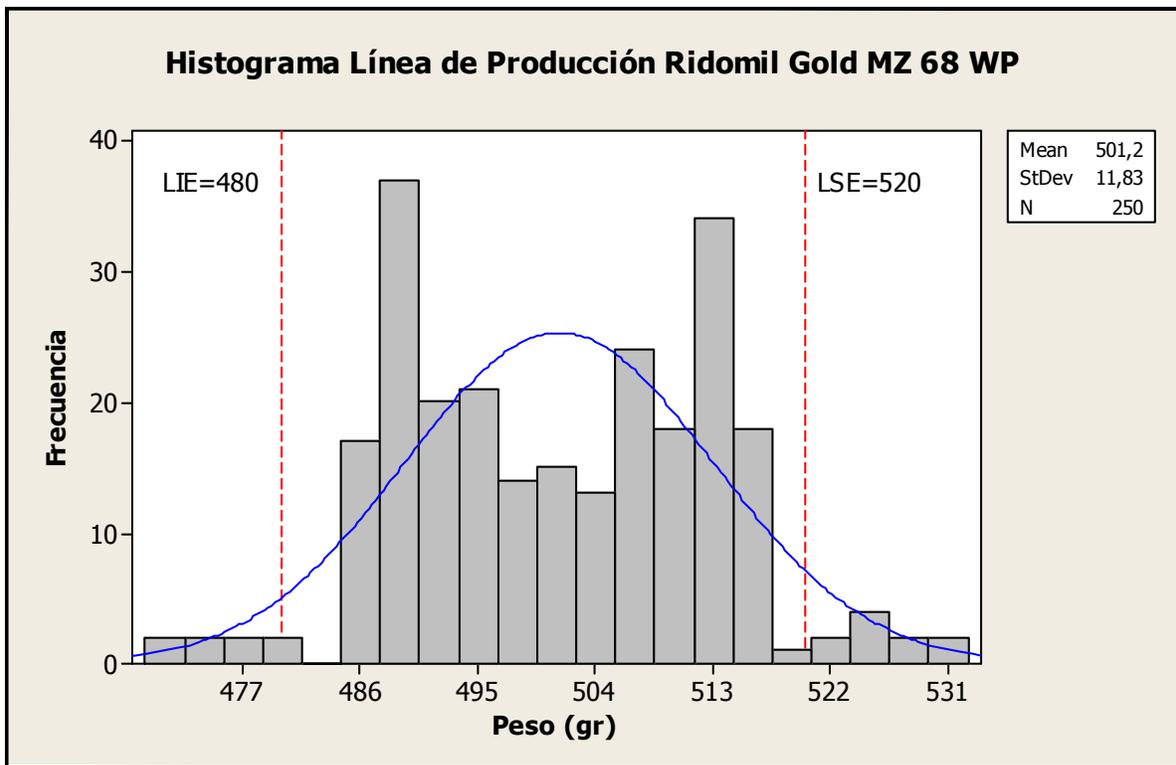
Y, adicional a esto, se encuentran los datos referentes a las muestras 28 y 67, con inspecciones 521.20 y 521.79 respectivamente, que tienen relación con la causa anteriormente mencionada, que hace referencia a los empaques con peso por debajo del peso especificado, diciendo que el producto que le hace falta a algunos empaques, le sobra a otros por arrastre de gravedad.

### **5.3.1.2 Conclusiones del Análisis del Gráfico de Control**

La principal característica que hace que los datos de encuentren por debajo o por encima de los límites de control es la humedad encontrada en los pocillos al momento de realizar las tareas respectivas, debido a que en el momento en que se ostentó este patrón no se encontraron irregularidades en ninguno de los otros factores de producción que pudieron haber afectado el proceso.

Mediante el estudio efectuado hasta el momento se obtiene la conclusión de que los defectos por inexactitud de peso tienen un comportamiento impredecible, por lo tanto se hace imposible asegurar cuándo exactamente ocurrirá el defecto y que pasa en el proceso cuando este se presenta, debido a que los análisis estadísticos realizados establecen que, muchas de las variaciones del proceso se presentan por causas comunes, las cuales afectan en forma permanente al proceso, y solo pueden ser eliminadas o reducidas si se modifica el proceso.

Como es posible decir que a través de la carta de control mostrada con anterioridad se pueden aceptar la hipótesis planteada anteriormente por el equipo que hace referencia a los pocillos; se puede resaltar, para estar totalmente de acuerdo, un análisis más detallado que admitirá la causa raíz. Inmediatamente del análisis del gráfico de control y utilizando los mismos datos, se realizó un estudio con el fin de decretar el comportamiento de los datos, su distribución y cuál es la variación que existe entre éstos por medio de un histograma de frecuencia.

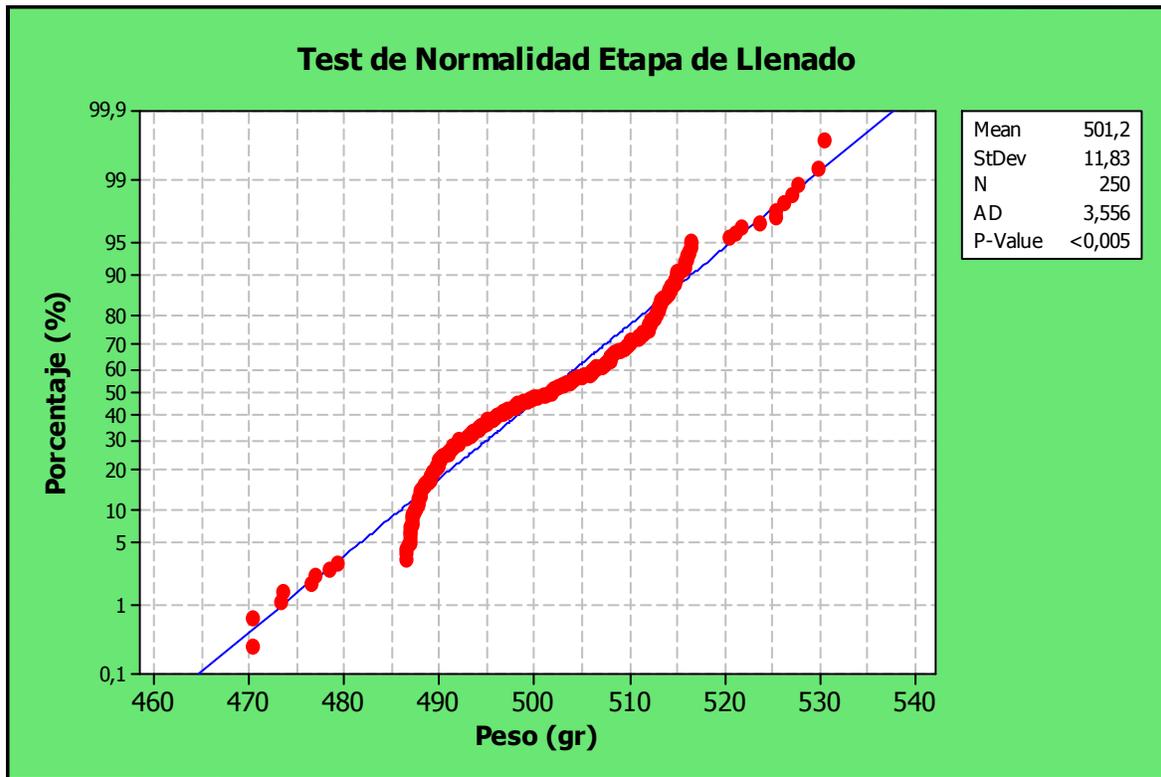


**Grafico 9.** Histograma línea de producción Ridomil Gold MZ 68 WP

De acuerdo con este histograma proporcionado por los 250 datos de muestra del proceso de Ridomil Gold MZ 68 WP recogidos durante 17 días, se pudo concluir que la variación del proceso fue de 11,83 (gr.) y que el promedio de peso que se conservó fue de 501.2 (gr.). A su vez se realizó un estudio más detallado del comportamiento del proceso se definió que:

- El comportamiento que se puede observar en el histograma de frecuencia es que la mayor cantidad de datos se encuentran a los lados del valor central (media) pero dentro de los límites de especificación, esto indica una tendencia de los datos hacia ambos límites, lo cual quiere decir que se presentan menos datos que se acerquen a la media y por lo tanto los empaques se realizan con inexactitud de peso al final del proceso y esto hace que se genere una variación considerable en el proceso.
- El histograma de frecuencia presenta una distribución bimodal, acentuándose entre los pesos 486 – 490 y 513, marcándose específicamente por debajo del peso neto de la presentación.
- Como cuando se diseñaron los límites de especificación se pudo observar de una forma clara que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones en su totalidad, así como se pudo observar en el anterior histograma se aprecia que la mayor parte de los puntos que están por fuera de los límites de especificación, tienen una mayor tendencia hacia el límite superior de especificación.

A pesar que el histograma nos muestra un comportamiento de los datos que parece no parece ser normal, se prosiguió a realizar un test de normalidad con la finalidad de tener una alta confiabilidad de que los datos recogidos en el proceso de Ridomil Gold MZ 68 WP no se distribuyen de manera normal.



**Grafico 10.** Test de Normalidad de la Etapa de Llenado

Se puede decir que en el test de normalidad que los datos obtenidos no tienen un comportamiento lineal, consecuentemente se dice que no se distribuyen de manera normal; se puede observar lo mismo que en el histograma, una tendencia de los datos hacia los lados izquierdo y derecho, es decir hacia los límites de control.

Por otra parte se tiene que el “p - value” que se muestra en el test de normalidad, confirma la no conformidad de los datos, y se observa que este tiene un valor de 0.005. Al momento de hacer el test de normalidad, el software Minitab sistemáticamente evalúa la hipótesis nula planteada por este mismo, la cual se encuentra delimitada de la siguiente manera:  $H_0$ : los datos siguen una distribución normal. Si el “p- value” es menor que el valor  $\alpha$  (nivel de significancia o

probabilidad de error), y si no se debe rechazar la hipótesis nula y concluye que los datos no siguen una distribución normal.

Este nivel  $\alpha$  determina de que se cometa el error tipo I: esto hace referencia a la probabilidad de encontrar un defecto que no existe en solo un 5%. En la gráfica se puede observar que el “P - value” obtenido fue de 0.005; por consiguiente se procede a rechazar la hipótesis nula y a su vez afirmar que los datos no alcanzan una distribución normal.

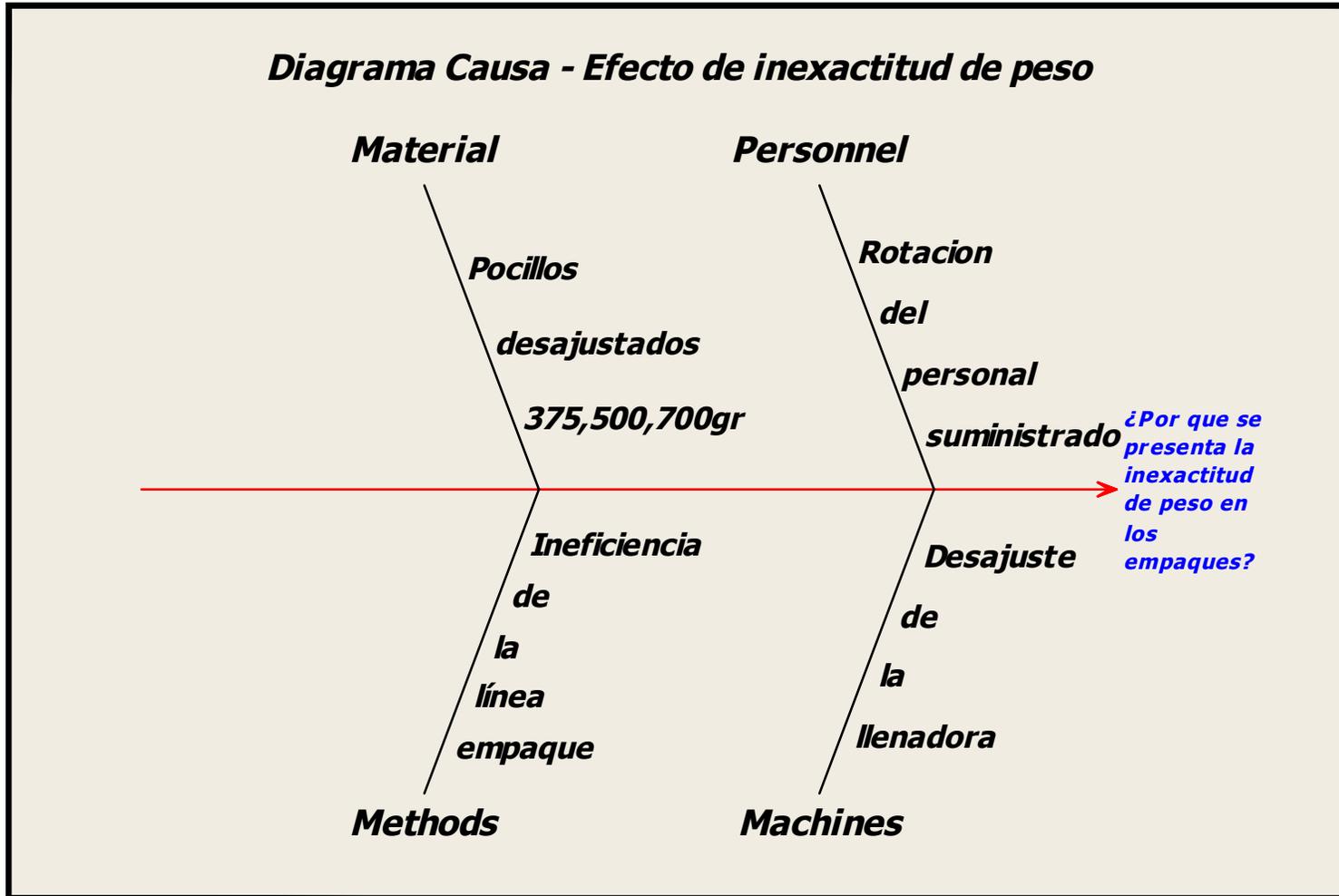
De manera general se puede concluir que en esta primera etapa de exploración de análisis de los datos se encontraron una serie de sucesos que hicieron que ocurrieran este proceso tuviera una variación considerable. Basándose en la carta de control se puede decir que las inspecciones no continuas al proceso influyeron al momento de recolección de datos, pero esto a pesar de ser un factor posible, también se puede determinar que la ineficiencia de los operarios de la línea de producción de la máquina llenadora son factores inciertos pero muy probable en el instante en que se presentan problemas por inexactitud de peso. Apoyándose en el histograma se pudo apreciar que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones y que hay una tendencia de los datos hacia el límite superior de especificación.

Para poder encontrar cuál es la causa o causas raíz del problema de inexactitud de peso es inevitable estudiar más a fondo el proceso y poder descubrir diferencias en este que dejen localizar estas causas.

**5.3.2 Generación de hipótesis.** En esta fase se hizo uso de la herramienta “Diagrama de Ishikawa” o “Espina de Pescado” para generar ideas sobre la causa de los defectos. Este diagrama se desarrolló a través de una Brainstorming que realizó el equipo de trabajo conformado por el Gerente de Producción (Ingeniero

Erick Machacón), el supervisor de la sección de WP (Edgar Osorio) los operarios de producción (A. Aguas, D. Ordogoitia y L. Velasco), para el desarrollo de este diagrama se declaró el efecto que se está evaluando a manera de pregunta como se puede observar en el diagrama, “¿por qué se presenta el fallo de inexactitud de peso en los empaques?” y en cada una de las ramificaciones se colocaron las posibles causas que pueden contribuir a que se presenten inexactitud de peso.

Diagrama 5. Diagrama Ishikawa ó espina de pescado.



Fuente. Autores del proyecto

Después de que el equipo se reuniera y definiera las principales causas potenciales, se procedió a analizar las causas con mayor profundidad cada una individualmente, con el propósito de descartar las causas o causa que no contribuyen realmente con el problema de inexactitud de peso. Las conclusiones fueron las siguientes:

- Rotación del personal suministrado: El sistema que maneja la organización en su personal es de tipo suministrado, el cual tiene una rotación periódica, de acuerdo a las necesidades de la demanda en los periodos de tiempo; esto causa de una forma directa, la inexperiencia y la poca actividad referente a procesos productivos y de una manera mas puntual, a procesos referente al cuidado de cultivos. De esta forma, el trabajador siempre estará en desventaja con el proceso que se maneje dentro la línea de producción de llenado de producto, ocasionando así inexactitudes de peso en los empaques.
- Pocillos desajustados (350, 500 y 500 gr.): El defecto en los pocillos se presenta con frecuencia ya que al momento de ser cambiados inmediatamente se procede a lavarlos, esto a su vez causa que estos se oxiden o se queden humedecidos y así el material al momento de descender por gravedad y fuerza se acumula en estas partes. Cabe decir que esto se realiza en cada una de las presentaciones correspondientes a la presentación del producto Ridomil Gold MZ 68 WP.
- Ineficiencia en la línea de producción: Esta hace referencia a la ineficiencia en las inspecciones realizadas en el subproceso de llenado en la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP, este puede presentarse de dos formas, el primero es que al momento de hacer el montaje de los pocillos no se percata de que el pocillo se encuentre totalmente seco y segundo no

percibe que en el cuerpo de la tolva donde el producto desciende se encuentra con cordones de soldadura y encima de esta también producto acumulado. Esto puede ocurrir por la falta de tiempo que existe entre la preparación de un lote con determinada especificación y otro acorde al plan de producción, por fatiga del operario o por cumplir con las actividades que se le han encargado sin verificar la forma como lo hace.

- Desajuste del llenador: La empresa SYNGENTA S.A. trabaja con diferentes presentaciones de Ridomil Gold MZ 68 WP, lo que hace que se trabaje con diferentes especificaciones de pocillos, esto quiere decir que al final de un lote de un modelo viene otro lote de diferente especificación de peso (Ej.: se esta trabajando empaques de presentación de 350(gr.) con sus respectivos pocillos y en de acuerdo al plan de producción, sigue otro lote de presentación de 500(gr.) con sus respectivos pocillos); como consecuencia se tienen que cambiar los pocillos por otros de diferente especificación, esto se presenta cuando la máquina llenadora no se encuentra calibrada con respecto a la presentación a empacar causando así, la salida de producto de los empaques.

**5.3.3 Selección de la causa o causas raíz.** Todas las causas mencionadas anteriormente fueron seleccionadas mediante una tormenta de ideas realizada con el personal de la línea de producción, en donde parecido al diagrama de espina de pescado mostrado anteriormente se identificaron todas las posibles causas y efectos que contribuían al problema.

Después de haber realizado un estudio de cada una de las causas potenciales que contribuyen al problema mediante un análisis de datos y el análisis del proceso se han descartados aquellas causas que no intervienen de manera significativa en el proceso. Basándose en la justificación y evidencias mostradas

se llegó a la conclusión de la selección de las dos causas raíz de mayor relevancia en el problema de inexactitud de peso. Estas son:

- ✚ Pocillos desajustados y defectuosos
- ✚ Ineficiencia en la línea de producción en las inspecciones del subproceso de llenado

**5.3.4 Verificación de las causas seleccionadas.** Para comprobar el por que de la selección de la causa establecida con anterioridad se debe saber que en la empresa no se tiene un registro escrito sobre las inspecciones realizadas a los pocillos, ésta se realiza de manera inmediata utilizando la ayude del área de mantenimiento para remover el óxido ó el producto adherido a éste.

## 6. ETAPA DE MEJORA

Para desarrollar esta etapa se asume una predominio importante por parte de todos los integrantes del proceso objeto de estudio, así como la capacidad de creatividad de todos los miembros del equipo, bien sea a través del uso de herramientas técnicas o métodos de trabajo, con el fin de obtener la opción de mejora más adecuada y acertada para su posterior implementación.

Esta fase de mejora tiene como objetivo primordial el encontrar en implementar soluciones que eliminen las causas de los problemas, reduciendo así, la variación de un proceso o evitando que un problema se vuelva a producir.

En vista que el proyecto esta siendo evaluado como monografía, implica que esta fase de mejora, solo consista en la redacción de propuestas factibles y viables para una implementación y evaluación posterior, que sería la constitución de la etapa de control; dejando al descubierto que se realizó el proyecto con base a las tres primeras etapas de la metodología DMAIC (Define, Measure y Analyze).

Apoyándose en los análisis realizados en cada una de las etapas desarrolladas anteriormente acerca de la línea de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Realizar inspecciones a los pocillos cada estos van a ser colocados a la máquina llenadora con el fin de observar que este no tenga humedad y oxido acumulado en el cuerpo de éste, para esto es recomendable que el operario sea capacitado por el área de mantenimiento en la colocación y ajuste de pocillo a la máquina llenadora, cada que se haga un cambio de especificación en los pocillos, mientras que el operario adquiere la destreza para realizarlo sin supervisión;

2. Que el lugar donde se realice el lavado de los pocillos sea previamente revisado por los operario que realizan la operación de cambio y lavado de los pocillos, para evitar la posterior oxidación de los mismos
3. Que en el sitio donde se encuentra la máquina de llenado tenga condiciones de humedad mínimas para el correcto desarrollo del proceso, habiendo sido evaluado por el grupo operario y administrativo.
4. Durante la colocación del rollo de aluminio en la salida de producto de la máquina llenadora se debe revisar que el rollo quede bien adherido y sujetado con el ducto de salida de producto con el propósito de que el producto al momento de descender por gravedad y fuerza no se salga del empaque y se derrame, para esto es recomendable realizar inspecciones por el supervisor de producción cuando se haga la colocación de este con el fin que se verifique que el rollo ha sido bien acondicionado.
5. Para cada uno de los lotes de las diferentes presentaciones de Ridomil Gold MZ 68 WP, tomar muestras de 10 a 15 minutos para verificar los pesos que tienen cada uno de los empaques producidos y saber cual es el peso que poseen y así poder tener el proceso bajo un control estadístico más riguroso con el fin de evitar variaciones significativas. Esto implicaría tener un operario que se dedique a la verificación de peso en los rangos de tiempo, el cual seria el cabeza de línea.
6. Crear en los operarios una “cultura de mejora continua” a través de capacitaciones informales mensuales, realizadas por el gerente de producción, o en su defecto por el supervisor de producción, con relación a los ultimas investigaciones desarrolladas acerca del tema, diseccionada hacia el desarrollo de los procesos y hacia el uso de herramientas

estadísticas como cartas de control, brainstorming, con el propósito de dar un sentido de pertenencia para con su trabajo y con la empresa y a través de esto no permitir barreras que surgen al presentarse cambios y llegar a considerarse algo desfavorable para ellos en el desarrollo y mantenimiento de su trabajo.

7. Automatización del proceso o del equipo de llenado, debido a que se encuentra que muchas de los defectos que se presentan durante el desarrollo del proceso son atribuibles a la maquinaria utilizada que en la actualidad es semiautomática, como los son los pocillos y los rollos de aluminio (Ver anexo 5).

### **6.1 Selección de la mejora**

Apoyándose en lo trazado anteriormente, de las opciones de mejora que la empresa puede optar por implementar se considera que, lo mejor que esta puede hacer es empezar por aquellas mejoras que tengan mas facilidad de implementación o que no requieran de una gran inversión, es por esto que se le presenta las más adecuadas para iniciar con la proceso de mejora al defecto que fue objeto de estudio.

- Realización de muestreos cada 10 a 15 minutos a los lotes de producción, para la verificación de inexactitud de peso en los empaques.
- Capacitación de los operarios por parte del área de mantenimiento, para una buena inspección en los pocillos al momento de cambiarlos de tipo de presentación.

## CONCLUSIONES

Cuando se estuvo al tanto de como era el proceso de fabricación de Ridomil Gold MZ 68 WP, se procedió con la implementación de la metodología DMAIC, con el iniciación de la primera etapa la cual se fundamentó en la definición del problema. Para esto se y utilizaron datos históricos que fueron recolectados junto con los operarios del la línea de producción (etapa de llenado), en el cual se reportaron no conformidades desde el mes de Julio hasta el mes de Diciembre del 2006, de donde se partió para hacer el análisis, hasta el mes de Febrero de 2007.

Luego basándose en una serie de herramientas estadísticas (histogramas, diagramas de pareto, diagramas de pastel, etc.), se decidió escoger uno de los defectos con mayor representación para la organización, acreditado como <<empaques con inexactitud de peso>>.

Durante la etapa de medición, se utilizó la fórmula para poblaciones finitas para el cálculo del muestreo y se continuó con la recolección de la premuestra para decretar los valores p y q. A partir de ahí, se utilizaron herramientas para estipular la muestra que se tomaría diariamente, la definición de lo que iba a medir y el instrumento que se utilizaría para la recolección de datos.

Para la etapa de analizar, se presentó que los datos obtenidos ostentaban demasiada variación, por causa de un factor importante a tener en cuenta como la humedad, para comprobar esta afirmación, se hizo uso de herramientas para analizar los datos y ver su comportamiento a través del tiempo. Para desarrollar todo lo mencionado anteriormente se necesitó hacer un análisis del proceso, y así establecer de forma exacta las causas potenciales que generaban el defecto de inexactitud de peso el cual fue el objeto de estudio. Al finalizar esta etapa se llegó a la conclusión que los pocillos y la humedad eran las más influyentes en la línea

de producción de Ridomil Gold MZ 68 WP y que concebían al desarrollo del defecto de inexactitud de peso.

Por ultimo durante la etapa de mejora, se proponen una serie de sugerencias donde se plantean opciones para neutralizar el defecto que es el objeto de estudio, y que se hace participe de enaltecer el nombre y la imagen de la empresa. En estas recomendaciones se cita a la capacitación del personal operativo en mantenimiento y mejoramiento continuo, la cual serán consideradas por la empresa de forma inmediata y a un bajo costo de implementación.

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ JAMES, Paúl. TQM: Gestión de la Calidad Total. Editorial Prentice Hall. Pág. 38-40)
- ◆ PARLAD, C. K. Estrategia Corporativa. Ediciones Deusto. Pág. 18 – 19
- ◆ PANDE, Peter S. Las Claves Prácticas del Seis Sigma. Editorial Mac Graw Hill
- ◆ ECKES, George. El Six Sigma Para Todos. Editorial Norma. 2004
- ◆ [www.seis-sigma.com](http://www.seis-sigma.com)
- ◆ [www.monografias.com/trabajos11//conge/conge.shtml](http://www.monografias.com/trabajos11//conge/conge.shtml)
- ◆ [cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/seis\\_sigma/seis\\_sigma.htm](http://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/seis_sigma/seis_sigma.htm)
- ◆ [www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/parassiglelco.htm](http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/parassiglelco.htm)
- ◆ [www.calidad.org/public/arti2003/1059094322\\_adolfo.htm](http://www.calidad.org/public/arti2003/1059094322_adolfo.htm)

**ANEXOS**

# Anexo 1

*Reclamos Segundo Período 2006*

# Anexo 2

*Priorización de Causas*  
*Etapa Llenado y Empaque IIP 2006*

# Anexo 3

*Muestras Recolectadas*  
*Octubre 2006 - Febrero 2007*

# Anexo 4

## *Tabla de conversión Sigma - DPMO*

# Anexo 5

## *Cuadro de Recomendaciones*