



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

TEMA:

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN EL ÁREA DE
CULTIVO DE LA FINCA FLORÍCOLA ROSE CONNECTION
ROSECON CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
PRODUCTIVIDAD**

AUTORA: ROSA CRISTINA MATUTE CHIMBAY

DIRECTOR: ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS MSc.

IBARRA - ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE CIUDADANÍA:	100329290-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MATUTE CHIMBAY ROSA CRISTINA		
DIRECCIÓN:	CALLE 16 DE AGOSTO 1-55 Y 5 DE DICIEMBRE – EJIDO DE IBARRA		
EMAIL:	rosa.matute@outlook.es		
TELÉFONO FIJO:	062631790	TELÉFONO MÓVIL :	0979292785
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN EL ÁREA DE CULTIVO DE LA FINCA FLORÍCOLA ROSE CONNECTION ROSECON CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD		
AUTORA:	MATUTE CHIMBAY ROSA CRISTINA		
FECHA:	ENERO 2017		
PROGRAMA:	PRE-GRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA INDUSTRIAL		
ASESOR/DIRECTOR:	ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS MSc.		

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Rosa Cristina Matute Chimbay, con cédula de ciudadanía Nro. 100329290-9, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de Enero de 2017.

Firma: 

Nombre: Rosa Cristina Matute Chimbay

C.C.: 100329290-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Rosa Cristina Matute Chimbay, con cédula de ciudadanía Nro. 100329290-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora de la obra o trabajo de grado denominado: **“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN EL ÁREA DE CULTIVO DE LA FINCA FLORÍCOLA ROSE CONNECTION ROSECON CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERA INDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 11 días del mes de Enero de 2017.

Firma:

Nombre: Rosa Cristina Matute Chimbay

C.I.: 100329290-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DECLARACIÓN

Yo, Rosa Cristina Matute Chimbay, con cédula de ciudadanía Nro. 100329290-9, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; y que éste no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Rosa Cristina Matute Chimbay", is written over a horizontal line.

Rosa Cristina Matute Chimbay

C.I. 100329290-9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN

Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios MSc. Director de la Tesis de Grado desarrollada por la señorita estudiante Rosa Cristina Matute Chimbay

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Tesis de Grado titulado “**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN EL ÁREA DE CULTIVO DE LA FINCA FLORÍCOLA ROSE CONNECTION ROSECON CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD**”, ha sido realizado en su totalidad por la señorita estudiante Rosa Cristina Matute Chimbay bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisado, considerando que se encuentra concluido y que cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autorizo su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ing. Santiago Marcelo Vacas Palacios MSc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEDICATORIA

Para ti, Señor, fuente de amor y misericordia, guía y conductor de mi camino y de mi historia, luz y vida de mi corazón.

Para ti, madre amada, por haber sido a lo largo de mi vida una madre y un padre para mí, por haberlo dado todo a pesar de los difíciles momentos en tu vida, porque sin dudarlo estuviste en los momentos de alegría y de tristeza, porque me apoyaste inquebrantablemente en el desarrollo y culminación de esta meta y sobre todo, porque eres la bendición de mi Dios y mi mayor ejemplo a seguir.

Para ti, mi “hemanita”, Sandra, por ser mi amiga a pesar de nuestras peleas y tropiezos. Estoy muy agradecida con la vida por tener una hermana como tú y sobre todo por darnos a mi pequeña Camila.

Para ti, mi pequeño Santi, que a pesar de ser tan niño nos cuidas y proteges como si fueras el mayor de la casa.

Rosita Matute



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

AGRADECIMIENTO

Las palabras se quedan cortas para la infinita gratitud con el Creador, absoluto forjador del logro alcanzado y de todas las bendiciones recibidas en mi vida.

Agradezco a mi madre por su incansable lucha y trabajo. Mujer digna de admiración.

A mis hermanos, Sandra y Santi por ser parte fundamental de mi vida y a mi pequeña Camila por ser la alegría de mi hogar.

A mis amigos y amigas, compañeros y compañeras que conocí y formé a lo largo de mi trayectoria estudiantil, mil gracias por tantos momentos tatuados en mi mente y en mi alma.

A Rose Connection por el apoyo en el desarrollo de esta investigación y de manera especial por abrirme las puertas de su casa como parte de su equipo de trabajo.

A los ingenieros: Marcelo Vacas, Franklin Sosa, Patricio Ortega y Marcelo Cisneros por su guía y asesoría profesional en el desarrollo y culminación de este trabajo.

A todos los docentes que conocí en el camino de mi formación académica, muchas gracias por tantos conocimientos compartidos.

Sin duda alguna, éste es solo el comienzo de un gran camino por recorrer, de una vida entera por disfrutar. Estoy segura que Dios tiene un propósito para mi vida y que sus planes son perfectos, que la gloria no está en caerse sino en aprender a levantarse, sacudirse el polvo y enfrentar con el corazón los momentos de alegría y de tristeza que vuelven de la vida un continuo camino de aprendizaje y mejora.

A todos, muchas gracias. Dios les pague.

Rosita Matute

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVIII
RESUMEN.....	XX
ABSTRACT	XXI
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 ALCANCE	4
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 CALIDAD	6
2.1.1 VARIABILIDAD	7
2.1.2 EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD.....	8
2.1.3 CONEXIÓN ENTRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD	8
2.1.3.1 PRODUCTIVIDAD MONOFACTORIAL	9
2.1.3.2 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL.....	9
2.1.3.3 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....	9
2.1.4 COSTOS DE CALIDAD	11
2.1.4.1 COSTOS DE PREVENCIÓN.....	11
2.1.4.2 COSTOS DE EVALUACIÓN.....	12
2.1.4.3 COSTOS POR DEFECTOS.....	12

2.1.4.4 COSTOS INTANGIBLES	12
2.2 METODOLOGÍA DE MEJORA SEIS SIGMA.....	13
2.2.1 ANTECEDENTES	13
2.2.2 ¿QUÉ ES SEIS SIGMA?	14
2.2.3 SIGNIFICADO ESTADÍSTICO DE SEIS SIGMA.....	14
2.2.3.1 CAPACIDAD DE PROCESO Y MÉTRICAS SEIS SIGMA.....	16
2.2.3.1.1ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL: Cp	16
2.2.3.1.2ÍNDICE Z.....	17
2.2.3.1.3DEFECTOS POR UNIDAD: DPU	17
2.2.3.1.4DEFECTOS POR OPORTUNIDAD: DPO	17
2.2.3.1.5DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES: DPMO	18
2.2.4 ALINEACIÓN DEL SISTEMA: SEGUIMIENTO DE LAS X's Y LAS Y's	18
2.2.5 PRINCIPIOS DE SEIS SIGMA	19
2.2.5.1 PRINCIPIO UNO: AUTÉNTICA ORIENTACIÓN AL CLIENTE	19
2.2.5.2 PRINCIPIO DOS: GESTIÓN ORIENTADA A DATOS Y HECHOS	19
2.2.5.3 PRINCIPIO TRES: ORIENTACIÓN A PROCESOS, GESTIÓN POR PROCESOS Y MEJORA DE PROCESOS.....	19
2.2.5.4 PRINCIPIO CUATRO: GESTIÓN PROACTIVA.....	20
2.2.5.5 PRINCIPIO CINCO: COLABORACIÓN SIN FRONTERAS.....	20
2.2.5.6 PRINCIPIO SEIS: BÚSQUEDA DE LA PERFECCIÓN, TOLERANCIA A LOS ERRORES	20
2.3 METODOLOGÍA SEIS SIGMA: DMAMC	20
2.3.1 FASE DEFINIR.....	21
2.3.2 FASE MEDIR.....	22
2.3.3 FASE ANALIZAR	22
2.3.4 FASE MEJORAR.....	23
2.3.5 FASE CONTROLAR	23
2.3.6 ESTRUCTURA HUMANA DE SEIS SIGMA.....	24

2.4 HERRAMIENTAS DE APOYO	24
2.4.1 MAPA DE PROCESOS.....	25
2.4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO	25
2.4.3 DIAGRAMA SIPOC	26
2.4.4 DIAGRAMA DE ÁRBOL	27
2.4.5 HOJA DE VERIFICACIÓN	27
2.4.6 HISTOGRAMA.....	27
2.4.7 DIAGRAMA DE PARETO	28
2.4.8 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA-EFECTO	28
2.4.9 GRÁFICOS DE CONTROL	29
2.4.9.1 GRÁFICOS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS.....	30
2.4.9.1.1 CARTAS NP	31
2.4.9.1.2 CARTAS C.....	31
2.4.9.1.3 CARTAS U.....	32
2.4.10 ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLOS - AMEF	33
CAPÍTULO III.....	35
MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	35
3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS	35
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	36
3.4.1 POBLACIÓN	36
3.4.2 MUESTRA	36
3.4.2.1 MÉTODO DE MUESTREO	37
3.4.2.2 TIPO DE MUESTREO	37
3.5 MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	38

3.6.1 ETAPA PREVIA, SELECCIÓN DEL PROYECTO	38
3.6.2 ETAPA DEFINIR (D).....	38
3.6.3 ETAPA MEDIR (M).....	39
3.6.4 ETAPA ANALIZAR (A)	39
3.6.5 ETAPA MEJORAR (M)	40
3.6.6 ETAPA CONTROLAR (C)	40
CAPÍTULO IV	41
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	41
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ROSE CONNECTION ROSECON CIA. LTDA.	41
4.1.1 ANTECEDENTES	41
4.1.2 DATOS GENERALES	42
4.1.2.1 MISIÓN.....	43
4.1.2.2 VISIÓN	43
4.1.2.3 CERTIFICACIONES.....	43
4.1.2.4 VARIEDADES	44
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	44
4.2.1 MAPA DE PROCESOS.....	44
4.2.1.1 PROCESOS ESTRATÉGICOS.....	44
4.2.1.2 PROCESOS PRODUCTIVOS	45
4.2.1.3 PROCESOS DE APOYO	46
4.2.2 CADENA DE PRODUCCIÓN – CULTIVO.....	47
4.2.2.1 COSECHA.....	48
4.2.2.1.1CORTE DE FLOR.....	48
4.2.2.1.2ENMALLADO	49
4.2.2.1.3HIDRATACIÓN	50
4.2.2.2 TRANSPORTE.....	50
4.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROCESOS	51

4.2.3.1	DIAGRAMA DE FLUJO: CORTE DE FLOR	52
4.2.3.2	DIAGRAMA DE FLUJO: ENMALLE E HIDRATACIÓN	53
4.2.3.3	DIAGRAMA DE FLUJO: TRANSPORTE DE FLOR.....	54
4.3	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	55
4.3.1	FLOR DE EXPORTACIÓN	55
4.3.2	FLOR NACIONAL O PRODUCTO NO CONFORME	57
4.4	SITUACIÓN INICIAL - SELECCIÓN DEL PROYECTO.....	59
4.4.1	ANÁLISIS PRODUCTO NO CONFORME – CLIENTES EXTERNOS	59
4.4.2	ANÁLISIS PRODUCTO NO CONFORME - CLIENTES INTERNOS	61
4.4.3	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: MATRIZ DE CRITERIOS	64
4.5	PRODUCTIVIDAD INICIAL.....	66
4.5.1	PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL ANTES DE MEJORAS	66
4.5.2	PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR FLOR DESECHADA DEBIDO A LA PRESENCIA DE DAÑO MECÁNICO.....	67
CAPÍTULO V.....		69
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MEJORA DE PROCESOS DE SEIS SIGMA, DMAMC		69
5.1	DEFINIR	69
5.1.1	ANÁLISIS DE LA VOZ DEL CLIENTE	69
5.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD	72
5.1.3	DETERMINACIÓN DE SUBPROCESOS CRÍTICOS	75
5.1.4	DIAGRAMA SIPOC	76
5.1.5	CUADRO DE PROYECTO DMAMC: PROYECT CHARTER	78
5.2	MEDIR	79
5.2.1	ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO	79
5.2.1.1	ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO	79

5.2.1.2 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO RESPECTO A LOS ATRIBUTOS: FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA	85
5.2.1.3 RESUMEN DE INDICADORES ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.....	90
5.3 ANALIZAR.....	90
5.3.1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS: FLOR CON DAÑO MECÁNICO	91
5.3.2 DIAGRAMA DE PARETO: ANÁLISIS DE FLOR CON DAÑO MECÁNICO	92
5.3.3 ANÁLISIS DE PUNTOS FUERA DE LÍMITES DE CONTROL.....	93
5.3.4 DIAGRAMA DE PARETO: ANÁLISIS DE DEFECTOS	95
5.3.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA-EFECTO	96
5.3.6 ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS.....	98
5.4 MEJORAR.....	100
5.4.1 IDENTIFICACIÓN DE SOLUCIONES: DIAGRAMA DE ÁRBOL	100
5.4.2 SELECCIÓN DE PLANES DE MEJORA: MATRIZ DE CRITERIOS	102
5.4.3 DESCRIPCIÓN DE MEJORAS.....	104
5.4.3.1 MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS MALLAS (ESTRATEGIA C)	104
5.4.3.1.1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN DE MALLAS.....	107
5.4.3.2 MEJORA DE CALIDAD DE ENMALLADO DE LA FLOR (ESTRATEGIA D) ...	108
5.4.3.3 REDUCCIÓN DE PRESIÓN ENTRE MALLAS EN EL PROCESO DE TRANSPORTE (ESTRATEGIA B).....	110
5.4.4 ANÁLISIS DE MEJORAS	116
5.4.4.1 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO DESPUÉS DE MEJORAS, RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO..	116
5.4.4.2 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO DESPUÉS DE MEJORAS, RESPECTO A LOS ATRIBUTOS: FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA	121

5.4.4.3 RESUMEN DE INDICADORES DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.....	124
5.4.4.4 PRODUCTIVIDAD FINAL	125
5.4.4.4.1 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL DESPUÉS DE MEJORAS	125
5.5 CONTROLAR	126
5.5.1 ESTANDARIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO.....	126
5.5.2 MONITOREO DEL PROCESO.....	127
CAPÍTULO VI	130
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	130
6.1 CUADROS COMPARATIVOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC	130
6.1.1 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DE PROCESO Y NIVELES SIGMA ANTES Y DESPUÉS DE LAS MEJORAS	130
6.1.1.1 GRÁFICAS DE CAPACIDAD: ATRIBUTO FLOR SIN DAÑO MECÁNICO....	130
6.1.1.2 RESUMEN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS CON RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO	131
6.1.1.3 GRÁFICAS DE CAPACIDAD: ATRIBUTOS FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA ..	132
6.1.1.4 RESUMEN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS CON RESPECTO AL ANÁLISIS DE DEFECTOS EN LAS MALLAS DE FLOR	134
6.1.2 INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS	135
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles Sigma y DPMO.....	16
Tabla 2. Ejemplos de alineación de X's y Y's.....	18
Tabla 3. Símbolos para diagramar.	26
Tabla 4. Datos generales de Rose Connection.....	43
Tabla 5. Ficha técnica de flor cortada.	56
Tabla 6. Valores económicos y porcentuales de inconformidades recibidas durante un año. 59	59
Tabla 7. Valores económicos y porcentuales de inconformidades por calidad.	60
Tabla 8. Producción promedio y porcentajes de producto no conforme.....	62
Tabla 9. Porcentajes promedio de producto no conforme por causas de Manejo.....	63
Tabla 10. Matriz de criterios para selección de mejoras.	65
Tabla 11. Datos de costos y producción de un mes de trabajo antes de la implementación de mejoras.	66
Tabla 12. Datos y costos de producción promedio de 6 meses de trabajo.	67
Tabla 13. Declaración de requisitos del cliente.	70
Tabla 14. Puntuaciones del IIC y GNC.....	74
Tabla 15. Matriz de priorización para CTQ's.....	74
Tabla 16. Matriz de relación de subprocesos críticos.	75
Tabla 17. Cuadro de Proyecto de Rose Connection.....	78
Tabla 18. Datos para análisis de capacidad: botones con daño mecánico en una malla de flor.	80
Tabla 19. Datos para análisis de capacidad: flor nivelada o alineada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica.	86
Tabla 20. Resumen de indicadores del proceso antes de la implementación de mejoras.	90
Tabla 21. Tabla de frecuencias: flor con daño mecánico según variedad.	92
Tabla 22. Lista de variedades con mayor porcentaje de flor con daño mecánico.	93
Tabla 23. Porcentaje de flor con daño mecánico por área de trabajo.	94
Tabla 24. Variedades muestreadas por zona de trabajo.	95
Tabla 25. Codificación y frecuencia de defectos presentes en mallas de flor.	95
Tabla 26. Nivel de Prioridad de Riesgo.	98
Tabla 27. Análisis de modo y efecto de fallas de Rose Connection.	99
Tabla 28. Matriz de criterios para selección de mejoras.	103

Tabla 29. Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo - cultivo Rose Connection.	107
Tabla 30. Categorización de tipo de grosor de botón de acuerdo a rango de medición.....	111
Tabla 31. Clasificación de variedades de acuerdo al tipo de grosor de botón.....	112
Tabla 32. Número de mallas de flor por tina de hidratación de acuerdo al grosor de botón.	113
Tabla 33. Datos para análisis de capacidad: botones con daño mecánico en mallas de flor después de mejoras.....	116
Tabla 34. Datos para análisis de capacidad de defectos después de mejoras.	121
Tabla 35. Resumen de indicadores del proceso después de la implementación de mejoras.	124
Tabla 36. Datos de producción y costos después de la implementación de mejoras.	125
Tabla 37. Datos de producción después de mejoras para análisis de pérdidas económicas.	126
Tabla 38. Límites de control para carta de control NP.....	127
Tabla 39. Límites de control para carta de control U.....	129
Tabla 40. Cuadro comparativo de indicadores del proceso con respecto al atributo flor sin daño mecánico, antes y después de la implementación de mejoras.	132
Tabla 41. Cuadro comparativo de indicadores del proceso con respecto a defectos presentes en las mallas de flor, antes y después de la implementación de mejoras.	134
Tabla 42. Cuadro comparativo antes y después de la implementación de mejoras del índice de productividad multifactorial y margen de pérdidas económicas.	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variabilidad de un proceso.	7
Figura 2. Curva de Distribución Normal.....	15
Figura 3. Etapas del proceso DMAMC.....	21
Figura 4. Estructura de una carta x.	30
Figura 5. Ingreso a Rose Connection.	41
Figura 6. Bonches de rosas a exportar.	42
Figura 7. Propuesta de mapa de procesos de Rose Connection.....	47
Figura 8. Trabajadora cosechando rosas.	49
Figura 9. Trabajadora enmallando tallos cosechados.	49
Figura 10. Mallas de flor durante proceso de hidratación.....	50
Figura 11. Trabajador recolectando mallas de cultivo hacia poscosecha.	51
Figura 12. Diagrama de flujo: corte de flor.....	52
Figura 13. Diagrama de flujo: enmalle e hidratación.....	53
Figura 14. Diagrama de flujo: transporte de flor.	54
Figura 15. Diagrama de barras de tipos de inconformidades.	60
Figura 16. Diagrama de barras de causas por inconformidades de calidad.	61
Figura 17. Diagrama de barras de causas de flor nacional.....	62
Figura 18. Diagrama de barras de causas de flor nacional por manejo.	63
Figura 19. Diagrama de árbol de CTQ's.	73
Figura 20. Diagrama SIPOC – nivel macro del proceso.....	77
Figura 21. Carta de control NP: botones con daño mecánico por malla.....	81
Figura 22. Análisis de capacidad de proceso bajo distribución binomial: botones con daño mecánico por malla de flor.	84
Figura 23. Carta de control C: número de defectos por malla.....	87
Figura 24. Análisis de capacidad bajo distribución de Poisson: número de defectos por malla.	88
Figura 25. Histograma de frecuencias: % No conforme de flor con daño mecánico.	91
Figura 26. Diagrama de Pareto: % de flor con daño mecánico.	92
Figura 27. Diagrama de Pareto: % de flor con daño mecánico por área de trabajo.	94
Figura 28. Diagrama de Pareto: % de defectos por malla de flor.....	96
Figura 29. Diagrama de Ishikawa del atributo botón sin daño mecánico.	97
Figura 30. Diagrama de Ishikawa del defecto botones desnivelados.	97

Figura 31. Diagrama de Ishikawa del defecto flor mal enmallada.	98
Figura 32. Diagrama de árbol de objetivos.	101
Figura 33. Mallas plásticas rotas.....	105
Figura 34. Personal de poscosecha eliminando mallas plásticas dañadas.	105
Figura 35. Trabajadora de poscosecha cortando mallas plásticas rotas.	106
Figura 36. Trabajadora de poscosecha cortando mallas destinadas a ser recicladas.	106
Figura 37. Mallas de flor con doble malla para tallos por fuera de ella.....	108
Figura 38. Mallas de flor antes y después del proceso de mejora.	109
Figura 39. Mallas de variedad Iguana colocadas por 6 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.	113
Figura 40. Mallas de variedad Titanic colocadas por 5 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.	114
Figura 41. Mallas de variedad Explorer colocadas por 4 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.	114
Figura 42. Antes y después de la mejora implementada en el subproceso de hidratación en cultivo.....	115
Figura 43. Carta de control NP: flor con daño mecánico por malla después de mejoras. ...	118
Figura 44. Análisis de capacidad bajo distribución binomial: flor con daño mecánico por malla después de mejoras.....	120
Figura 45. Carta de control C: número de defectos por malla después de mejoras.....	122
Figura 46. Análisis de capacidad bajo distribución de Poisson: número de defectos por malla después de mejoras.....	123
Figura 47. Carta de control NP de número de botones con daño mecánico por malla.	128
Figura 48. Carta de control U para número de defectos en una malla de flor.....	129
Figura 49. Análisis de capacidad del proceso bajo Distribución Binomial antes de la implementación de mejoras.	130
Figura 50. Análisis de capacidad del proceso bajo Distribución Binomial después de la implementación de mejoras.	131
Figura 51. Análisis de capacidad de proceso bajo la Distribución de Poisson antes de la implementación de mejoras.	133
Figura 52. Análisis de capacidad del proceso bajo la Distribución de Poisson después de la implementación de mejoras.	133

RESUMEN

Reducir los porcentajes de “producto no conforme” que se generan dentro de una organización es considerada como una estrategia de mejora de la productividad, pues ésta obliga a optimizar al máximo la calidad de los productos y a reducir la variabilidad de los procesos utilizando metodologías basadas en la mejora continua.

El presente trabajo fue desarrollado en las instalaciones de la finca florícola Rose Connection que se encuentra ubicada en el Km. 3 1/2 vía a Cajas en el sector de Tabacundo, cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha.

La aplicación de la metodología DMAMC dentro de esta empresa, consistió en la utilización de diferentes herramientas y técnicas basadas en el concepto estadístico que utiliza el sistema de mejora Seis Sigma con el objetivo principal de optimizar su productividad. Inicialmente y de acuerdo a la primera fase, *definir*, se identificó la problemática de calidad del área en estudio y las variables críticas que no se estarían cumpliendo bajo los parámetros de calidad establecidos o las Y's del proceso. Posterior a ello, dentro de la fase *medir*, se evaluaron: la capacidad actual del proceso para cumplir especificaciones determinadas y los niveles sigma del mismo, para con estos datos, dentro de la fase *analizar*, identificar y establecer las causas raíz que generaron el problema o las X's del proceso.

Consecutivamente, con el fin de optimizar la situación actual, dentro de la fase *mejorar*, se implementaron planes de acción que ayudaron a la reducción de la variabilidad detectada en el proceso y a eliminar factores que generaban “producto no conforme”. Y finalmente, dentro de la etapa *controlar*, se establecieron inspecciones de vigilancia de las X's identificadas mediante el uso de herramientas estadísticas que permitan mantener el proceso monitorizado.

Además, como parte fundamental y objetivo principal de la implementación de DMAMC, se evaluó la variación del índice de productividad, es decir, la relación porcentual obtenida entre

la productividad inicial, antes de las soluciones planteadas, y la productividad final generada después del desarrollo de mejoras con el propósito de conocer el progreso de este indicador.

ABSTRACT

Reducing the percentages of a “nonconforming product” generated inside an organization is considered a strategy to increase productivity, because this obligates the optimization of the top quality of products and to reduce the variability of the processes using methodologies based on the continuous improvement.

The present work was developed in the installations of Rose Connection Flower Greenhouse, located in the 3½ km, Cajas track, Tabacundo, Pedro Moncayo, of the province of Pichincha.

The application of the DMAIC methodology within this company, consists in the utilization of different tools and techniques based in the statistics concept that uses the improvement system Sigma Six with the main objective of optimizing its productivity. Initially and in agreement to the first phase, *define*, the problem of quality was identified in the study area and the critical variables, the ones that would not be fulfilled under the quality parameters established or the Y's of the process. Subsequent to it, within the phase, *measure*, the actual capacity of the process to accomplish certain specifications and its sigma levels were evaluated to with these information, within the phase, *analyze*, identify and stablish the main causes that generate the problem, or the X's of the process.

Consecutively, with the final purpose to optimize the current situation, within the phase *improve*, plans of action were implemented and helped to reduce the detected variability in the process and to eliminate factors that generated a “nonconforming product”. And finally, within the phase, *control*, surveillance inspections of the identified X's were stablished through the use of statistics tools that allow monitoring the process.

Besides, as a fundamental part and main goal of the DMAIC implementation, the variation of the productivity index was evaluated, ergo, the percentage relation obtained between the initial productivity, before the solutions raised, and the final productivity generated after the development of the improvements with the purpose of knowing the progress of this indicator.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Ninguna flor ha sido y es tan requerida como la Rosa. Las rosas son las flores más populares del mundo, pues ocupan el primer lugar en ser las más vendidas, seguida de los tulipanes y los claveles. De acuerdo a McClain (2009) la mayoría de las rosas modernas fueron creadas a través de un proceso de hibridación desde hace un aproximado de 150 años atrás. Pero su reconocimiento y liderazgo dentro del mercado se originó a partir de la década de los 90 debido principalmente a una mejora en las variedades.

Las rosas son un tipo de arbusto o enredadera que pertenece al género Rosa y a la familia de las rosáceas. Éstas pueden llegar a medir de 2 a 5 metros de altura. Generalmente son llamadas por el nombre de la variedad, es decir, el nombre que le dio su inventor al momento de crearla.

Las rosas se distinguen por tener flores grandes y una amplia gama de colores: rojo, blanco, amarillo, lavanda, rosado, otros, que les permiten destacar en belleza y fragancia.

Uno de los principales productores y exportadores de rosas es Ecuador. Las características geográficas propias del país brindan condiciones climáticas y de luminosidad adecuadas para las flores, pues generan características únicas en ellas como tallos largos, gruesos y con mucha verticalidad, además de botones grandes con vivos colores.

De acuerdo a datos de producción de los últimos años publicados en la Revista Líderes (2015), el 98% de la producción florícola del país es exportable con diferentes destinos, como: Italia, Rusia, Holanda, Estados Unidos, Alemania, Canadá, Chile, Ucrania, entre otros.

“El Ecuador, en realidad, es uno de los países que posee mayor diversidad en las flores que ofrece al mundo. La rosa, en este caso, tiene más de 300 variedades y figura como líder del conjunto de exportación”. (Parra, 2015, pág. 1)

1.2 PROBLEMA

Cada tallo de rosa una vez que es cortado en el área de cultivo debe pasar por una serie de procesos de poscosecha encaminados a obtener un producto de calidad con la habilidad de ser exportado a diferentes países del mundo.

Con el fin de obtener este producto, durante el proceso de clasificación de flor en el área de poscosecha se separan un sin número de tallos destinados al área de compostaje, es decir, tallos que no cumplen con los parámetros de calidad necesarios para ser exportados son clasificados como flor nacional o producto no conforme para ser posteriormente desechados.

Cada uno de estos tallos son descartados por problemas de calidad generados durante el proceso de cosecha y transporte, por problemas de sanidad en las plantas, problemas varietales propios de la flor, problemas climáticos, entre otros. Dentro de éstos, se encuentra la flor desechada por problemas de daño mecánico o maltrato que afecta directamente al botón floral del tallo de rosa.

De acuerdo a datos históricos proporcionados por el área de poscosecha, semanalmente se obtiene un promedio del 1,86% de producto no conforme a causa de flor con presencia de maltrato, es decir, un promedio aproximado de 6100 tallos por semana.

Además de estos datos, es importante mencionar que este problema de calidad en la flor es causante de bajos rendimientos en el proceso de clasificación debido al tiempo que implica su proceso para detectar maltrato en el botón y maquillar (despetalar) aquellos tallos en los que es posible esta actividad. Y, continuamente provoca reprocesos de bonches armados para exportación por presencia de botones con maltrato.

Así se puede concluir, que la presencia de maltrato o daño mecánico en la flor es uno de los principales problemas de calidad existentes en la finca, pues además de las inconformidades mencionadas, genera una gran insatisfacción del cliente, poscosecha, pues es la calidad del producto que recibe de cultivo que marca el ritmo de su trabajo y la calidad de producto que genera esta área de Rose Connection.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo del presente trabajo tiene como objetivo principal mejorar la productividad de la empresa y la calidad del producto resultante del área de cultivo a través de la aplicación de la metodología DMAMC.

DMAMC es un sistema de mejora de Seis Sigma encaminado a dar seguimiento y solución a problemas que afectan la satisfacción de los clientes y a mejorar la calidad de un bien o servicio. Esta metodología fundamentada en el uso de herramientas y técnicas basadas en el pensamiento estadístico, ayudará a identificar las variables críticas de calidad que aquejan y afectan actualmente el proceso, así como también, medir la capacidad actual del proceso para cumplir especificaciones y los niveles sigma del mismo. Su objetivo principal es analizar los datos reales del proceso y determinar y establecer soluciones que mejoren la variabilidad del proceso y la calidad del producto.

Al mejorar la calidad y la variabilidad del proceso, se logrará fundamentalmente reducir el porcentaje de producto no conforme o flor nacional a causa de presencia de daño mecánico o maltrato en el botón floral del tallo de rosa, y al mismo tiempo mejorar el rendimiento de los procesos del área de poscosecha, pues se reducirán tiempos destinados a reprocesos y a actividades direccionadas a mejorar el producto. Logrando así, grandes beneficios económicos para la empresa.

El fin no es sólo establecer un proyecto que mejore la calidad del producto, sino además, mantener controles de base estadística que perduren en el tiempo dentro de los procesos internos y que beneficien al aseguramiento de la calidad del producto.

1.4 OBJETIVO GENERAL

Aplicar la metodología DMAMC en el área de cultivo de la finca florícola Rose Connection, a través del análisis de cada uno de los procesos y de las variables críticas de calidad para el mejoramiento de la productividad.

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer las bases teóricas y científicas que se determinen en el presente trabajo para la aplicación de la metodología DMAMC.
- Describir de manera general la actividad económica de la empresa y cada uno de los procesos correspondientes al área de cultivo de Rose Connection, además de medir el índice de productividad inicial de ésta.
- Aplicar la metodología DMAMC mediante el desarrollo de que cada una de sus etapas basadas en el análisis de las X's y Y's críticas del proceso, y medir el índice de productividad final una vez implementado este sistema.
- Analizar los resultados obtenidos y evaluar el índice de variación porcentual de productividad generado mediante la aplicación de la metodología de mejora de Seis Sigma.

1.5 ALCANCE

La aplicación de la metodología DMAMC se la realizará en el área de cultivo de la finca florícola Rose Connection, ubicada en el sector de Tabacundo, enfocándonos únicamente en los procesos de cosecha y de transporte como meta de estudio.

Dentro de este proyecto de mejora, como parte inicial y objetiva se evaluará el nivel inicial de productividad del proceso en estudio con el fin de conocer la situación actual del mismo, y una

vez que se hayan implementado planes de mejora durante el desarrollo de la metodología identificar el nivel de productividad resultante.

Durante su desarrollo se analizarán cada uno de los subprocesos de cosecha y de transporte y las variables críticas del producto que determinan la calidad final del tallo de rosa. Y, se implementarán planes de mejora que beneficien y reduzcan los problemas de calidad detectados durante la ejecución de la metodología.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CALIDAD

Conceptualizar la calidad va mucho más allá de dar una definición técnica, es comprender una verdadera filosofía de gestión que conlleva a las organizaciones a un proceso de mejora continua, donde predomina la preocupación por satisfacer las necesidades de los clientes y por mejorar día a día los procesos y resultados, involucrando a todas las personas y a todos los procesos.

En su libro de Calidad Total, Guilló (2000) manifiesta que la calidad está directamente relacionada con las percepciones de cada individuo, siendo ésta la que directamente influye en su definición. Pero técnicamente, define la calidad como características reales que le interesan al consumidor, mismas que tienden a convertirse en especificaciones técnicas, es decir, en valores cuantitativos y cualitativos con una tolerancia, capaces de responder sus necesidades. Cuando esto no ocurre, se incumple con dichas especificaciones y surge la existencia de productos defectuosos o no conformes, que no sólo causan problemas de baja calidad debido a la variabilidad presente en el proceso, sino que adicionalmente, la empresa pierde su posición competitiva en el mercado por: baja productividad, altos costos e insatisfacción del cliente. (pág. 22)

Montgomery (2013) afirma que la calidad es inversamente proporcional a la variabilidad, es decir, que si la variabilidad negativa de las características importantes de un producto disminuye, la calidad del producto aumenta. Así como también, asegura que la variabilidad excesiva en el desempeño de los procesos suele resultar en desperdicio, por tanto, el mejoramiento de la calidad es la reducción de la variabilidad en procesos y productos. (pág. 5)

2.1.1 VARIABILIDAD

Al fabricar un bien o prestar un servicio, técnicamente es imposible que dos resultados sean exactamente iguales, siempre habrá una diferencia entre cada uno de ellos, independientemente si el proceso es bueno o no, siempre existirá variabilidad.

Gutiérrez (2009) explica que esta variabilidad se atribuye a múltiples factores presentes en los procesos y que existen dos fuentes principales de variación: aleatoria y asignable.

- Variación aleatoria: o causas comunes, son difíciles de eliminar, puesto que precisan cambios profundos en el proceso, máquinas, métodos o del sistema que genera resultados.
- Variación asignable: fácil de solucionar debido a que ocurre de manera fortuita y a que puede ser investigada, detectada y corregida.

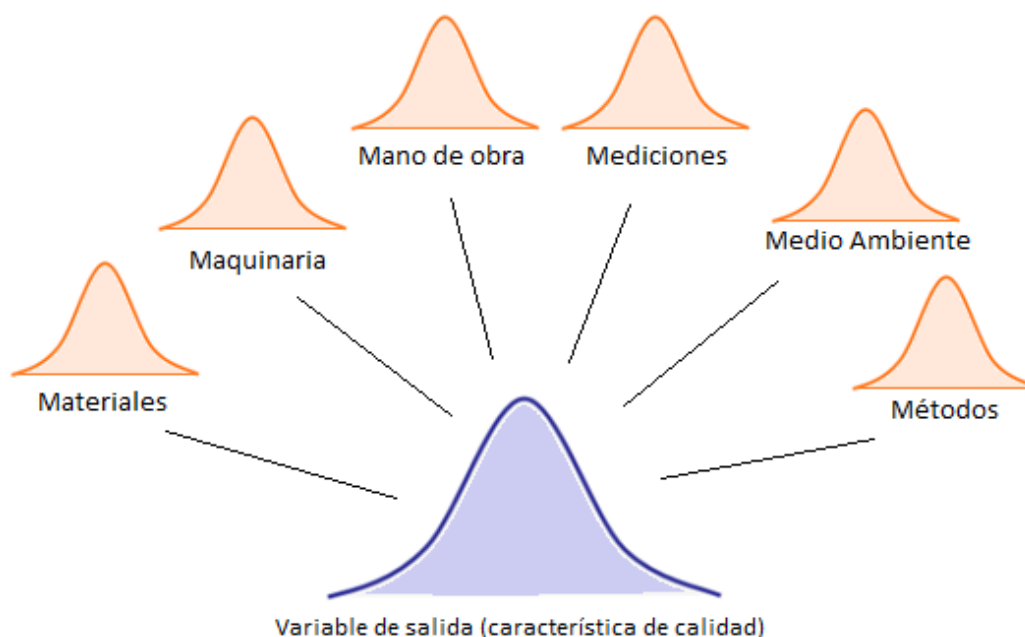


Figura 1. Variabilidad de un proceso.

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009)

De la misma manera en su libro, Gutiérrez (2009) refiere que es necesario entender los motivos de la variación y que para ello se parte de que en un proceso interactúan materiales, máquinas,

mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos (las 6 M). Menciona también, que si hay un cambio significativo en el desempeño del proceso, sea accidental u ocasionado, su razón se encuentra en una o más de las 6 M (véase Figura 1.). (pág. 11)

2.1.2 EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

“La mejora continua debe formar parte de la manera de pensar y actuar de la empresa, de manera que en el momento en que ésta deja de mejorar, empieza a deslizarse hacia atrás. (González y Navarro, 1993; 57).” (Guilló, 2000, pág. 127)

El mejoramiento continuo de la calidad propone actuar sobre aquellos problemas que afectan la calidad, con el fin de mejorar el desempeño del proceso productivo y de alcanzar metas de costos, entrega, incremento de la satisfacción del cliente, entre otros, que a la final resumen una mejora de la productividad.

2.1.3 CONEXIÓN ENTRE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

En términos generales, la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. ”De manera que mejorar la productividad es optimizar el uso de los recursos y maximizar los resultados”. (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 7)

La productividad es conceptualizada como la relación entre los recursos logrados (unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos) y los recursos que se han utilizado para obtenerlos (tiempo de mano de obra, insumos, energía, etc.). Su fórmula se expresa así:

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathbf{Unidades Producidas (OUTPUTS)}}{\mathbf{Recursos Utilizados (INPUTS)}}$$

Cuanto menor cantidad de recursos se invierta en lograr resultados, mayor será el carácter productivo del sistema.

Matemáticamente, la productividad se divide en dos importantes indicadores:

- Productividad Monofactorial
- Productividad Multifactorial

2.1.3.1 PRODUCTIVIDAD MONOFACTORIAL

“Es el cociente que resulta entre la producción final y un solo factor” (Cruelles Ruiz, 2013, pág. 723). Es decir, se emplea únicamente un factor de cálculo sea éste, mano de obra, materia prima, costos indirectos de fabricación, entre otros. Para el caso de utilizar el factor mano de obra, la fórmula correspondiente sería:

$$Productividad\ monofactorial = \frac{Unidades\ Producidas}{Mano\ de\ obra}$$

2.1.3.2 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

Al contrario de la productividad monofactorial, este indicador considera todos los factores que involucran el desarrollo de un proceso y la generación de resultados. Es decir:

$$Productividad\ multifactorial = \frac{Unidades\ producidas}{MO + MP + CIF}$$

Se consideran los recursos invertidos en mano de obra, materia prima y costos indirectos de fabricación, es decir, todos los costos que intervienen en la producción de un bien o servicio.

2.1.3.3 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La variación de la productividad representa el grado porcentual en que este indicador aumenta o disminuye dentro del proceso estudiado. Para su cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$\Delta P = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} - 1 * 100$$

Esta fórmula constituye el análisis de la variación entre la productividad final y la productividad inicial del proceso.

Gutiérrez (2009) sugiere dos programas para incrementar la productividad: mejorar la eficacia, en la que busque reducir los tiempos desperdiciados por paros de equipos, carencia de materiales, falta de balance en las capacidades, otros. Y por otro lado la mejora de la eficacia, en la cual se busca la disminución de los productos con defectos, fallas en arranques y en la operación en los procesos. (pág. 8)

Por otra parte, Gutiérrez hace hincapié de que Edwards Deming, expuso a través de su método conocido como la reacción en cadena que la calidad aumenta la productividad, demostrando así, que mejorar la calidad dentro de una organización contribuye:

- A la disminución de costos, debido a que se reducen reprocesos, fallas, retrasos, desperdicios, artículos defectuosos y se emplean los insumos necesarios y de mejor manera.
- A mejorar la productividad porque se liberan recursos materiales y humanos que se pueden destinar a elaborar más productos, a resolver otros problemas de calidad, las horas hombre y las horas máquina no se malgastan: se aprovechan mejor.
- A la conquista del mercado porque se planifica y se produce de acuerdo a los requerimientos del cliente y se trabaja en su mejoramiento continuo logrando ser más competitivo en calidad y precio.
- A la permanencia en el mercado gracias a la completa satisfacción de las necesidades de los clientes y a la superación de sus expectativas.
- Al incremento del trabajo a razón del crecimiento del mercado y a una mayor competitividad. La gente está más contenta con su trabajo. (pág. 7)

Así, la calidad es una filosofía y forma de vida donde diferentes aspectos hacen que productividad y calidad se encuentran relacionadas entre sí.

2.1.4 COSTOS DE CALIDAD

Summers (2006) describe en su libro lo siguiente:

Se considera que los costos de la calidad son todos aquellos en que incurre una compañía para garantizar que la calidad del producto o servicio es perfecta. Los costos de la calidad constituyen la parte de los costos operativos resultantes de generar un producto o servicio que no cumple con las normas de desempeño. Además se consideran costos de la calidad todos aquellos en que se incurre al tratar de evitar la falta de calidad.

El mismo autor clasifica a los costos de acuerdo al origen o causa de los mismos, los cuáles son:

- Costos de prevención
- Costos de evaluación
- Costos por defectos
- Costos intangibles

2.1.4.1 COSTOS DE PREVENCIÓN

Son aquellos involucrados directamente en los métodos que adopta una compañía para prevenir no conformidades en el bien o servicio ofertante. Son los que ayudan a determinar causas raíz de los problemas con el fin de evitar su recurrencia.

“Evitar la falta de calidad contribuye a que las compañías dejen de incurrir en el costo de volver a desarrollar todo el proceso. Si las cosas se hacen correctamente la primera vez, el esfuerzo no tendrá que volver a repetirse.” (Summers, 2006, pág. 176)

2.1.4.2 COSTOS DE EVALUACIÓN

Summers (2006) menciona que este tipo de costos son aquellos costos que se relacionan con la medición, la valoración o auditoría de productos o servicios, con el propósito de garantizar su conformidad con especificaciones o requerimientos. (pág. 176)

Son los encargados de garantizar el cumplimiento de requerimientos del proceso y del cliente. Por ello, están involucrados directamente con inspecciones de materia prima, de producto en proceso y producto terminado, con los costos relacionados con pruebas y calibración de equipos de medición; todo esto, con el fin de garantizar un producto conforme.

2.1.4.3 COSTOS POR DEFECTOS

De la misma manera Summers (2006) menciona que estos costos representan el incumplimiento de requisitos al obtener productos no conformes. Además recalca que estas no conformidades pueden ser detectadas de manera interna, es decir, dentro de la compañía antes de su despacho al cliente, y de manera externa cuando son reclamadas una vez que han llegado al cliente.

Los costos internos por defectos hacen referencia a reprocesos, retrabajos, reinspecciones que se realizan una vez que se detectó un producto no conforme, en cambio, los costos externos por defectos hacen mención a devoluciones, reclamos o quejas del cliente al no obtener un producto que cumpla con sus requerimientos.

2.1.4.4 COSTOS INTANGIBLES

Summers (2006) menciona que al identificar y luego cuantificar los costos de la calidad se tiene una doble ventaja: se identifican los posibles ahorros en costos, y la calidad se mejora. (pág. 180)

La manera en que el consumidor percibe la compañía y el desempeño de la misma tendrá un impacto definitivo sobre su rentabilidad a largo plazo. Los costos intangibles –*costos*

ocultos relacionados con proporcionar productos o servicios no conformes al cliente-tienen que ver con la imagen de la compañía. (Summers, 2006, pág. 177)

2.2 METODOLOGÍA DE MEJORA SEIS SIGMA

2.2.1 ANTECEDENTES

“En 1987, Seis Sigma fue introducida por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos.” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 420)

Anderson, Sweeney, & Williams (2008) refieren de que este método basado en datos que lleva a la calidad a niveles de perfección, inició en Motorola como una estrategia de negocios y mejoramiento de la calidad a través del impulso del ingeniero Bill Smith, mismo que ayudó a Motorola a conseguir el premio de calidad: Malcolm Baldrige National Quality Award.

Posteriormente, esta metodología fue desarrollada en General Electric por Jack Welch. A través del impulso y empuje de Welch, GE se convirtió en una organización “Seis Sigma” con resultados impactantes de grandes ahorros económicos. (pág. 713)

Gutiérrez (2009) expone que los resultados logrados por Motorola, Allied Signal y GE, entre otras empresas que han implementado Seis Sigma significan beneficios económicos impresionantes, los cuáles fueron:

- Motorola logró aproximadamente 1000 millones de dólares en ahorros durante tres años, y el premio de la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- Allied Signal ahorró más de 2000 millones de dólares entre 1994 y 1999.
- GE alcanzó más de 2570 millones de dólares en ahorros en tres años (1997-1999). (pág. 420)

2.2.2 ¿QUÉ ES SEIS SIGMA?

Pande (2004) conceptualiza a Seis Sigma como una metodología de gestión que mide y mejora la calidad mediante la investigación y eliminación de las causas que generan productos defectuosos, y que tiene por objetivo primordial mejorar el desempeño de los procesos y reducir la variabilidad de los mismos. Así como también, que ésta, se fundamenta en las herramientas y el pensamiento estadístico para la toma de decisiones correctas y efectivas. Sus esfuerzos se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Reducir los defectos.

Seis Sigma se enfoca en la mejora de la productividad y el rendimiento de los procesos y de ese resultado se obtiene el incremento en los ingresos de la organización. (pág. 13)

Valderrey (2010) expresa lo siguiente:

Seis Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica desempeña una manera de medir la realización de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios, de acuerdo a las especificaciones. Como filosofía de trabajo significa una mejora continua de procesos y productos, apoyada en la aplicación de las herramientas adecuadas. Como meta significa el acercamiento a no producir servicios o productos defectuosos.

2.2.3 SIGNIFICADO ESTADÍSTICO DE SEIS SIGMA

En su libro de Las claves prácticas de Seis Sigma, Pande (2004) hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. Sigma (σ) es la letra griega que se usa como símbolo de la desviación estándar lo que refleja cuánta variabilidad hay en un grupo de elementos. Cuanta más variación haya, mayor será la desviación estándar.

La capacidad del proceso representa la cantidad de desviaciones estándar que existen desde la media hasta el límite superior de la especificación y desde la media hasta el límite inferior de la especificación. El nivel 3 sigma refiere a que existen 3 desviaciones estándar en torno a la media de la población. (pág. 4)

Sigma, o desviación estándar y “más o menos” tres desviaciones estándar dan un rango total de seis desviaciones estándar. Por lo tanto, decimos que seis sigma significa no tener más de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) en cualquier proceso, bien o servicio (Lind, Marchal, & Wathen, 2008, pág. 713).

O en su inversa, dentro del proceso donde se opera con nivel seis sigma, la variación es muy pequeña, lo que permite obtener resultados libres de defectos en un 99,9997% como se muestra en la Figura 2.

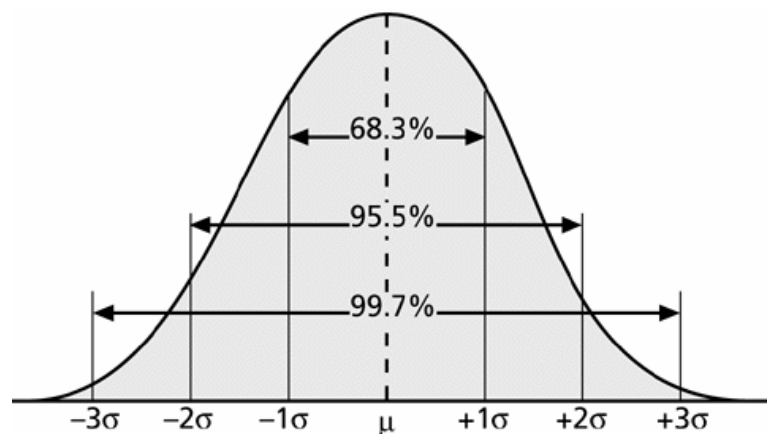


Figura 2. Curva de Distribución Normal.

Fuente: (Project Quality Management, 2011)

Y como se refleja en la Tabla 1., el nivel Seis Sigma solo permite tener 3,4 defectos por un millón de productos buenos, concluyendo así, que en cuanto más alta sea la capacidad del proceso se tienen menos defectos.

Tabla 1. Niveles Sigma y DPMO.

Nivel sigma (σ)	DPMO	Nivel de Calidad (%)
1	690 000	30,8511
2	308 537	69,1230
3	66 807	93,3319
4	6 210	99,3790
5	233	99,9767
6	3,40	99,9997

Fuente: (Project Quality Management, 2011)

Por tanto, Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión.

2.2.3.1 CAPACIDAD DE PROCESO Y MÉTRICAS SEIS SIGMA

Gutiérrez (2009) explica que la capacidad o habilidad de un proceso consiste en determinar la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, razón por la que ésta permite saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria. (pág. 18)

2.2.3.1.1 ÍNDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL: C_p

“Indicador de la capacidad potencial del proceso que resulta de dividir el ancho de las especificaciones (variación tolerada) entre la amplitud de la variación natural del proceso.”

(Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 101). Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Donde σ representa la desviación estándar del proceso, mientras que ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De

aquí que lo deseable es que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 102)

En los anexos B.1, B.2 y B.3 se muestran los valores de Cp de acuerdo a cinco categorías de procesos, los valores en términos del índice Cp de calidad de corto y largo plazo y los valores del índice Cp en términos porcentuales de artículos que no cumplirán especificaciones, respectivamente. Éstos, serán utilizados en la determinación de los indicadores de estudio.

2.2.3.1.2 ÍNDICE Z

“Otra forma de medir la capacidad del proceso es mediante el índice Z, el cual consiste en calcular la distancia entre las especificaciones y la media μ del proceso en unidades de la desviación estándar, σ .” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 109)

2.2.3.1.3 DEFECTOS POR UNIDAD: DPU

El índice DPU o defectos por unidad como lo menciona Gutiérrez (2009), es una métrica que determina el nivel de no calidad de un proceso que no considera las oportunidades de error y que se obtiene de la siguiente manera:

$$DPU = \frac{d}{U}$$

Donde U es el número de unidades inspeccionadas en las cuales se observaron d defectos en un tiempo determinado. (pág. 114)

2.2.3.1.4 DEFECTOS POR OPORTUNIDAD: DPO

Este indicador que significa defectos por oportunidad, mide la calidad de un proceso considerando el número de oportunidades de error por unidad, O . Siendo su fórmula:

$$DPO = \frac{d}{U * O}$$

2.2.3.1.5 DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES: DPMO

DPMO o defectos por millón de oportunidades “cuantifica los defectos del proceso en un millón de oportunidades de error, y se obtiene al multiplicar al DPO por un millón” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 114)

$$DPMO = 1\,000\,000 * DPO$$

2.2.4 ALINEACIÓN DEL SISTEMA: SEGUIMIENTO DE LAS X's Y LAS Y's

Pande (2004) explica que en las empresas que trabajan con la metodología Seis Sigma se utilizan abreviaturas para describir algunos de los conceptos clave que se obtienen al analizar los procesos; por ejemplo, X es la abreviatura para designar la causa de un problema o una de las muchas variables que afectan a un proceso; Y, es una salida o resultado del proceso (...). Identificar y medir las X's e Y's críticas son tareas básicas para las organizaciones Seis Sigma. Medir las X's y las Y's no es un fin en sí mismo. Las X's o causas tienen que relacionarse con las Y's críticas o efectos como se muestra en la Tabla 2. (pág. 7)

Tabla 2. Ejemplos de alineación de X's y Y's.

Si la X es...	La Y puede ser...
Acciones enfocadas hacia los objetivos...	Objetivos estratégicos alcanzados
Calidad del trabajo alcanzado.....	Nivel de satisfacción del cliente
Tiempo de ciclo.....	Entrega a tiempo
Número de personas dedicadas.....	Tiempo en contestar el teléfono
Información incorrecta.....	Defectos producidos

Fuente: (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004)

Pande (2004) también menciona que es importante comprender y analizar la relación existente entre las diferentes X's e Y's presentes en los procesos de una organización. Entender cómo influye cada X's crítica en las actividades operacionales y gerenciales y cuáles son los

resultados que se espera conseguir, Y's, a través de la aplicación de la estrategia de mejora, Seis Sigma. (pág. 6)

2.2.5 PRINCIPIOS DE SEIS SIGMA

Seis Sigma se enfoca de manera prioritaria en seis principios que brindan una visión más amplia del objetivo de la aplicación de esta estrategia. Estos son:

2.2.5.1 PRINCIPIO UNO: AUTÉNTICA ORIENTACIÓN AL CLIENTE

Este principio es fundamental dentro de la metodología Seis Sigma, debido a que enfatiza la máxima prioridad para el cliente. “La medida del rendimiento empieza y termina con la voz del cliente (VdC). (...). Las mejoras Seis Sigma se miden por su impacto en la satisfacción de los clientes y por el valor que les aportan.” (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 8)

2.2.5.2 PRINCIPIO DOS: GESTIÓN ORIENTADA A DATOS Y HECHOS

Gutiérrez (2010) menciona lo siguiente:

Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos en la estrategia 6s, pues gracias a ellos se identifican las variables críticas de la calidad (VCC) y los procesos o áreas a mejorar. Las mejoras en calidad no pueden implementarse al azar; por el contrario, se debe asignar el apoyo a los proyectos cuando a través de datos es posible demostrar que con la ejecución del proyecto el cliente percibirá la diferencia.

2.2.5.3 PRINCIPIO TRES: ORIENTACIÓN A PROCESOS, GESTIÓN POR PROCESOS Y MEJORA DE PROCESOS

Seis Sigma se concentra en los procesos pues a través de ellos se cumple con los requisitos de los clientes y se logran importantes ventajas competitivas para la empresa.

2.2.5.4 PRINCIPIO CUATRO: GESTIÓN PROACTIVA

Actuar anticipándose a los acontecimientos denota este principio. Ser proactivos fijando metas y objetivos claros dentro de las organizaciones y centrarse en la prevención de problemas en lugar de únicamente corregirlos. “Teniendo en cuenta el estrecho margen de error que permite el actual mundo de los negocios, ser proactivo es la única manera de sobrevivir” (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 9)

2.2.5.5 PRINCIPIO CINCO: COLABORACIÓN SIN FRONTERAS

“Seis Sigma requiere una colaboración creciente entre todos a medida que cada uno descubre su papel en el gran proceso y su relación con los clientes externos.” (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 9) Trabajo en equipo es igual al éxito empresarial.

2.2.5.6 PRINCIPIO SEIS: BÚSQUEDA DE LA PERFECCIÓN, TOLERANCIA A LOS ERRORES

Pande (2004) describe que Seis Sigma se enfoca en la búsqueda de la perfección y en conseguir resultados sostenibles durante un período de tiempo adecuado. Invertir tiempo en recoger datos puede parecer arriesgado, pero ayuda a la toma de mejores decisiones y más eficaces a posteriori. No cambiar el proceso significa que el trabajo seguirá haciéndose como siempre, y los resultados no mejorarán. (pág. 9)

2.3 METODOLOGÍA SEIS SIGMA: DMAMC

Seis Sigma utiliza un esquema basado en cinco fases de mejora continua conectadas de manera lógica entre sí para el cumplimiento de sus objetivos: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar; **DMAMC**, por sus siglas en inglés **DMAIC**: Define, Measure, Analyze, Improve y Control. Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuestas a ciertas preguntas específicas que dirigen al proceso de mejora.

“El ciclo DMAIC es una versión más detallada del ciclo PDCA de Deming, que consta de cuatro pasos: planear, desarrollar, comprobar y actuar, que son la base del mejoramiento continuo.” (Chase, Roberth, & Aquilano, 2009, pág. 314)

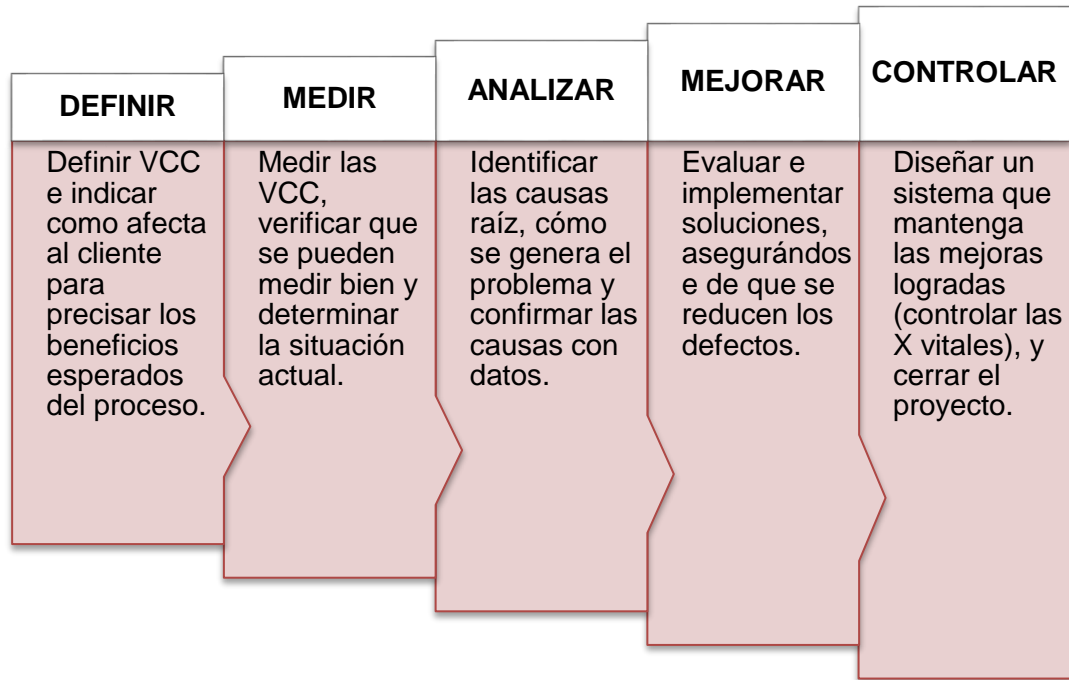


Figura 3. Etapas del proceso DMAMC.

Fuente: (Gutiérrez, 2010)

2.3.1 FASE DEFINIR

Después de seleccionar el proyecto de mejora Seis Sigma a realizar dentro de la empresa, el primer paso consiste en definir el problema con claridad. Para ello, se revisa el problema a mejorar, sus objetivos, el alcance que éste tendrá dentro de la organización, los beneficios que éste proporcionará y las personas que serán parte de su desarrollo. Todos estos resumidos dentro de un plan de trabajo o *project charter*.

De igual manera, dentro de esta etapa se identifican a los clientes del proceso mediante un diagrama SIPOC, así como también, los requerimientos o requisitos de esos clientes, con el fin de determinar las características críticas de satisfacción que serán base para el reconocimiento de las métricas de éxito. “En la selección de las métricas es importante asegurarse de que a

través de ellas se está escuchando al cliente, por lo que pueden ser variables críticas del desempeño y calidad del proceso (tiempo de ciclo, costos, defectos, quejas, productividad).” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 427)

2.3.2 FASE MEDIR

“Medir es una etapa clave en el camino de Seis Sigma y ayuda al equipo a refinar el problema y comenzar a buscar las causas raíz, lo que será el objetivo de la etapa Analizar de la metodología DMAMC.” (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 121)

Como segunda etapa del DMAMC, medir tiene como principal objetivo determinar el rendimiento actual del proceso, es decir, levantar información de los parámetros (variables de entrada) que afectan la variabilidad y comportamiento del proceso y a través de estas reconocer si se cumple o no con los requisitos del sistema productivo y del cliente.

A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente (Valderrey, 2010)

2.3.3 FASE ANALIZAR

Como bien lo menciona el nombre de esta etapa, su objetivo principal es analizar los datos obtenidos en la etapa anterior y estudiar todas las posibles causas que contribuyen a la generación del problema. “La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos”. (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 428)

“La etapa de análisis del proceso DMAIC se concentra en *por qué* ocurren los defectos, errores o la variación excesiva, (...)”. (Evans & Lindsay, 2008). Evans (2008) refiere además, que para lograr identificar estos por qué el pensamiento y análisis estadístico cumplen con un papel

importante en esta etapa. Siendo por esta razón la estadística parte importante del entrenamiento Seis Sigma. (pág. 513)

2.3.4 FASE MEJORAR

Es en esta etapa a través de pruebas y experimentos se generan cambios en el proceso y soluciones al problema. “Una vez que se entiende de raíz la causa de un problema, el analista o el equipo necesitan generar ideas para eliminarlo o resolverlo y mejorar los indicadores de desempeño (...)” (Evans & Lindsay, 2008, pág. 513).

“El objetivo de la etapa Mejorar es encontrar e implementar soluciones que eliminen las causas de los problemas, reduzcan la variación de un proceso o eviten que un problema se vuelva a producir”. (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 272)

2.3.5 FASE CONTROLAR

Gutiérrez (2009) refiere que la meta del control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo, para ello es necesario establecer un sistema de control encaminado a:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desarrollo del proceso.
- Alentar la mejora continua. (pág. 430)

El objetivo de Controlar es sencillo: una vez que las mejoras han sido implementadas y los resultados documentados, debe seguir midiendo el rendimiento del proceso de forma continua ajustando su funcionamiento cuando los datos le indiquen que es necesario o cuando cambien los requisitos del cliente. (...) Sin los esfuerzos de Controlar, el proceso mejorado tiene muchas posibilidades de volver a su estado inicial, volatilizandolos beneficios (...) y haciendo inútil el trabajo. (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 323)

2.3.6 ESTRUCTURA HUMANA DE SEIS SIGMA

Gutiérrez (2009) expone que para llevar a cabo el programa de mejora Seis Sigma en una empresa, es necesario el manejo y apoyo de un equipo humano integrado por líderes de negocios, de proyectos, expertos y facilitadores, los cuales son identificados recurriendo a una analogía con las artes marciales que reflejan el nivel de compromiso y dedicación de la siguiente manera:

- **Campeones** (*Champions*): o patrocinadores, son los líderes de la alta gerencia o gerentes de área, quienes apoyan y proveen la dirección estratégica del proyecto, ayudan a obtener recursos necesarios y a eliminar obstáculos que impidan el éxito del proyecto.
- **Maestros Cinta Negra** (*Master black belts*): El MBB, es el experto en Seis Sigma que dirige y asesora proyectos clave y el responsable directo de mantener una cultura de calidad en la empresa. Es el mentor de los Black Belts.
- **Cintas Negras** (*Black belts, BB*): Personal dedicado en tiempo completo a Seis Sigma. Lideran los equipos de trabajo que son responsables de medir, analizar, mejorar y controlar procesos. Se encargan de capacitar a los Cinta Verde.
- **Cintas Verde** (*Green belts, GB*): Son aquellos expertos técnicos que se dedican en forma parcial a actividades de Seis Sigma. Ayudan a los Black Belts y dirigen proyectos de mejora a nivel departamental.

2.4 HERRAMIENTAS DE APOYO

Las herramientas de apoyo se basan en técnicas estadísticas y de análisis que nos permiten identificar, medir y evaluar los diferentes procesos y variables de calidad en estudio.

2.4.1 MAPA DE PROCESOS

Un mapa de procesos es un diagrama que representa un inventario general de los procesos de una empresa. Cada proceso es categorizado dentro de un grupo de:

Procesos estratégicos: obedecen y se encaminan en la toma de decisiones, en la creación y planificación de estrategias y mejoras para la empresa, definidos a través de la dirección de la alta gerencia.

Procesos productivos: encargados de dar vida al giro del negocio, pues son los que conciben las necesidades y expectativas del cliente para transformarlos en resultados que los satisfagan.











Procesos de apoyo: como su nombre lo indica, estos procesos brindan soporte para el correcto funcionamiento de las demás áreas de la empresa y de sus respectivas actividades.

2.4.2 DIAGRAMAS DE FLUJO

“Éstos son representaciones gráficas, apoyadas en símbolos claramente identificables y acompañados de una breve descripción. Los diagramas de flujo dan una mayor precisión sobre lo que se quiere expresar para dar a conocer las actividades.” (Agudelo & Escobar, 2007, pág. 38)

Este diagrama permite observar las actividades de un proceso de inicio a fin a través de la utilización de símbolos de acuerdo a su necesidad. En la Tabla 3., se muestran los símbolos a utilizar dentro de una diagramación de actividades de un proceso.

Tabla 3. Símbolos para diagramar.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN
	Operación o actividad	Describe una acción o actividad.
	Decisión	Contiene una pregunta sobre la que se decidirá (Si o No)
	Transporte	Indica el movimiento de materiales o traslado de un lugar a otro.
	Almacenamiento	Registro de nombre o lugar de almacenamiento.
	Demora o espera	Indica demora entre dos operaciones.
	Documento impreso	Generación de documentos.
	Inicio, fin	Indica el inicio o fin de un proceso.
	Conector	Indica traslado del proceso.
	Inspección, control	Indica que se revisa.
	Sentido del flujo	Dirección del flujo, ascendente o descendente.

Fuente: (Agudelo & Escobar, 2007)

2.4.3 DIAGRAMA SIPOC

“El diagrama SIPOC por sus siglas en inglés, Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo.” (Diagrama SIPOC, s.f.). Siendo así:

- **Supplier o Proveedores:** personas o sistemas que proveen un bien o servicio que será utilizado en determinado proceso.
- **Inputs o Entradas:** bienes o servicios proporcionados por el proveedor.

- **Process o Proceso:** conjunto de actividades que interactúan entre sí con el fin de transformar y dar un valor agregado a las entradas.
- **Outputs o Salidas:** resultados del proceso, sean estos bienes o servicios que son utilizados por un cliente.
- **Customers o Clientes:** persona o proceso que recibe y hace uso de la salida del proceso.

2.4.4 DIAGRAMA DE ÁRBOL

Besterfield (2009) conceptualiza que:

El diagrama de árbol se usa para reducir cualquier objetivo amplio a niveles de detalle cada vez mayores para alcanzar el objetivo. (...) El diagrama de árbol impulsa a los miembros de un equipo a pensar en forma creativa, hace que los grandes proyectos sean manejables y genera una atmósfera de solución de problemas.

2.4.5 HOJA DE VERIFICACIÓN

Gutiérrez en su libro de Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma (2009) conceptualiza a una hoja de verificación como un formato utilizado para recolectar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y fácil de analizar. De igual manera, hace hincapié de que el fin de esta técnica es fortalecer el análisis y medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente. (pág. 148)

“Se debe recoger sólo aquello que realmente interese y no recopilar datos de forma indiscriminada que dificulten el proceso, provoquen pérdidas de tiempo y compliquen la visualización de la información útil.” (Cuatrecasas, 2010, pág. 79)

2.4.6 HISTOGRAMA

El histograma es una representación gráfica de un conjunto de datos que nos permite conocer la tendencia central y la dispersión de los mismos. Se caracteriza por la utilización de barras

que distribuyen cada uno de los datos dentro de un rango de variación y donde cada una de estas barras refiere a una magnitud (eje X) determinada según un número de grupos o clases, y un eje Y que representa la frecuencia de cada clase.

“Esta gráfica se hace con datos previamente resumidos mediante una distribución de frecuencia, de frecuencia relativa o de frecuencia porcentual.” (Anderson, Sweeney, & Williams, 2008, pág. 36)

2.4.7 DIAGRAMA DE PARETO

Gutiérrez (2009) conceptualiza el análisis de Pareto como una técnica para llevar la cuenta del número de defectos presentes dentro de un producto o servicio. Su nombre se debe al científico italiano Wilfrido Pareto quien observó que la mayor parte de la “actividad” en un proceso se debe relativamente a pocos “factores”. Conociendo así, la regla 80-20, es decir, que el 80% de la actividad se debe a 20% de los factores. (pág. 140)

Los diagramas de Pareto constituyen una útil herramienta para el análisis de problemas. Los problemas y sus costos asociados se acomodan de acuerdo con su importancia relativa en forma de gráfica de barras (...). Los diagramas de Pareto permiten a los usuarios separar los pocos problemas vitales de los muchos que son triviales. (Evans & Lindsay, 2008, pág. 672)

La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto. (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 140)

2.4.8 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA-EFECTO

Como bien lo dice su nombre, el diagrama de causa efecto nos permite identificar mediante un análisis exhaustivo y una completa investigación las posibles causas de un problema. Se

analizan: mano de obra, métodos de trabajo, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente, conocidas como las 6m, debido a que éstas son consideradas como factores potenciales que influyen de manera directa e indirecta en la variabilidad del producto final.

Conocido también como diagrama de espina de pescado, un diagrama causa-efecto resume la declaración del problema en la cabeza del pescado y dispone sus causas potenciales a modo de espinas unidas a ella. Las espinas más pequeñas son los tipos más específicos de causas que contribuyen al siguiente nivel, algo más grande, de espinas y así sucesivamente. (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 203)

2.4.9 GRÁFICOS DE CONTROL

“El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo.” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 186) Esto quiere decir, que una carta o gráfico de control tiene como función examinar si un proceso o si determinada característica de calidad se encuentra en una condición estable (bajo control estadístico) o no.

Las cartas de control constituyen la base para decidir si las variaciones en el producto se deben a causas comunes (en control) o causas asignables (fuera de control). Siempre que se detecte que un proceso está fuera de control es necesario realizar ajustes o tomar medidas correctivas que hagan que el proceso regrese a la situación bajo control. (Anderson, Sweeney, & Williams, 2008, pág. 852)

Las cartas de control están compuestas por una Línea Central (LC) que representa el valor promedio de la característica de calidad, por un Límite de control Superior (LCS) y un Límite de Control Inferior (LCI), (véase Figura 4.). Si el proceso se encuentra bajo control estadístico los puntos muestrales caerán dentro de estos límites.

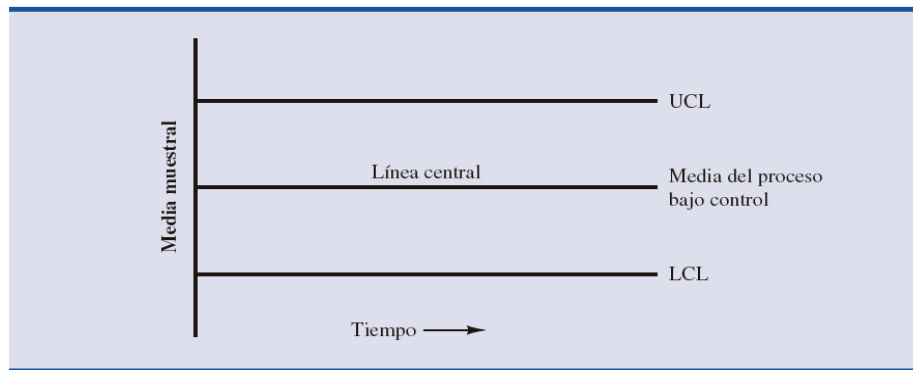


Figura 4. Estructura de una carta \bar{x} .

Fuente: (Anderson, Sweeney, & Williams, 2008)

En resumen, “las gráficas de control tienen tres aplicaciones básicas: (1) establecer un estado de control estadístico, (2) hacer el seguimiento de un proceso e indicar cuando éste se sale de control y (3) determinar la capacidad del proceso.” (Evans & Lindsay, 2008, pág. 717)

Dentro de las cartas de control, existen dos tipos: cartas de control para variables (tipo continuo) y cartas de control para atributos.

2.4.9.1 GRÁFICOS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

En su libro de Control estadístico de la calidad, Montgomery (2013) recalca que muchas características de la calidad no se miden en una escala continua o siquiera en una escala cuantitativa. En estos casos, cada unidad del producto puede juzgarse como conforme o disconforme con base en si posee o no ciertos atributos, o puede contarse el número de disconformidades (defectos) que aparecen en una unidad del producto. (pág. 161)

Dentro de estas cartas se usan diversos tipos de gráficas de control, los cuáles son:

- p : proporción de artículos defectuosos
- np : número de unidades defectuosas
- c : número de defectos
- u : número de defectos por unidad

Para trabajar con estas gráficas, es importante comprender que un defecto es cualquier característica individual que no cumple con un requerimiento, mientras que defectuoso es cualquier parte o producto que tiene uno o más defectos.

2.4.9.1.1 CARTAS NP

“Existen muchas características de calidad del tipo *pasa o no pasa*, en las que, de acuerdo con éstas, un producto es juzgado como defectuoso o no defectuoso, dependiendo de si posee ciertos atributos.” (Gutiérrez, 2010, pág. 239)

Las cartas np o llamadas también cartas para defectuosos detectan el número de artículos que no cumplen con las especificaciones en determinado tamaño de subgrupo o muestra de un lote producido; cuando el tamaño de subgrupo es constante se aplica este tipo de cartas.

Gutiérrez (2009) explica que para determinar los límites de control es necesario estimar la media y la desviación estándar de d_i (número de artículos defectuosos por subgrupo), que bajo el supuesto de distribución binomial están dados por: (pág. 229)

$$\mu d_i = n\bar{p} \text{ y } \theta d_i = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Donde n es el tamaño de subgrupo y \bar{p} es la proporción promedio de artículos defectuosos. De aquí que los límites de control de la carta np estén dados por:

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$\text{Línea central} = n\bar{p}$$

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

2.4.9.1.2 CARTAS C

“Es frecuente que al inspeccionar una unidad (...) se cuenten el número de defectos que tiene, en lugar de concluir que es o no defectuosa.” (Gutiérrez, 2010, pág. 246)

Las cartas c son utilizadas para controlar el número de defectos en una muestra o unidad de inspección de tamaño constante. De igual manera, para el uso de esta carta de control, Gutiérrez (2010) muestra que los límites de control se obtienen suponiendo que el estadístico c_i sigue una distribución de Poisson, por lo tanto las estimaciones de la media y de la desviación estándar están dadas por: (pág. 247)

$$u_{ci} = \bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de subgrupos}}$$

$$\theta_{ci} = \sqrt{\bar{c}}$$

Resultando el estadístico c_i como el número de defectos o eventos en el i -ésimo subgrupo o muestra, y como límites de control:

$$LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{c}$$

$$LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

2.4.9.1.3 CARTAS U

“Cuando se presentan casos en los que varía el tamaño de subgrupo, entonces la gráfica u (cuenta de no conformidades/unidad) es la gráfica adecuada. (...) La gráfica u es matemáticamente equivalente a la gráfica c .” (Besterfield, 2009, pág. 345) Esto significa que sus límites de control están dados por:

$$u = \frac{c}{n} \quad \bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCI = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Donde: c = número de no conformidades en un subgrupo

n = cantidad inspeccionada en un subgrupo

\bar{u} = número promedio de no conformidades por unidad inspeccionada

2.4.10 ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLOS - AMEF

“Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño.” (Bestratén, Orriols, & Mata, 2004)

El Análisis Modal de Efectos y Fallos o como se denomina por sus siglas en inglés FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) identifica problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos con el fin de priorizarlos y determinar una solución para su corrección y prevención.

Gutiérrez (2009) refiere a que esta metodología permite identificar, caracterizar y asignar una prioridad a las fallas potenciales de un producto o proceso. De la misma manera, propone una serie de actividades para un AMEF efectivo, siendo estas:

- Formar el equipo y delimitar el producto o proceso de estudio.
- Identificar los modos potenciales de falla.
- Identificar el efecto y estimar la severidad de cada falla.
- Encontrar las causas de cada falla y estimar la frecuencia de ocurrencia.
- Hacer una lista de controles existentes para detectar la ocurrencia de la falla y estimar la probabilidad de que los controles hagan la detección de la falla.
- Calcular el número prioritario de riesgo, mismo que resulta del producto entre el valor de severidad, ocurrencia y detección.

$$NPR = (S) * (O) * (D)$$

- Establecer prioridades y a los NPR más altos asignar acciones correctivas. Todo el proceso seguido debe ser plasmado en un formato.
 - Revisar y establecer los resultados obtenidos para posteriormente volver a calcular el NPR.
- (pág. 409)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada, proyecto DMAMC en la empresa Rose Connection, tiene un enfoque cuantitativo, es decir, está enfocada en la recolección y análisis de datos a través de herramientas estadísticas o matemáticas que brinden resultados objetivos. Es importante recordar que, los proyectos Seis Sigma se basan en datos reales y no en subjetividades.

El tipo de investigación utilizada es de tipo exploratorio descriptivo pues se obtuvo un indicador de productividad inicial del proceso y la capacidad actual del mismo para cumplir especificaciones, además de su nivel sigma. Esto con el fin de, a través de planes de acción, mejorar la productividad actual del proceso.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada en esta investigación corresponde a una estrategia tipo documental y de campo. Documental porque se revisaron libros, tesis, revistas y artículos de internet que se consideraron necesarios para la fundamentación y desarrollo de la misma. Y de campo, pues la recolección y obtención de datos tuvieron lugar en el área de cultivo y en el área de recepción de flor en poscosecha de Rose Connection.

3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

El objeto de estudio o análisis de esta investigación fue el producto resultante del proceso productivo de cultivo, una malla de flor de 25 tallos. El fin es conocer cuáles son los requerimientos del cliente, poscosecha, que no se están cumpliendo con respecto al producto que recibe, mallas de flor, y analizar la capacidad del proceso de cosecha para cumplir especificaciones.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

Como población de estudio se consideró el promedio semanal de mallas cosechadas (25 tallos/malla), es decir, la producción promedio semanal de flor. En base a datos históricos de producción proporcionados por poscosecha, se obtuvo un valor promedio de 12 536 mallas de flor por semana.

3.4.2 MUESTRA

Considerando la producción promedio semanal de mallas, se trabajó con la fórmula pertinente para el cálculo, siendo esta:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2}$$

Donde, de acuerdo a los datos de estudio y considerando un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5%, tenemos:

- $N = 12\ 536$
- $Z = 1,96$
- $\sigma = 0,5$, un valor constante debido a que se desconoce la desviación estándar de la población.
- $e = 0,5$

Siendo así, reemplazamos:

$$n = \frac{12\ 536 (0,5)^2 (1,96)^2}{0,05^2 (12\ 536 - 1) + (0,5)^2 (1,96)^2}$$

$$n = \mathbf{372 \text{ unidades}}$$

Para la toma de las diferentes muestras se trabajó con un número de observaciones de 4 unidades, mallas de flor, y una frecuencia de muestreo por cada 20 min en diferentes lotes de producción durante una semana.

3.4.2.1 MÉTODO DE MUESTREO

Muestreo Probabilístico: para la recolección de datos, es decir, para muestrear las 372 unidades, se utilizó este método, pues todos los elementos a estudiar tienen la probabilidad de ser seleccionados para formar parte de esta muestra.

3.4.2.2 TIPO DE MUESTREO

Las muestras fueron tomadas bajo muestreo estratificado aleatorio. Esto, debido a que, la producción de mallas de flor resultante de cultivo corresponde a la suma de cuatro zonas de trabajo diferentes y a una misma variable de estudio.

3.5 MÉTODOS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para obtener la información necesaria se trabajó mediante:

- La observación directa de cada uno de los procesos y actividades de cosecha, transporte y recepción de flor en poscosecha.
- Una entrevista a los dueños del proceso o jefes de área y al personal operativo de cada uno de estos con el fin de conocer necesidades, problemas de calidad, opiniones o sugerencias.
- Un análisis documental para la evaluación de datos históricos relacionados con porcentajes de producción, reportes de calidad y niveles de productividad.

Para recolectar información se hizo uso de hojas de verificación que nos permitan identificar problemas de calidad en el muestreo determinado anteriormente. Además de esto, se utilizó una cámara fotográfica para evidenciar los problemas detectados.

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

Dentro de este punto, para cada fase del proyecto DMAMC se utilizaron diferentes herramientas de procesamiento y análisis de la información levantada, los cuales son descritos según su desarrollo por etapas.

3.6.1 ETAPA PREVIA, SELECCIÓN DEL PROYECTO

En esta etapa se recopilaron datos históricos de producto no conforme de clientes externos e internos para detectar un problema a solucionar. Para la evaluación de esta información, se trabajó con un análisis descriptivo mediante diagramas de barras que identificaron problemas a abordar. Y con el fin de determinar el área de investigación de la empresa se utilizó una matriz de decisión basada en criterios.

3.6.2 ETAPA DEFINIR (D)

Dentro de esta primera etapa del proceso DMAMC se realizó:

Matriz de Declaración de Requisitos del Cliente: dentro de ésta se registraron quejas e inconformidades del cliente previamente indagadas mediante una investigación reactiva entrevistando a jefe de poscosecha y al personal operativo del área de recepción de flor.

Diagrama de árbol de CTQ's: herramienta utilizada para identificar las Características Críticas de Calidad, CTQ's de acuerdo a la declaración de requisitos del cliente.

Método de Critical to Flow Down: metodología empleada para obtener el Índice de Prioridad, IPQ de los CTQ's identificados del producto.

Matriz de Relación: se definieron los subprocesos críticos a través de esta matriz, misma que permitió identificar los subprocesos con mayor incidencia en los resultados de salida de cada uno de ellos.

3.6.3 ETAPA MEDIR (M)

Con un tamaño de muestra y un diseño muestral previamente establecidos, en esta etapa se procedió con el levantamiento de datos correspondiente. Se utilizó una hoja de verificación para registrar defectos identificados en las mallas de flor evaluadas, y a través de un análisis con herramientas estadísticas se determinaron los primeros indicadores de calidad. Para ello se utilizó:

Cartas de control por atributos y análisis de capacidad: Con el fin de conocer la situación actual del proceso en cuanto a estabilidad y capacidad se utilizaron cartas de control por atributos: cartas NP para número de unidades defectuosas y cartas C para número de defectos por subgrupo. Se emplearon este tipo de cartas pues las variables de estudio son de tipo discretas.

Además de que, a través de estas gráficas de control se determinaron los índices de capacidad potencial, C_p , los niveles sigma del proceso, Z , el indicador DPMO o defectos por millón de oportunidades y el índice de inestabilidad, St .

3.6.4 ETAPA ANALIZAR (A)

Al estar esta etapa enfocada en el análisis de causas raíz de los problemas de calidad detectados, se recurrió a herramientas de análisis estadístico que permitan conocer el comportamiento de los datos, utilizando así:

Histograma: para conocer la tendencia y distribución de los datos.

Diagrama de Pareto: para determinar las pocas vitales de acuerdo a la ley de Pareto.

Diagrama de Ishikawa: para determinar causas raíz según las 6M.

Análisis Modal de Efectos y Fallas: enfocado en priorizar efectos y determinar planes de mejora a ejecutar en la etapa Mejorar.

3.6.5 ETAPA MEJORAR (M)

Para la determinación e implementación de mejoras dentro de esta etapa de DMAMC se trabajó con las siguientes herramientas:

Diagrama de árbol: se identificaron objetivos, estrategias y actividades a ejecutar para generar soluciones a las X's detectadas.

Matriz de criterios: a través de criterios considerados importantes para el proceso se seleccionaron planes de mejora mediante esta metodología.

Cartas de control y análisis de capacidad: el fin fue conocer los indicadores de capacidad mejorados después de que se implementaron cambios en el proceso.

3.6.6 ETAPA CONTROLAR (C)

Finalmente dentro de esta fase, con el fin de mantener las mejoras ejecutadas se crearon:

- Procedimientos del proceso
- Instructivos de trabajo
- Hojas de verificación
- Control estadístico bajo cartas de control NP y U

Además de lo expuesto en cada fase, se calculó el índice de productividad multifactorial inicial y final del proceso, con el objetivo de conocer su variación una vez que se realizaron mejoras en el.

Softwares utilizados:

Para la elaboración de cada una de las técnicas mencionadas en las etapas de DMAMC se trabajó con los softwares: Visio y Minitab 16.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ROSE CONNECTION ROSECON CIA. LTDA.

4.1.1 ANTECEDENTES

Rose Connection es una empresa florícola ecuatoriana que está ubicada a una hora al norte de la ciudad de Quito, a 2850 metros sobre el nivel del mar, cerca del volcán Cayambe. Desde el año 2001 está dedicada a la producción, comercialización y exportación de rosas frescas cortadas de calidad Súper Premium.



Figura 5. Ingreso a Rose Connection.

Fuente: Rose Connection

Rose Connection cuenta con una extensión total de 22 ha bajo invernadero dando trabajo a un total de 250 trabajadores entre personal operativo, técnicos y administrativos. Actualmente, produce un total de 57 variedades de una gama de colores: rojos, bicolors, blancos, fucsias, rosados, marfiles, amarillos, naranjas, jaspeados, corales y flores tinturadas que son destinadas a un promedio de 42 países del mundo.

El proceso de producción en Rose Connection inicia con una adecuada selección de variedades, considerando; largo de tallo, botones grandes y vivos colores. Este proceso continua con una

rigurosa planificación de siembra, un manejo racional de suelo y permanentes monitoreos de calidad. Al llegar la cosecha, se verifica el punto exacto de corte para cada variedad, se corta y se transporta la flor a poscosecha para su respectiva clasificación y empaque.

En poscosecha se realiza una exhaustiva clasificación de cada tallo considerando estándares de calidad relacionados a tamaño de botón, longitud y calibre de tallo, tonalidad, punto de corte y otras características propias de cada variedad, con el fin de armar el producto final que será enviado a clientes de diferentes países del mundo.



Figura 6. Bonches de rosas a exportar.

Fuente: Rose Connection

A lo largo de los años Rose Connection se ha especializado en la producción de rosas destinadas a satisfacer las necesidades del mercado de la antigua Unión Soviética, conocido como el mercado más exigente a nivel mundial en cuanto a calidad se refiere.

4.1.2 DATOS GENERALES

De manera general se detalla en la Tabla 4., la siguiente información:

Tabla 4. Datos generales de Rose Connection.

Razón Social	Rose Connection Rosecon Cia. Ltda.
Nombre Comercial	Rose Connection
Inicio de actividades	Sep. 2001
Provincia	Pichincha
Cantón	Pedro Moncayo
Parroquia	Tupigachi
Dirección	Tabacundo Km. 3 1/2 Vía Cajas
Teléfono	(593-2) 2365-255 / 2365-529
Nº hectáreas en producción	22 ha ; 35 ha total empresa
Actividad	Producción y exportación de rosas

Fuente: Rose Connection

4.1.2.1 MISIÓN

En Rose Connection trabajamos con esfuerzo y dedicación los 365 días del año, para ofrecer al mundo la belleza de nuestras rosas; buscando siempre la satisfacción de nuestros clientes, el desarrollo integral de nuestros colaboradores y la armonía con nuestro entorno socio-ambiental. (Rose Connection, 2016)

4.1.2.2 VISIÓN

Queremos que nuestras rosas lleguen a todos los países del mundo, transmitiendo mensajes de alegría, amor y paz entre nuestros consumidores. (Rose Connection, 2016)

4.1.2.3 CERTIFICACIONES

Rose Connection cuenta con dos importantes certificaciones de reconocimiento nacional e internacional como son: BASC y Flor Ecuador.

BASC: la Alianza Empresarial para el Comercio Seguro, BASC, según sus siglas en inglés (Business Alliance for Secure Commerce) tiene por objeto establecer medidas preventivas a fin de evitar el tráfico de drogas en las exportaciones. BASC es un programa voluntario

que promueve y apoya el establecimiento de los estándares de seguridad y la protección del comercio internacional, en este sentido, la certificación consiste básicamente en evaluar el Sistema de Gestión y Control de Seguridad de una empresa. (Rose Connection, 2016)

Flor Ecuador: Programa Socio - Ambiental desarrollado por Expoflores (Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador). Su objetivo es crear conciencia de responsabilidad social. “El programa se fundamenta en la optimización de recursos y energía, uso racional de plaguicidas y otros químicos, prevención de contaminación, seguridad y mejora de las condiciones laborales del trabajador ecuatoriano.” (Rose Connection, 2016)

4.1.2.4 VARIEDADES

Rose Connection ofrece al mercado una extensa lista de variedades (véase Anexo A) caracterizadas cada una de ellas por: color, tamaño de botón, calibre de tallo, longitud, vida en florero y demás atributos que la ubican dentro de las 10 mejores fincas florícolas del país.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

De manera preliminar se estudiaron y analizaron los procesos que intervienen en la cadena de producción y en el área de cultivo, y posteriormente se diagramaron los procesos para un mejor entendimiento, mediante el uso de herramientas como diagramas de flujo.

4.2.1 MAPA DE PROCESOS

Al ser esta herramienta una representación gráfica de todos los procesos que interactúan entre sí, se realizó un inventario general de las actividades de la empresa que se detallan de la siguiente manera:

4.2.1.1 PROCESOS ESTRATÉGICOS

Dentro de este grupo tenemos:

- Socios Junta General: analiza resultados y toma decisiones.

- Gerencia General: realiza gestión de alta dirección y toma decisiones.
- Subgerencia: planifica y controla todas las actividades del sistema.

4.2.1.2 PROCESOS PRODUCTIVOS

La cadena productiva de Rose Connection está formada por dos importantes áreas: cultivo y poscosecha. Dentro del área de cultivo se desarrollan una serie de procesos que dan origen al producto principal, los tallos de rosas. Entre ellos y de manera principal tenemos:

- Cosecha
 - Corte
 - Enmallado
 - Hidratación
- Transporte

Además, de manera general se desarrollan procesos como:

- Actividades culturales
- Fertilización y Riego
- Sanidad Vegetal

Posteriormente, con el fin de darle un valor agregado a la flor obtenida en cultivo, dentro del área de poscosecha se desarrollan los procesos correspondientes a:

- Recepción
- Clasificación
- Boncheo
- Registro e Hidratación
- Empaque y Despacho
- Tinturados

Como proceso clave y de gran importancia para el desarrollo de las actividades operativas:

- Comercialización: vende y oferta bonches de rosas de exportación o flor nacional.

4.2.1.3 PROCESOS DE APOYO

Como procesos de soporte tenemos:

- Compras y Adquisiciones
- Seguridad y Salud Ocupacional
- Talento Humano
- Contabilidad y Pagos
- Sistemas
- Mantenimiento
- Aseguramiento de la calidad

En base a lo descrito, se puede identificar dentro de la Figura 7. el mapa de procesos desarrollado.

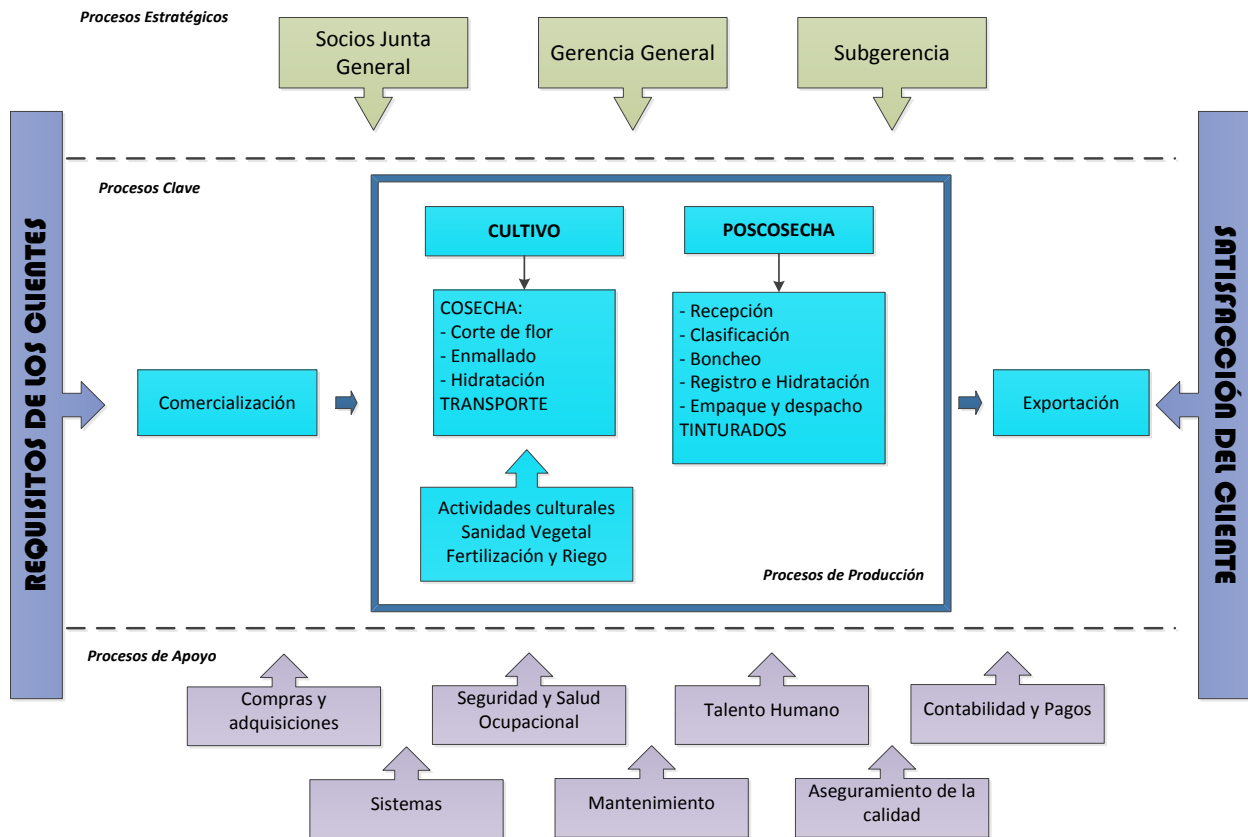


Figura 7. Propuesta de mapa de procesos de Rose Connection.

Elaborado por: La autora

4.2.2 CADENA DE PRODUCCIÓN – CULTIVO

El área de cultivo de Rose Connection está conformada por 4 áreas de trabajo: Zona 1, Zona 2A, Zona 2B y Zona 3. Cada una de ellas con un número de invernaderos diferente pero con responsabilidades definidas y un único fin, obtener rosas de calidad. Dentro de cada zona, bajo la coordinación de jefes técnicos de área y supervisores, se desarrollan diariamente diferentes procesos y subprocesos que trabajan entre sí y que de una forma directa o indirecta aportan con el objetivo antes mencionado. Entre ellos tenemos:

- Cosecha y transporte
- Desyeme
- Escarificado

- Colocación de malla spider
- Poda o pinch
- Desyerbe
- Picado de caminos y alzada de camas
- Barrido de camas
- Paloteo
- Riego y fertilización
- Fumigación
- Monitoreo

Fundamentándonos en el objetivo de este estudio, únicamente se consideraron los procesos de cosecha y de transporte de flor para una breve descripción de su desarrollo.

4.2.2.1 COSECHA

El proceso de cosecha se basa en tres actividades principales: corte de flor, enmallado e hidratación.

4.2.2.1.1 CORTE DE FLOR

Básicamente, el operario ingresa a la cama de plantas, toma un tallo y verifica si éste tiene el punto de corte correcto. De ser así, corta el tallo, lo coloca en su coche y continúa hasta completar un total de 25 tallos.



Figura 8. Trabajadora cosechando rosas.

Fuente: Rose Connection

4.2.2.1.2 ENMALLADO

Una vez cortados los 25 tallos, el operario los lleva y los coloca en la malla que se encuentra previamente ubicada sobre la caseta de enmalle. Éste verifica si los botones se encuentran alineados unos con otros y procede a envolverlos hasta darle una forma cónica y firme a la malla.



Figura 9. Trabajadora enmallando tallos cosechados.

Fuente: Rose Connection

4.2.2.1.3 HIDRATACIÓN

Armada la malla, se la coloca en tinas de hidratación que se encuentran junto a la caseta de enmalle. El agua de estas tinas contiene una solución de hipoclorito de calcio más ácido cítrico para una correcta desinfección e hidratación del tallo.



Figura 10. Mallas de flor durante proceso de hidratación.

Fuente: Rose Connection

4.2.2.2 TRANSPORTE

Finalmente, el operario encargado del tractor asignado por zona y ruta de trabajo, recolecta las mallas de cada caseta de enmalle y las transporta hasta el área de recepción de poscosecha. Allí, entrega las mallas e informa el número de mallas transportadas según la variedad.



Figura 11. Trabajador recolectando mallas de cultivo hacia poscosecha.

Fuente: Rose Connection

4.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROCESOS

Mediante diagramas de flujo se representó cada uno de los subprocesos que forman parte de cosecha y transporte de la flor, con el fin de visualizar y comprender la secuencia de las actividades de cada uno de ellos.

4.2.3.1 DIAGRAMA DE FLUJO: CORTE DE FLOR

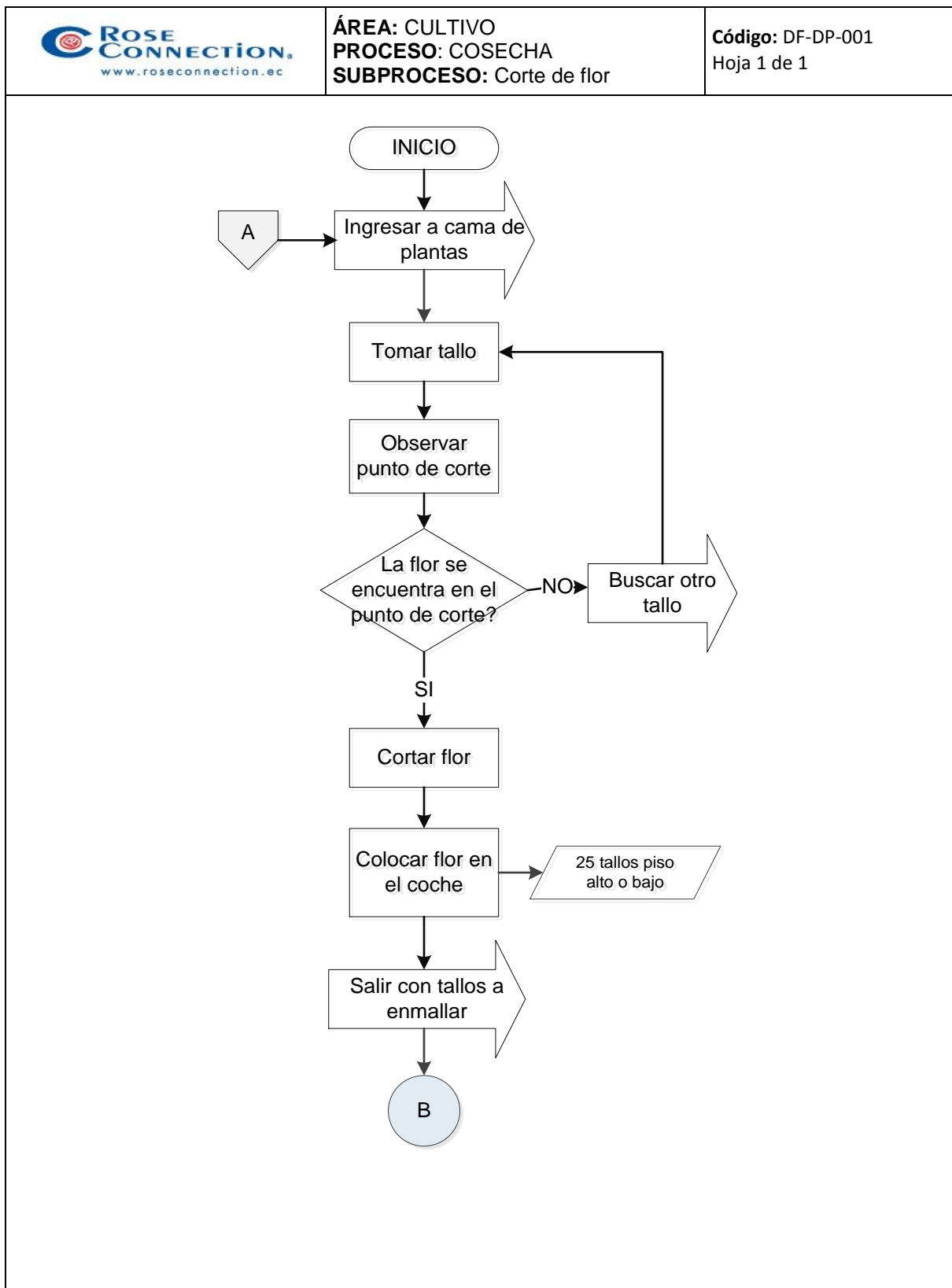


Figura 12. Diagrama de flujo: corte de flor.

Elaborado por: La autora

4.2.3.2 DIAGRAMA DE FLUJO: ENMALLE E HIDRATACIÓN

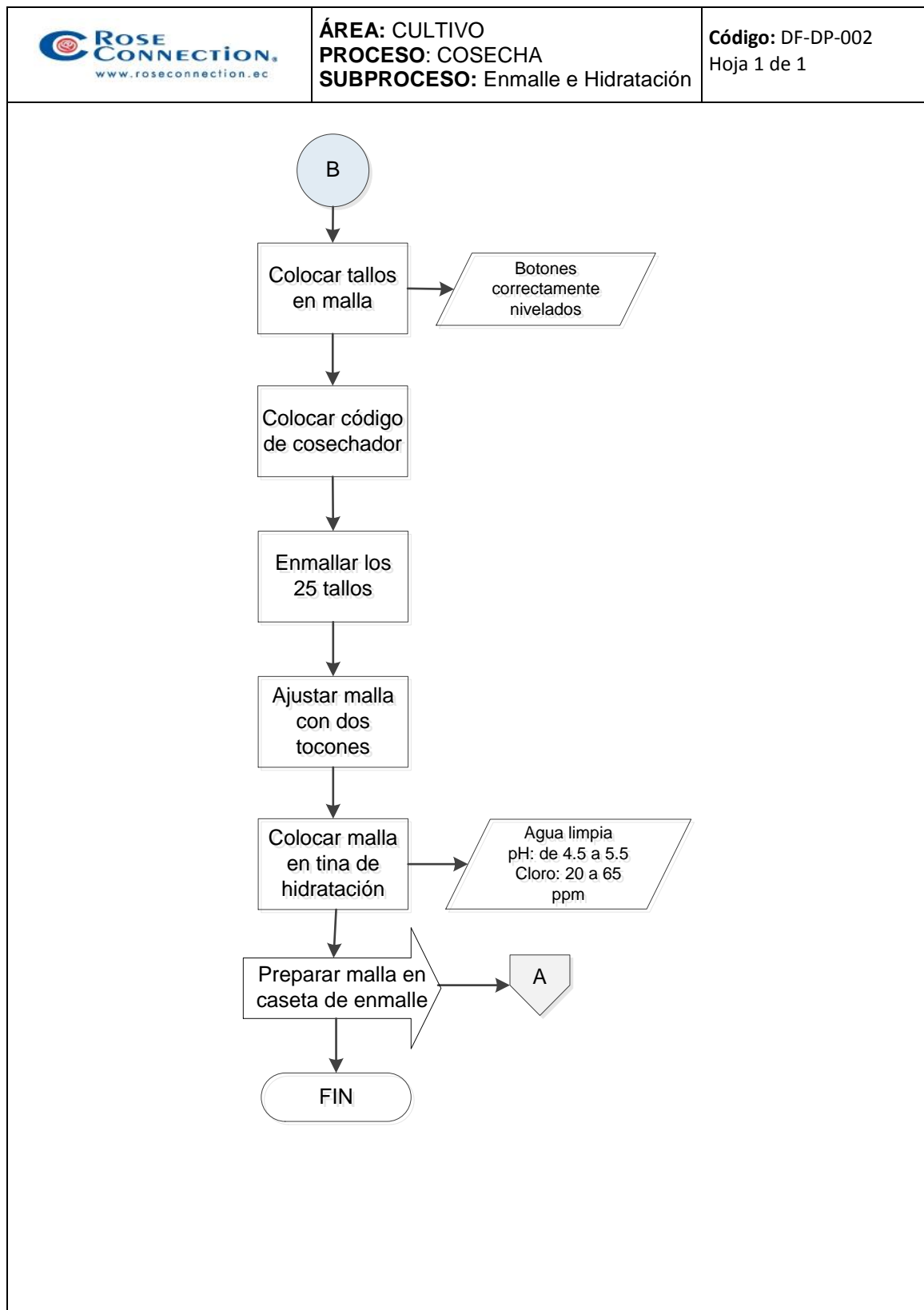


Figura 13. Diagrama de flujo: enmalle e hidratación.

Elaborado por: La autora

4.2.3.3 DIAGRAMA DE FLUJO: TRANSPORTE DE FLOR

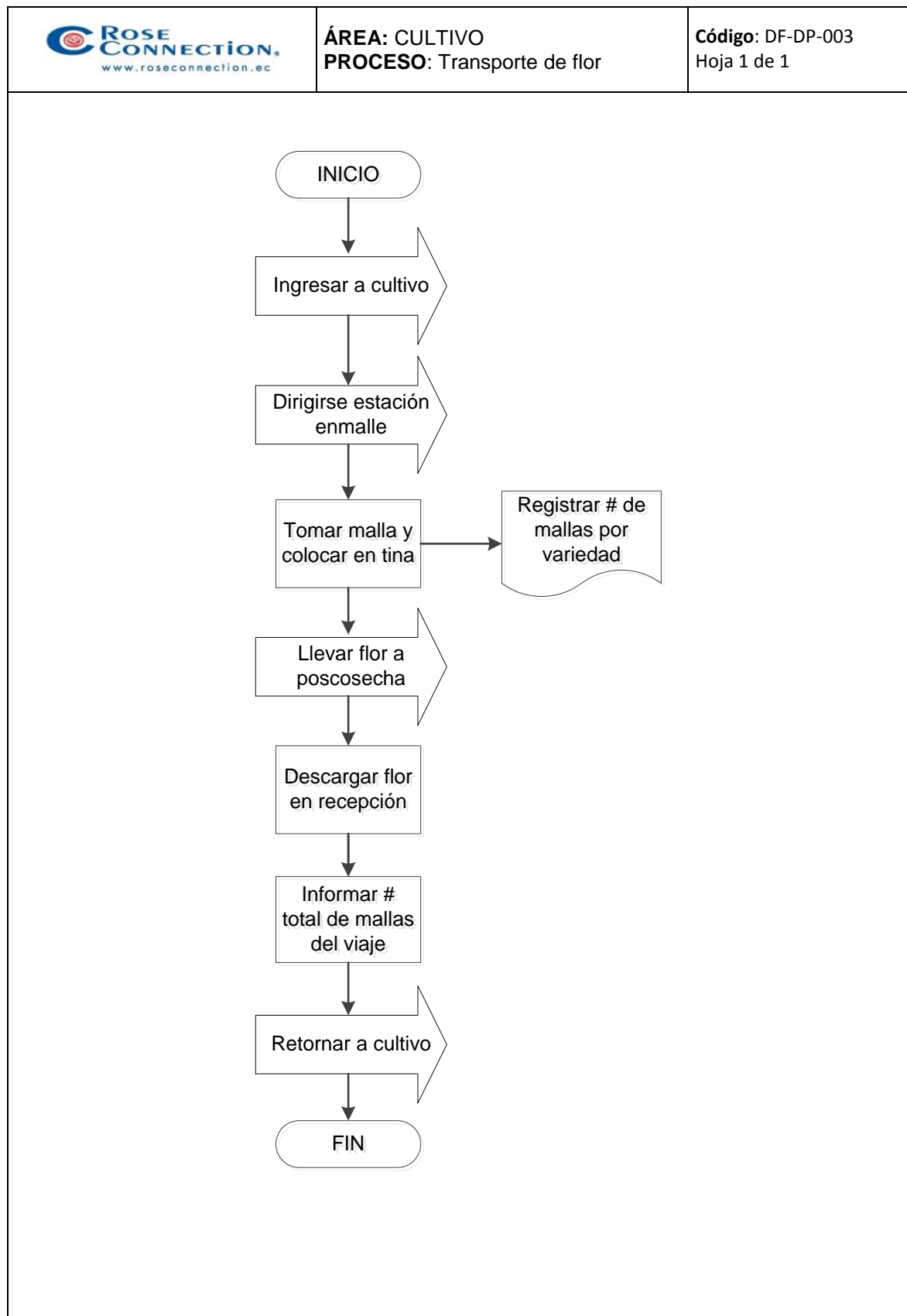


Figura 14. Diagrama de flujo: transporte de flor.

Elaborado por: La autora

4.3 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO




Rose Connection está dedicada a producir y vender rosas para diferentes mercados del mundo. Sus rosas cuentan con un alto estándar de calidad reconocido a nivel mundial, pues se caracterizan por sus diferentes parámetros de calidad que permiten la satisfacción y cumplimiento de los requisitos de sus clientes.

4.3.1 FLOR DE EXPORTACIÓN

Cada tallo producido dentro de la finca debe contar y cumplir con una serie de parámetros o lineamientos de calidad que diferencien un tallo exportable de un tallo no exportable. Las rosas destinadas para exportación son aquellas que cumplen con todos los parámetros de calidad establecidos dentro de la empresa, de acuerdo a las especificaciones y necesidades de sus diferentes mercados.

Tallo, follaje y botón están sujetos a los diferentes parámetros de calidad existentes, los mismos que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Ficha técnica de flor cortada.

		FICHA TÉCNICA DE FLOR CORTADA		Código: FT-AC-002	
				Edición 001	
Elaborado por: AC		Revisado por: DP	Fecha: 15-01-2016	Pág. 1 de 1	
NOMBRE:	ROSA				
DESCRIPCIÓN:	Arbusto o enredadera que pertenece al género Rosa y a la familia de las rosáceas. Pueden llegar a medir de 2 a 5 metros de altura.				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL BOTÓN	CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN		
	Apertura (punto de corte)	De acuerdo a la variedad (tabla de puntos de corte)			
	Tamaño	4,5 cm mín.			
	Color	Vivos y de acuerdo variedad (no inconsistencia en color)			
	Apariencia	Sin daños			
Sin problemas de:	<ul style="list-style-type: none"> * Maltrato * Pedúnculo torcido (cuello de cisne) * Negreamiento * Deshidratación (flor fofa) * Flores sucias * Deformidades * Bronceamiento * Pétalos azulados 				
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL TALLO	Longitud	35 cm mín.			
	Calibre	5 mm mín.			
	Apariencia	Sin daños			
	Sin problemas de:	<ul style="list-style-type: none"> * Torcidos * Yemas * Defoliación * Mal desyeme 			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FOLLAJE	Color	Verde natural			
	Apariencia	Sin daños			
	Sin problemas de:	<ul style="list-style-type: none"> Follaje sucio Follaje intoxicado Follaje amarillo Follaje acartonado 			
Botón, tallo y follaje sin problemas de:		Plagas	Enfermedades		
		<ul style="list-style-type: none"> * Trips * Ácaros * Pulgones * Cogollero 	<ul style="list-style-type: none"> * Botrytis * Oidium * Velloso 		

Elaborado por: La autora

4.3.2 FLOR NACIONAL O PRODUCTO NO CONFORME

Se considera flor nacional o producto no conforme a aquella flor que previamente ha sido clasificada y separada de los tallos exportables para ser desechada por diferentes problemas de calidad presentes en ella.

Durante el proceso de clasificación, aquellos tallos que no cumplen con los parámetros de calidad necesarios para ser un tallo de exportación son separados para ser destinados al área de compostaje. Estos tallos defectuosos se deben a diferentes causas o motivos, los mismos que son generados directamente en el área de cultivo y algunos durante los procesos de poscosecha. Estos motivos son categorizados en 4 grupos principales y detallados de la siguiente manera:

Fitosanitario: esta categorización clasifica problemas de calidad relacionados con la sanidad de las plantas, es decir, daños provocados por plagas o enfermedades presentes en el tallo o directamente en la flor. De igual manera, a daños provocados por temperaturas, fertilización entre otros, los cuales son nombrados como problemas de fitotoxicidad. Así se tiene:

- Enfermedades:
 - Botrytis
 - Oídium
 - Velloso
- Plagas:
 - Trips
 - Ácaros
 - Áfidos
 - Cogollero.
- Problemas de fitotoxicidad:
 - Decoloración del botón

- Azulamiento
- Follaje amarillo
- Salinidad.

Manejo: identifica problemas de calidad originados de manera directa por la parte humana en el desarrollo de las actividades de diferentes procesos o tratamientos que recibe la planta. En este se encuentran:

- Flor abierta
- Flor cerrada
- Maltrato
- Tallos cortos (menores a 35 cm)
- Torcidos
- Débiles
- Pedúnculo torcido
- Follaje sucio

Varietal: dentro de este grupo se manejan conceptos de calidad netamente propios de la variedad, es decir, originados por algún mal desarrollo de la planta. Es decir:

- Defoliado 1/3 superior
- Deforme
- Fofa (deshidratado)
- Cuello de ganso

Poscosecha: este grupo categoriza a problemas de calidad generados en el desarrollo de los procesos de manufactura en sala.

- Descabezados
- Tallos sobrantes

- Tallos rotos

Estas categorizaciones que conceptualizan la flor nacional o producto no conforme representan que esta flor sea destinada al área de compostaje o en su mejor de los casos a la venta de flor para clientes locales.

4.4 SITUACIÓN INICIAL - SELECCIÓN DEL PROYECTO

“Para utilizar DMAMC se necesita un problema que solucionar o una oportunidad que aprovechar” (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 36). Para esta investigación, se inició con la búsqueda de una oportunidad de mejora que permita a la empresa dar solución a determinado problema que esté afectando la calidad del producto y por ende la satisfacción y cumplimiento de requisitos de los clientes tanto externos como internos.

4.4.1 ANÁLISIS PRODUCTO NO CONFORME – CLIENTES EXTERNOS

Inicialmente, mediante la recopilación de datos históricos, se analizaron los valores económicos y porcentuales de las inconformidades recibidas durante un año, es decir, todos los problemas y quejas de los diferentes clientes externos receptados durante este periodo y los montos económicos que cada uno de éstos representó para la empresa (véase Tabla 6.).

Tabla 6. Valores económicos y porcentuales de inconformidades recibidas durante un año.

DESCRIPCIÓN	VALOR ECONÓMICO (\$)	%
CALIDAD	40 722,45	44,46%
ERROR DE COMERCIALIZACIÓN	20 134,89	21,98%
ERROR DE EMPAQUE	2 728,69	2,98%
FLETE	7 986,80	8,72%
OTROS	20 016,67	21,85%
Total general	91 589,49	100%

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

De acuerdo a los datos de la Tabla 6., y de los cuales se reflejan gráficamente en el diagrama de barras de la Figura 15., el 44,46% de inconformidades representa a problemas de calidad presentes en la flor.

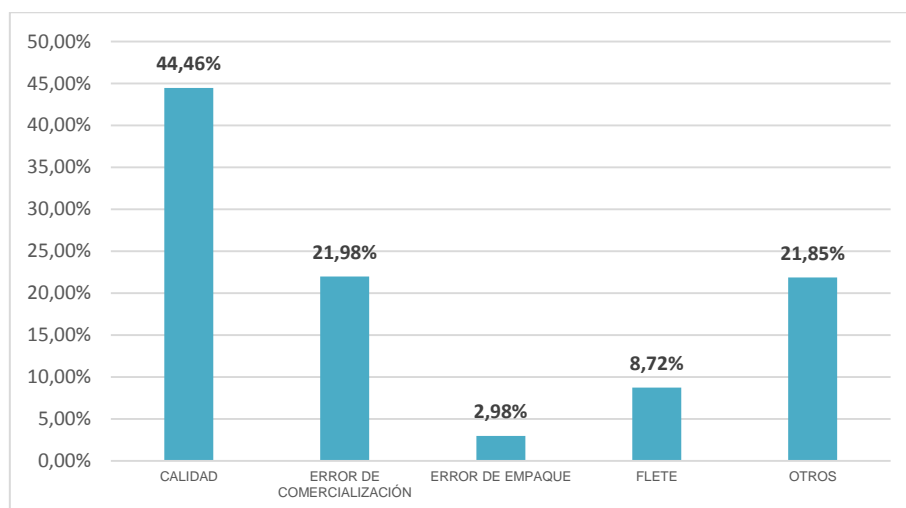


Figura 15. Diagrama de barras de tipos de inconformidades.

Elaborado por: La autora

De este porcentaje, el 33,17% se debe a problemas de Botrytis o enfermedad fitosanitaria y el 26,30% por maltrato en el botón floral (véase Tabla 7.).

Tabla 7. Valores económicos y porcentuales de inconformidades por calidad.

DESCRIPCIÓN	VALOR ECONÓMICO (\$)	%
AGROCALIDAD	3 877,25	9,07%
BOTRYTIS	14 178,44	33,17%
MALTRATO	11 242,37	26,30%
PROBLEMAS DE BOTÓN	9 367,58	21,92%
PROBLEMAS DE FOLLAJE	2 430,93	5,69%
OTROS	1 646,13	3,85%
Total	40 742,70	100,00%

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

De igual manera, problemas de botón (tamaño de botón, puntos de corte, otros) con un valor del 21,92%, seguido por problemas de follaje (follaje quemado, follaje caído y otros) con un total del 5,69% como se muestra en la Figura 16.

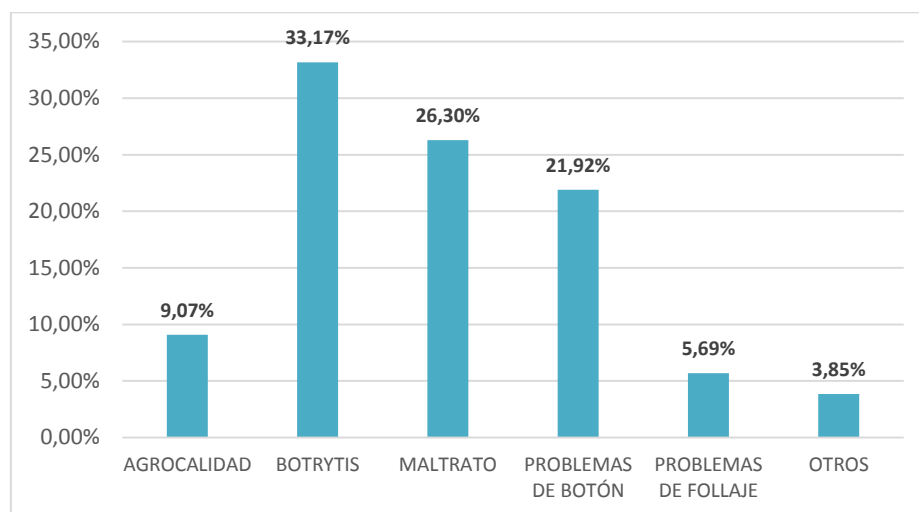


Figura 16. Diagrama de barras de causas por inconformidades de calidad.

Elaborado por: La autora

Ahora bien, con estos datos iniciales podemos concluir que dentro de las inconformidades que recibe a diario la empresa, los problemas o quejas de calidad son las más representativas tanto en valores monetarios como porcentuales, siendo los más significativos, Botrytis y Maltrato en la flor.

4.4.2 ANÁLISIS PRODUCTO NO CONFORME - CLIENTES INTERNOS

Para el correspondiente análisis interno de la empresa, se recopiló información de los porcentajes obtenidos de flor nacional durante el mismo periodo (véase Tabla 8.).

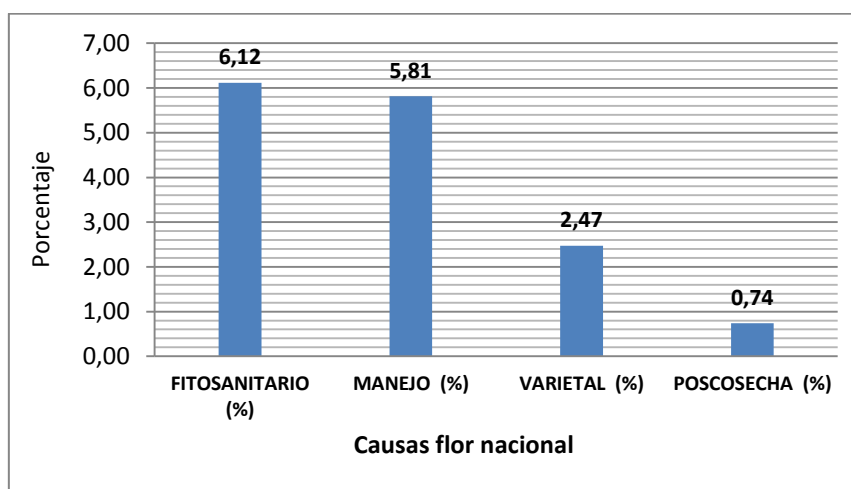
Tabla 8. Producción promedio y porcentajes de producto no conforme.

DETALLE	PROMEDIO
Producción bruta	332 050
Producción exportable	281 594
Producto no conforme (flor nacional)	50 330
Porcentaje no conforme (%)	15,14
Fitosanitario (%)	6,12
Manejo (%)	5,81
Varietal (%)	2,47
Poscosecha (%)	0,74

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

La Tabla 8. muestra que durante el período analizado se obtuvo un promedio semanal de producción bruta de 332 050 tallos, de los cuales el 15,14% fue de flor nacional. De este porcentaje, los indicadores más altos fueron: el 6,12% a causa de problemas fitosanitarios y el 5,81% por motivos de manejo (véase Figura 17.).

**Figura 17.** Diagrama de barras de causas de flor nacional.

Elaborado por: La autora

Es importante recalcar que de acuerdo a los datos obtenidos en el análisis de producto no conforme del cliente externo, el problema de calidad por Botrytis que representó un 33,17% de inconformidades corresponde al grupo fitosanitario dentro de este análisis interno. Como el estudio de este problema de calidad representa un análisis técnico del área que no corresponde

a la presente investigación, se consideró el tipo manejo para fin de disertación, pues dentro de éste se manifiesta el problema de calidad Maltrato en la flor evidenciado en la Figura 16.

Analizando las causas que generaron el 5,81% de flor nacional por motivos de manejo, se obtuvo (véase Tabla 9.):

Tabla 9. Porcentajes promedio de producto no conforme por causas de Manejo.

MANEJO (%)	5,81
Abiertos (%)	0,96
Cerrados (%)	0,00
Maltrato (%)	1,86
Tallos cortos (%)	0,11
Torcidos (%)	1,12
Débiles (%)	1,30
Pedúnculo torcido (%)	0,47
Follaje sucio (%)	0,00

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la representación gráfica de la Figura 18., el porcentaje más alto, 1,86% por problemas de no conformidad dentro de esta categoría corresponde a maltrato en el botón o daño mecánico.

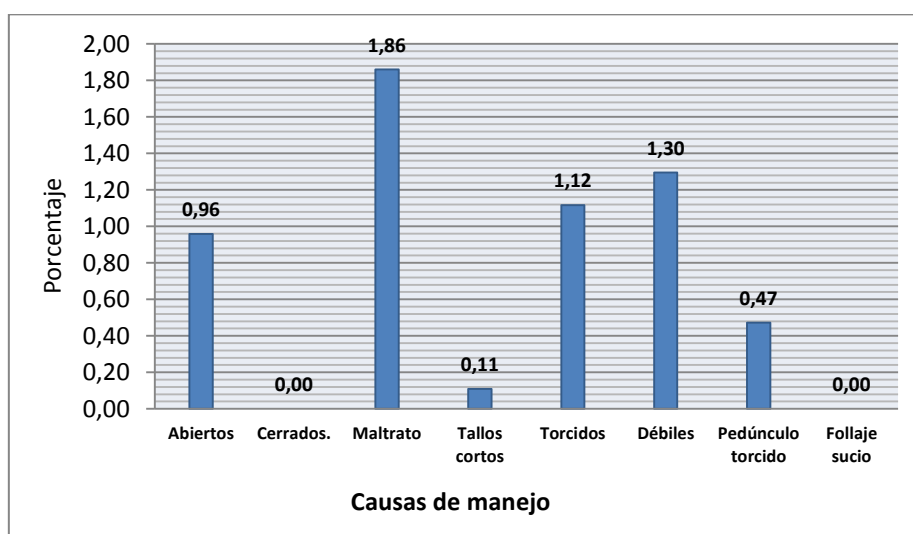


Figura 18. Diagrama de barras de causas de flor nacional por manejo.

Elaborado por: La autora

Los datos de producción bruta que fueron de 332 050 tallos reflejan que el 5,81% de flor nacional por causas de manejo corresponde a un total de 19 292 tallos. Mientras que el 1,86% de flor nacional a causa de maltrato corresponde a 6 176 tallos desechados por semana.

Es fundamental considerar que cierto porcentaje de botones que han sufrido maltrato son maquillados en el proceso de clasificación, es decir, ciertos pétalos con presencia de maltrato son retirados (despetalados) del botón para destinarlos a exportación.

Una vez evaluada la información del análisis de inconformidades externas como internas se concluyó que la presencia de flor con daño mecánico o maltrato representa un gran porcentaje en la suma del total de flor nacional o producto no conforme, y que además de generar quejas y reclamos en el área de recepción, provoca bajos rendimientos en el proceso de clasificación y reprocesos de bonches armados de exportación, por lo tanto es considerada ésta como una oportunidad de mejora.

4.4.3 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO: MATRIZ DE CRITERIOS

Se realizó un análisis de las dos áreas de producción de la empresa: cultivo y poscosecha, con el fin de evaluar dónde es pertinente la implementación del DMAMC.

Aplicando una matriz de decisión basada en criterios propuesta por Pande (2004) y mediante consenso y opinión directa de los dueños del proceso se consideraron los criterios más importantes para el desarrollo de este sistema, siendo éstos:

- Etapas del procesos críticas
- Generación de defectos estimada
- Importancia en la cadena productiva
- Impacto de resultados en otros procesos
- Disponibilidad de información
- Factibilidad de realizar cambios en el área

Realizado esto, se definieron los valores de cada uno de estos criterios entre una escala de 1 a 10, siendo 10 el más importante. Y, evaluando cada una de las áreas, se les asignó una puntuación de acuerdo a cada uno de los criterios expuestos, obteniendo así la Tabla 10.

Tabla 10. Matriz de criterios para selección de mejoras.

Criterio	Valor	ÁREA		ÁREA			
		CULTIVO	Puntuación	POSCOSECHA	Puntuación		
Etapas del proceso productivo críticas	6	Proceso de cosecha: corte, enmallado, hidratación, y proceso de transporte.	9	54	Procesos de recepción, clasificación, boncheo y empaque.	9	54
Generación de defectos estimada	10	Responsable de un 90%.	10	100	Responsable del 10%.	3	30
Importancia en la cadena productiva	9	Cumple la función de proveer flor a poscosecha. Su trabajo determina volumen y calidad del trabajo de ésta.	10	90	Cumple la función de dar un valor agregado a la flor, es decir, armar bonches de 25 tallos con el producto receptado de cultivo después de una exhaustiva clasificación.	10	90
Impacto de resultados en otros procesos	8	Menores tiempos en proceso de clasificación por presencia de defectos. Reducción porcentual del total del producto no conforme.	9	72	Su trabajo depende directamente de cultivo, menos bonches reprocesados en sala.	8	64
Disponibilidad de información	4	Datos de producción.	5	20	Datos de producción, flor nacional (producto no conforme) diario y semanal. # bonches reprocesados.	10	40
Factibilidad de realizar cambios en esta área	5	Factibilidad aproximada de un 80%.	8	40	Factibilidad aproximada de un 80%.	8	40
Total				376	Total		318

Elaborado por: La autora

Los resultados del análisis de criterios de la Tabla 10. muestran que el área de producción con mayor puntuación fue Cultivo con un total de 376 puntos, mientras que el área de Poscosecha obtuvo un resultado de 318.

Esto concluye que, de acuerdo al discernimiento de cada uno de los criterios y a opiniones expuestas por los dueños de los diferentes procesos, el área de cultivo será foco de estudio según los objetivos de esta investigación, pues es necesario analizar e implementar mejoras en aquel que tiene el papel de proveedor, pues son los resultados de esta área que marcan el ritmo del proceso de poscosecha y es la calidad de esos resultados la que determina en un gran porcentaje la calidad del producto final que se envía al cliente.

4.5 PRODUCTIVIDAD INICIAL

4.5.1 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL ANTES DE MEJORAS

Para determinar el nivel de productividad inicial del proceso se decidió trabajar con el índice de productividad multifactorial, es decir, involucrar para el correspondiente análisis el total de recursos utilizados en mano de obra, materia prima y costos indirectos de fabricación. Información que fue proporcionada por el área de contabilidad y de comercialización de la empresa.

Para obtener este indicador antes de las mejoras a proponer, se recopilaron los datos de producción y costos de un mes de trabajo, mismos que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Datos de costos y producción de un mes de trabajo antes de la implementación de mejoras.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Producción bruta	1 368 929
Tallos No conformes (flor nacional)	140 590
Tallos No conformes por maltrato	24 504
Tallos Exportables	1 344 425
Costos Materia Prima (\$)	89 607
Costos Mano Obra (\$)	155 567
Costos Indirectos de Fabricación (\$)	134 732
Precio promedio por tallo (\$)	0,35

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Con estos valores y reemplazando en la fórmula correspondiente se obtuvo:

$$Productividad\ multifactorial = \frac{Unidades\ producidas}{MO + MP + CIF}$$

$$Productividad\ multifactorial = \frac{1\ 344\ 425 * 0,35}{155\ 567 + 89\ 607 + 134\ 732}$$

$$Productividad\ multifactorial = \frac{470\ 548,75}{379\ 906}$$

$$Productividad\ multifactorial = 1,24$$

Este resultado obtenido representa que el valor monetario de la producción es 1,24 veces el valor monetario de los recursos empleados para obtenerla.

4.5.2 PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR FLOR DESECHADA DEBIDO A LA PRESENCIA DE DAÑO MECÁNICO

Como parte del diagnóstico inicial de Rose Connection, se elaboró un análisis sobre el margen de pérdidas económicas que se genera en la empresa debido al porcentaje de flor maltratada que es desechada a diario dentro del proceso.

Para este análisis se consideraron datos de producción de los últimos seis meses.

Tabla 12. Datos y costos de producción promedio de 6 meses de trabajo.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Producción bruta	1 351 375
Tallos No conformes (flor nacional)	146 886
Tallos Exportables	1 204 489
Porcentaje No Conformidades (flor nacional) %	10,87
Costos producción (\$)	428 336
Costo por tallo producido (\$)	0,32

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

A través de información proporcionada por poscosecha, el porcentaje promedio mensual de producto no conforme (flor nacional) debido a flor maltratada de los mismos meses estudiados fue del 1,79% del valor total de producción bruta, es decir, 24 189 tallos promedio por mes.

Calculando el nivel de pérdidas económicas por este factor de calidad, se obtuvo:

$$\textit{Pérdidas promedio mensual} = 24\ 189 * 0,32 = 7\ 740,48 \$$$

$$\textit{Pérdidas promedio anual} = 7\ 740,48 * 12 = 92\ 885,76 \$$$

Es de acuerdo a estos resultados que se concluyó objetivamente que los márgenes de pérdidas por este problema de calidad en la empresa representan un alto valor económico.

CAPÍTULO V

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MEJORA DE PROCESOS DE SEIS SIGMA, DMAMC

5.1 DEFINIR

Seleccionado el proyecto a abordar en base a un problema a solucionar, en esta etapa se inició revisando el problema y su objetivo, se identificó y definió cuáles son los requisitos de los clientes o cuáles son las características del producto que le son útiles y efectivos.

5.1.1 ANÁLISIS DE LA VOZ DEL CLIENTE

Como lo menciona Peter S. Pande (2004) es necesario trasladar la voz del cliente (VdC) o VOC (por sus siglas en inglés, Voice of Customer) a requisitos que se puedan medir (pág. 81). Para ello, haciendo uso de una investigación reactiva, es decir, indagando las quejas, devoluciones e inconformidades del cliente, se integró y organizó sus comentarios en la Tabla 13., con el fin de transformarlos en requisitos técnicos.

Durante una semana se levantaron las quejas del cliente, poscosecha, mediante la investigación y verificación en el proceso de recepción de la flor y a través de una entrevista personalizada con los involucrados, para posteriormente poder determinar las variables de salida del producto que son necesarias mejorar. De acuerdo a la frecuencia y al grado de importancia para el proyecto, se calificó en una escala de prioridad de 1 a 5 cada una de los comentarios del cliente, siendo 5 la prioridad más alta.

Tabla 13. Declaración de requisitos del cliente.

Voz del Cliente	Esto quiere decir	Necesidad del cliente	Característica de salida	Prioridad
Tengo mezclas de puntos de corte en la misma malla.	Se mezclan dentro de una misma malla puntos de corte normales, apretados y abiertos. Se corta flor fuera de rangos establecidos.	Mallas de flor con uniformidad de puntos de corte.	No más de un punto de corte dentro de una malla de flor. Punto de corte según tabla vigente.	3
El follaje tiene muchas manchas por presencia de ácaros.	Presencia de plaga (ácaros) en el follaje.	Follaje sin manchas. Follaje sin presencia de plaga viva.	Cero tolerancia de ácaros. Se admitirá únicamente el tercio inferior del tallo para posteriormente ser maquillado (deshojado) en proceso de clasificación.	1
La flor está muy maltratada.	Se presiona la flor en el transporte generando maltrato, se aplastan las puntas de los botones. Maltrato en los bordes de los pétalos.	Botones sin maltrato en sus pétalos.	Flor sin daño mecánico o maltrato, cero tolerancia.	5
La flor está muy apretada. Los botones están muy pequeños.	No se corta la flor en el punto de corte que indica la tabla de puntos de corte de acuerdo a la variedad.	Flor en punto de corte normal de acuerdo a tabla de puntos de corte vigente. Botones de buen tamaño.	Punto de corte según tabla vigente de máximos y mínimos. Tamaño de botón según grado, 4,5 min.	3
Unos botones están arriba y otros abajo, está mal enmallada la flor.	No se nivelan los botones antes de enmallar la flor. Botones que se superponen sobre otros generando maltrato.	Flor correctamente colocada y enmallada.	Flor enmallada con forma cónica y nivelada.	5
La flor está llena de pecas de botrytis e incluso algunos pétalos se encuentran podridos.	Presencia de la enfermedad (botrytis) en la variedad. Problemas de alta humedad debido a cambios climáticos.	Flor sin pecas de botrytis. No botones podridos.	Cero tolerancia de Botrytis. No pecas desarrolladas y sin desarrollar en los pétalos.	1

Las mallas llegan flojas y mal ajustadas y se me maltrata la flor.	No se ajustan correctamente los botones en las mallas.	Mallas correctamente ajustadas y sin ningún maltrato en la flor.	Mallas con forma cónica y firmes, ajustadas con doble tocón. Flor sin daño mecánico o maltrato.	5
La flor que recibo me llega fofa (deshidratada).	Se mantuvo demasiado tiempo la flor sin hidratar. Problemas de fertilización y riego.	Botones duros al tacto y correctamente hidratados.	Botones no fofos o vacíos. Hidratación de 4 horas mín. una vez cortado el tallo.	1
La flor está muy abierta y explotada.	No se cortó la flor cuando se debía cortar. Condiciones climáticas de altas temperaturas.	Flor en punto de corte de acuerdo a tabla de puntos de corte.	Punto de corte según tabla vigente de máximos y mínimos.	3
Las mallas llegan con la flor desnivelada y maltratada la flor.	Se colocan inadecuadamente las mallas en tinas de transporte. Inadecuada manipulación de las mallas.	Flor completamente nivelada y sin ningún daño de maltrato.	Mallas con flor totalmente nivelada. Flor sin daño mecánico o maltrato.	5
No llegan las mallas con sus respectivos códigos.	Cosechadores no colocan los respectivos códigos al enmallar la flor. Falta de papel para elaborar códigos.	Mallas con código de identificación.	Mallas con código de identificación del trabajador de acuerdo a la zona de trabajo.	1

Elaborado por: La autora

Prioridad del requisito:

<p>1 = de poca importancia 3 = importancia regular 5 = muy importante</p>

La Tabla 13. muestra cuatro requisitos del cliente que no se están cumpliendo de manera satisfactoria, siendo estos:

- Flor sin daño mecánico o maltrato, cero tolerancia.
- Mallas con forma cónica y firmes, ajustadas con doble tocón.
- Mallas con flor totalmente nivelada.
- Flor enmallada con forma cónica y nivelada.

Los resultados obtenidos demuestran que existen incumplimientos y anomalías que crean molestias e inconformidades con respecto al producto que recibe el cliente.

5.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD

Las características críticas de calidad o CTQ por sus siglas en inglés (Critical to Quality) son las características o atributos del bien o servicio que son capaces de satisfacer las necesidades del cliente. Éstas corresponden a una traducción directa y técnica de la voz del cliente.

Para determinar las CTQ's se tomaron en cuenta las necesidades del cliente mencionadas en la Tabla 13., con el objetivo de examinar las variables de salida del producto e identificar aquellas que tienen mayor importancia para el proyecto. Haciendo uso de un diagrama de árbol se obtuvo las siguientes CTQ's del proceso de cosecha (véase Figura 19.).

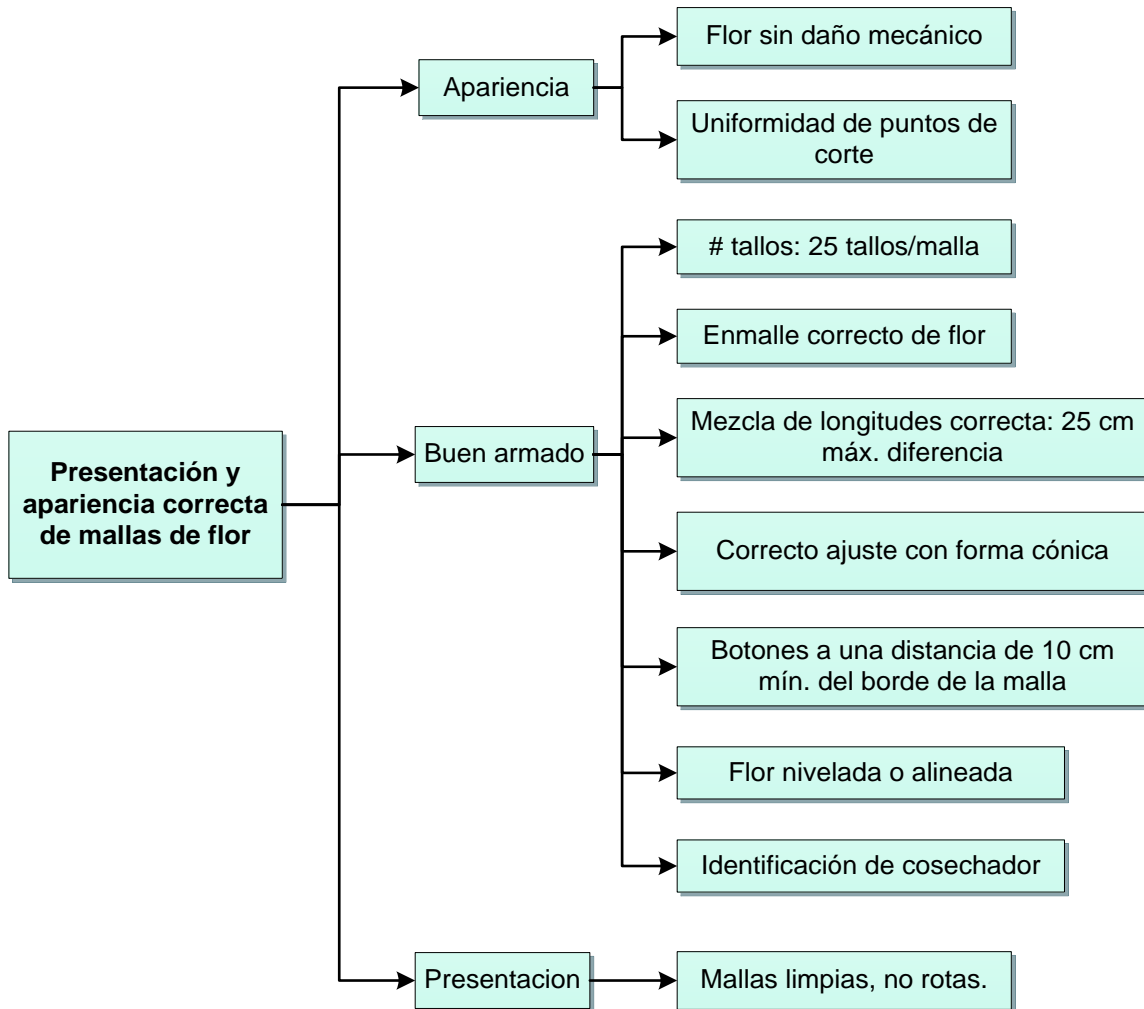


Figura 19. Diagrama de árbol de CTQ's.

Elaborado por: La autora

Las características descritas en el diagrama de árbol se priorizaron según dos criterios: IIC y GNC. Es decir, se utilizó el método de Critical to Flow Down para determinar el Índice de Prioridad IPQ que tienen las CTQ's en función de la importancia para el cliente IIC y del Grado de No-Conformidad GNC. En la Tabla 14. se muestran los puntajes de cada criterio.

Tabla 14. Puntuaciones del IIC y GNC.

IIC	GNC
Escasamente importante = 1	Muy bajo = 1
Poco importante = 3	Bajo = 3
Medianamente importante = 5	Medio = 5
Importante = 7	Alto = 7
Muy importante = 9	Muy alto = 9

Fuente: (Moura/Quali, 2011)

A través de esta metodología se asoció las características críticas de calidad de la malla de flor y se evaluó la prioridad respecto al cliente, y considerando el criterio del dueño del proceso, jefe de poscosecha, se valoró el Grado de No Conformidad de las características críticas. Así, se obtuvo una matriz de priorización para determinar el IPQ de cada CTQ (véase Tabla 15.).

Tabla 15. Matriz de priorización para CTQ's.

Atributos del producto	IIC	GNC	IPQ	Orden
Flor sin daño mecánico	7	7	49	1
Uniformidad de puntos de corte	5	3	15	5
# tallos: 25 tallos/malla	7	1	7	8
Enmalle correcto de flor	5	5	25	3
Mezcla de longitudes correcta: 25 cm máx. diferencia	5	3	15	6
Correcto ajuste con forma cónica	5	5	25	4
Botones a una distancia de 10 cm mín. del borde de la malla	7	1	7	9
Flor nivelada o alineada	5	9	45	2
Identificación de cosechador	9	1	9	7
Mallas limpias, no rotas.	5	1	5	10

Elaborado por: La autora

Con los resultados de la matriz se determinó las CTQ's:

- Flor sin daño mecánico
- Flor nivelada o alineada
- Enmalle correcto de flor

- Correcto ajuste con forma cónica

Así se concluyó, que la presencia de flor con daño mecánico o maltratada al ser parte de los indicadores de flor nacional y al ser uno de los principales problemas que aqueja al cliente, es considerada una variable crítica a analizar, así como también, los tres defectos mencionados por el cliente que son determinados como Y's a mejorar.

5.1.3 DETERMINACIÓN DE SUBPROCESOS CRÍTICOS

Establecidas las CTQ's, es importante relacionarlas con cada fase del proceso de cosecha. Para ello, se utilizó una matriz de relación (véase Tabla 16.) que priorice cada variable según el objetivo del estudio de acuerdo a los siguientes pesos de importancia.

Relación proceso vs variable crítica

- Relación muy fuerte = 5
- Relación fuerte = 3
- Relación débil = 1
- Ninguna relación = 0

Tabla 16. Matriz de relación de subprocesos críticos.

Características críticas	PROCESOS				
	Prioridad	Corte	Enmalle	Hidratación	Transporte
Flor sin daño mecánico	5	1	3	1	5
Flor nivelada o alineada	5	1	3	0	5
Enmalle correcto de flor	5	1	5	0	0
Correcto ajuste con forma cónica	3	1	5	0	0
TOTAL	18	4	16	1	10
IMPORTANCIA RELATIVA		0,22	0,89	0,06	0,56

Elaborado por: La autora

En base a los resultados de la matriz de relación, los subprocesos que obtuvieron mayor puntuación debido a su alta incidencia en los productos de salida de cada uno de ellos, son:

- Enmallado
- Transporte

Por lo tanto, estos subprocesos se establecen como etapas críticas a analizar para el proyecto de mejora de Seis Sigma.

5.1.4 DIAGRAMA SIPOC

Se utilizó esta herramienta de diagramación para definir los diferentes clientes del proceso, el inicio y final de éste. Su objetivo es determinar el alcance de los esfuerzos de mejora (véase Figura 20.).

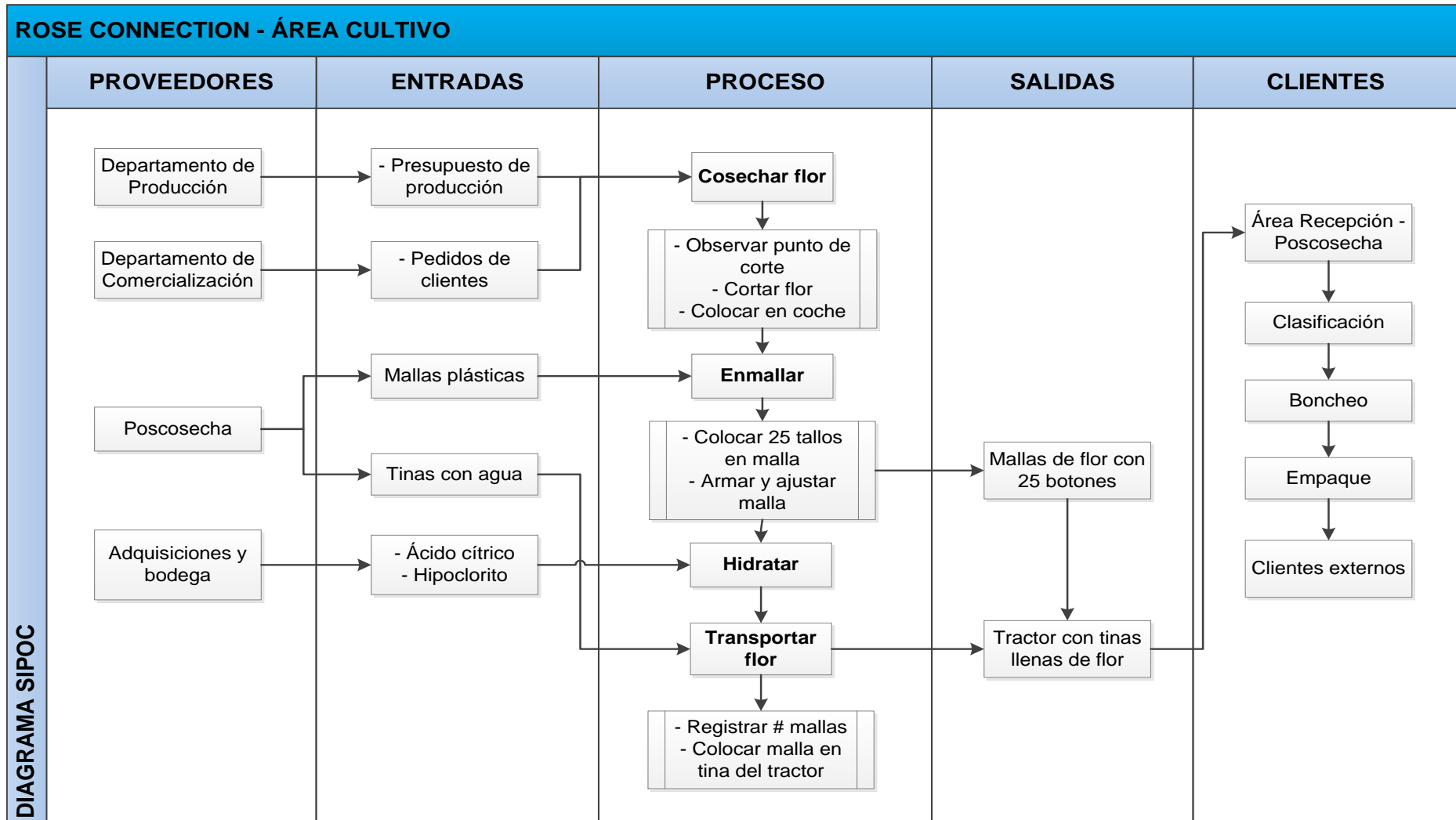


Figura 20. Diagrama SIPOC – nivel macro del proceso.

Elaborado por: La autora

5.1.5 CUADRO DE PROYECTO DMAMC: PROYECT CHARTER

Finalmente, para formalizar el plan de trabajo se elaboró el cuadro de proyecto de la Tabla 17., donde se determina de manera concisa y explícita el problema a resolver, su objetivo, su alcance y sus responsables.

Tabla 17. Cuadro de Proyecto de Rose Connection.

Título del Proyecto: Reducción de maltrato en la flor		
Jefe de proyecto: Ing. José Báez	Miembros de equipo:	
Caso de Negocio:	Ing. Miguel Panzeri - Jefe de Poscosecha Ing. Hugo Vinueza - Jefe de cultivo 1 Ing. Alexandra Chamorro - Jefe de cultivo 2 Rosa Matute, black belt	
La flor, botón, es el componente principal que da vida a los bonches que se venden al cliente. La cantidad de flor nacional o producto no conforme que es enviada a compostaje debido a daño mecánico o maltrato que presenta el botón, supera el promedio de 6 000 tallos/semana, lo que representa menos tallos exportables y costos por pérdida de producto desechado.		
Declaración del problema/oportunidad:	Declaración del objetivo:	
La presencia de botones maltratados en una malla de 25 botones provenientes de cultivo representa una media de 2 hasta 5 botones por malla. Esto significa que el proceso de clasificación de poscosecha debe maquillar ciertos botones para destinarlos a exportación y separar aquellos con un excesivo maltrato para desecharlos a compostaje. Esto sin considerar que, durante la clasificación existe la probabilidad de que se envíen y se armen bonches con flor maltratada, lo que genera reprocesos al detectar este problema de calidad o peor aún, enviar este producto al cliente.	Reducir la cantidad de flor con daño mecánico o maltratada que llega de cultivo a poscosecha y mejorar la productividad.	
Alcance del proyecto:	Partes Interesadas:	
El estudio comprende desde el proceso de corte de la flor en cultivo hasta el proceso de entrega de la flor en poscosecha. Se trabajará utilizando la metodología de mejora DMAMC.	Subgerencia. Área Técnica: Jefe de Producción - Jefe de Poscosecha. Proceso de clasificación y boncheo de poscosecha.	
PLANIFICACIÓN/CRONOGRAMA	Inicio	Fin
DEFINIR	12-10-15	30-10-15
MEDIR	03-11-15	05-12-15
ANALIZAR	07-12-15	08-01-16
MEJORAR	11-01-16	26-02-16
CONTROLAR	03-03-16	12-03-16

Elaborado por: La autora

5.2 MEDIR

Para la recopilación de información se realizaron mediciones en el área de recepción de poscosecha con la finalidad de evaluar la situación actual del proceso a través de un análisis de su habilidad para el cumplimiento de requisitos y el cálculo inicial del nivel sigma del mismo.

5.2.1 ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO

“Una de las tareas básicas para caracterizar y mejorar un proceso es evaluar su estado en cuanto a su capacidad y estabilidad” (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 268). En base a esto, se procedió con el análisis y estudio de cada una de las variables críticas o Y's del proceso identificadas en la etapa Definir.

5.2.1.1 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO

Inicialmente, en base a un muestreo diseñado a los requerimientos de la información, se recopilaron datos del número de botones maltratados o con daño mecánico por malla, mediante la evaluación de un total de 372 mallas de flor en el área de recepción de poscosecha y en diferentes lotes de producción obtenidos durante una semana. Los datos recopilados se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Datos para análisis de capacidad: botones con daño mecánico en una malla de flor.

Muestra	Subgrupos (mallas de flor de 25 botones)				Total botones maltratados	Muestra	Subgrupos (mallas de flor de 25 botones)				Total botones maltratados
	1	2	3	4			1	2	3	4	
1	2	0	1	1	4	48	1	0	2	0	3
2	3	0	0	0	3	49	0	0	5	2	7
3	7	0	0	1	8	50	2	0	1	0	3
4	2	2	0	5	9	51	0	1	2	0	3
5	0	0	0	2	2	52	4	0	1	1	6
6	0	2	0	3	5	53	1	4	0	3	8
7	0	0	0	0	0	54	7	3	0	2	12
8	0	1	3	1	5	55	3	1	2	3	9
9	2	0	1	3	6	56	3	1	0	0	4
10	0	2	0	1	3	57	2	1	0	3	6
11	0	0	0	2	2	58	0	2	4	0	6
12	1	4	0	2	7	59	3	7	0	2	12
13	3	2	0	7	12	60	0	1	2	0	3
14	0	0	3	2	5	61	4	4	1	3	12
15	0	2	1	0	3	62	0	5	3	1	9
16	3	2	0	1	6	63	3	2	6	0	11
17	3	0	2	3	8	64	0	1	1	0	2
18	0	3	1	2	6	65	0	1	1	4	6
19	2	5	3	1	11	66	1	2	3	0	6
20	3	2	5	0	10	67	0	5	0	3	8
21	5	3	3	2	13	68	3	4	2	0	9
22	0	0	3	1	4	69	0	1	2	0	3
23	1	2	4	7	14	70	6	0	2	9	17
24	0	0	3	1	4	71	0	3	4	2	9
25	3	1	0	1	5	72	1	3	4	3	11
26	2	0	2	1	5	73	1	1	1	4	7
27	3	8	0	0	11	74	5	3	3	1	12
28	0	3	2	5	10	75	2	6	2	2	12
29	1	2	5	1	9	76	0	3	5	1	9
30	1	4	2	1	8	77	0	1	0	3	4
31	0	4	1	2	7	78	3	0	2	0	5
32	0	5	1	0	6	79	0	2	0	0	2
33	2	5	1	1	9	80	6	9	1	0	16
34	0	4	0	0	4	81	2	4	7	2	15
35	1	1	7	3	12	82	2	0	0	4	6
36	1	7	0	1	9	83	7	0	0	1	8
37	9	3	5	3	20	84	3	0	2	2	7
38	0	0	0	1	1	85	0	3	1	1	5
39	0	1	1	0	2	86	0	2	0	2	4
40	1	6	1	2	10	87	0	1	1	2	4

41	0	0	4	0	4	88	7	3	0	1	11
42	2	2	5	2	11	89	1	4	1	4	10
43	7	3	6	2	18	90	3	2	5	0	10
44	4	2	2	1	9	91	4	0	1	2	7
45	1	4	4	5	14	92	4	0	1	3	8
46	4	2	1	2	9	93	0	0	2	2	4
47	3	1	0	1	5	TOTAL BOTONES MALTRATADOS				699	

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

A través del uso de una carta de control NP que se muestra en la Figura 21., se obtuvo un primer análisis de los datos.

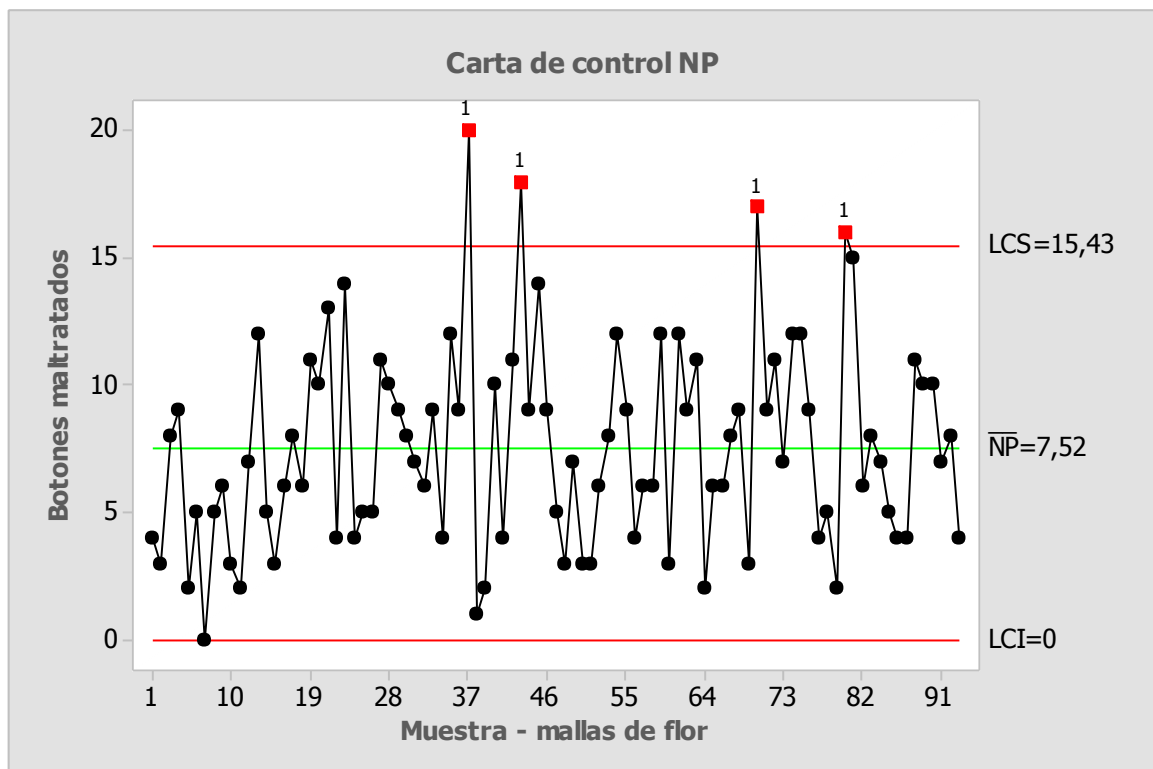


Figura 21. Carta de control NP: botones con daño mecánico por malla.

Elaborado por: La autora

La carta de control, Figura 21., muestra un promedio de 7,52 botones maltratados por cada 100 botones inspeccionados, un límite central superior de 15,43 y un límite central inferior igual a cero. Esto quiere decir, que de acuerdo a estos primeros datos obtenidos se espera que de cada

100 botones inspeccionados el número de botones con daño mecánico o defectuosos por maltrato estén entre 0 y 15,43 botones con un promedio de 7,52.

Para la determinación de los límites de control, es importante recordar, que en base a los datos obtenidos de manera inicial, se calcula la proporción promedio de defectuosos, \bar{p} . Para lo cual, se divide el total de productos defectuosos para el total de productos inspeccionados.

$$\bar{p} = \frac{\text{número de defectuosos}}{\text{total inspeccionados}}$$

Reemplazando los datos:

$$\bar{p} = \frac{699}{(100 * 93)} = 0,075$$

La proporción promedio resultante es de 0,075 lo que representa porcentualmente el 7,5% de botones maltratados por cada 100 botones inspeccionados. Utilizando la tabla del índice de capacidad potencial, Cp, en términos de piezas malas del Anexo B.3, de acuerdo al porcentaje de 7,5%, el índice Cp se encuentra entre 0,5 a 0,6.

De la misma manera, para obtener los límites de control de una sola malla de 25 botones, se reemplazó la información en las fórmulas correspondientes.

- Proporción promedio de defectuosos

$$\bar{p} = \frac{699}{(372 * 25)} = 0,075$$

- Límite central superior

$$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

$$LCS = 25(0,075) + 3\sqrt{25(0,075)(1 - 0,075)}$$

$$LCS = 5,82$$

- Límite Central

$$LC = n\bar{p}$$

$$LC = 25 * 0,075 = 1,87$$

- Límite central inferior

$$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

$$LCI = 25(0,075) - 3\sqrt{25(0,075)(1 - 0,075)}$$

$$LCS = -2,07$$

Los límites de control obtenidos representan un promedio de 1,87 botones con daño mecánico por malla y un límite de control superior de 5,82. Al no poder ser un número negativo el límite central inferior, éste es igual a 0. En cuanto a la proporción promedio de defectuosos obtenida, ésta es igual a la anteriormente mencionada, es decir, a 0,075, que de acuerdo al índice Cp, ésta es igual a 0,5 a 0,6.

Con estos resultados y según los valores de capacidad potencial, Cp, del Anexo B.1, se concluyó que el nivel de capacidad actual del proceso pertenece a la categoría tipo 4, es decir, no es adecuado para el trabajo y es necesario de modificaciones muy serias.

Posteriormente, con ayuda del programa Minitab y considerando una Distribución Binomial, se realizó el análisis de capacidad correspondiente obteniendo la gráfica que se muestra en la Figura 22.

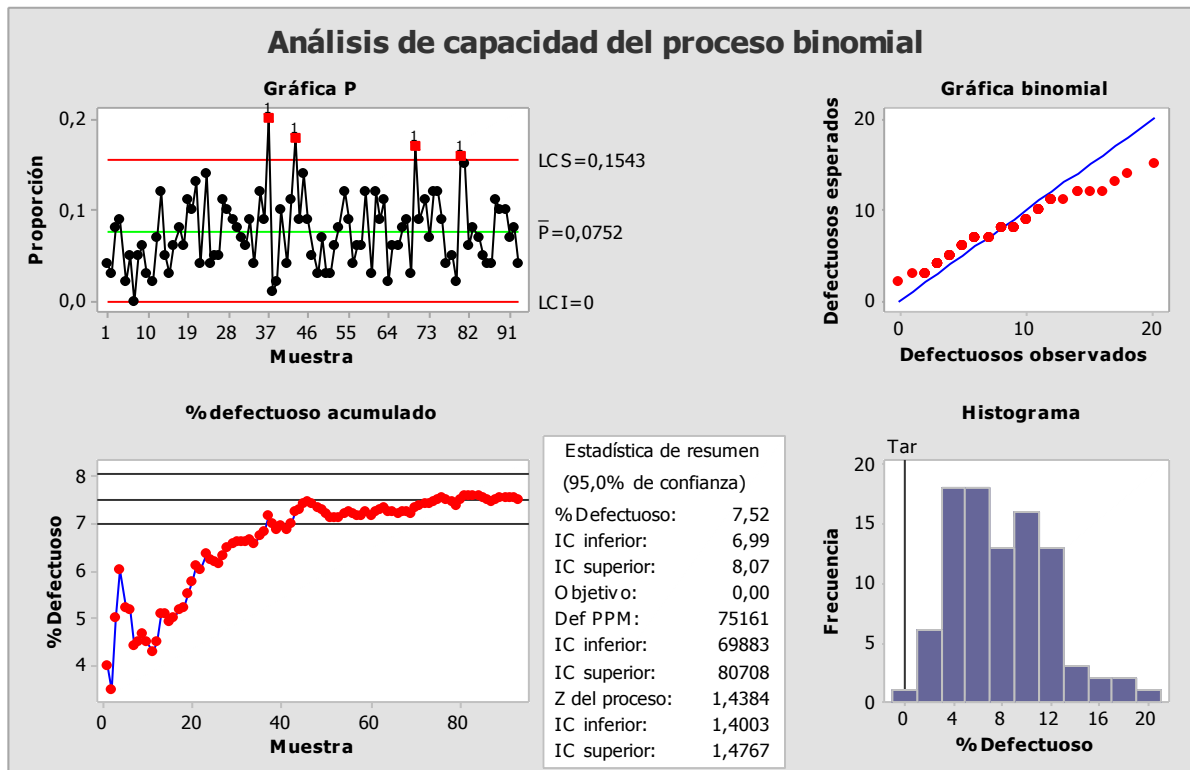


Figura 22. Análisis de capacidad de proceso bajo distribución binomial: botones con daño mecánico por malla de flor.

Elaborado por: La autora

La gráfica resultante muestra que el histograma representado de las muestras tomadas el proceso se encuentra descentrado y que además existen datos fuera del límite central superior.

Se evidencia también, que el nivel Z del proceso obtenido es igual a 1,43 y un total de partes por millón fuera de especificaciones, es decir PPM = 75 161. Esto significa que, de acuerdo a la tabla de conversión sigma del Anexo B.2, se alcanzó un nivel sigma del proceso igual a 2,87 y un rendimiento del 91,54%.

En cuanto al índice de inestabilidad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} * 100$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$S_t = \frac{4}{93} * 100 = 4,3 \%$$

De acuerdo a la Figura 21., se obtuvo un total de 4 puntos por encima del límite de control superior, siendo estos las muestras 37, 43, 70 y 80, los cuáles permitió evidenciar que el proceso no funcionó de manera estable. Estos puntos se consideraron para el cálculo del índice de inestabilidad sobre el total de puntos presentes en los primeros datos muestreados.

Siendo el resultado de 4,3%, el proceso se categoriza como tipo D, lo que significa un proceso incapaz y con una estabilidad relativamente buena, según lo expuesto en Gutiérrez (2009). Y, de acuerdo a lo que menciona el mismo autor, el proceso no cumple con especificaciones y las causas especiales de variación aparecen con frecuencia.

5.2.1.2 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO RESPECTO A LOS ATRIBUTOS: FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA

Para la determinación de la capacidad actual del proceso con respecto a estos atributos, es importante mencionar que se analizaron defectos presentes en las mallas de flor provenientes del área de cultivo, que no precisamente determinan como defectuoso este producto que llega a poscosecha.

Para el análisis correspondiente se tomó información en base al tamaño de muestra obtenido anteriormente y en diferentes lotes de producción durante el periodo de una semana. En cada muestra tomada se evaluaron las Y's críticas del proceso; flor nivelada o alineada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica, obteniendo así los datos de la Tabla 19.

Tabla 19. Datos para análisis de capacidad: flor nivelada o alineada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica.

Muestra	Defectos	Muestra	Defectos	Muestra	Defectos
1	6	22	5	43	10
2	3	23	5	44	8
3	6	24	4	45	5
4	5	25	4	46	6
5	3	26	3	47	4
6	4	27	7	48	4
7	7	28	5	49	8
8	9	29	10	50	5
9	6	30	7	51	5
10	5	31	3	52	6
11	7	32	6	53	9
12	4	33	9	54	5
13	3	34	5	55	6
14	4	35	4	56	6
15	5	36	6	57	7
16	7	37	2	58	7
17	5	38	8	59	6
18	6	39	2	60	4
19	9	40	5	61	6
20	7	41	8	62	2
21	11	42	3	Total	352

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

De la misma forma, realizando un primer análisis a través del uso de cartas de control, para este caso la carta C, se obtuvo la siguiente gráfica (véase Figura 23.):

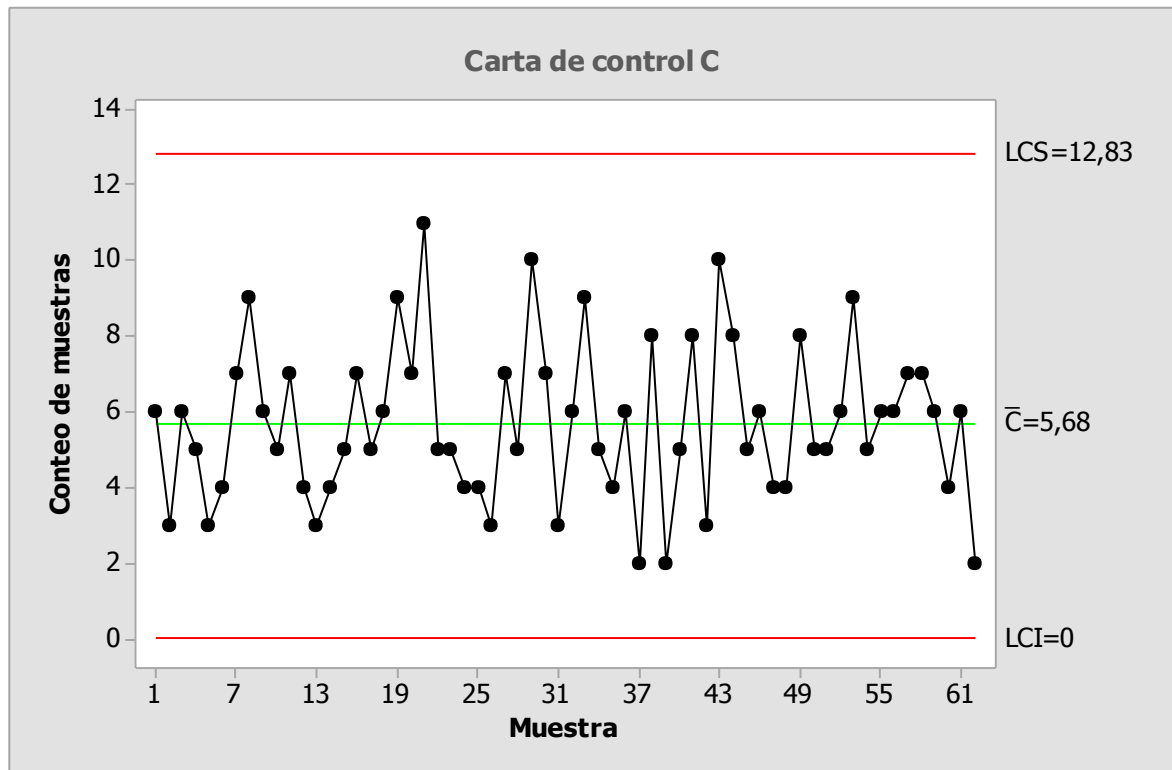


Figura 23. Carta de control C: número de defectos por malla.

Elaborado por: La autora

La carta de control obtenida muestra que el proceso estuvo funcionando de manera estable, pues no se observan puntos fuera de los límites de control obtenidos, así como también, otro patrón no aleatorio.

En cuanto a los límites de control obtenidos en esta carta, éstos reflejan el número de defectos por subgrupo, es decir, de cada 6 mallas evaluadas se espera obtener de 0 a 12,83 defectos con un promedio de 5,68.

Para el cálculo del número de defectos por malla, se dividieron los datos de cada uno de los límites de control obtenidos para el tamaño del subgrupo evaluado, es decir, 6 mallas, obteniendo así:

- Límite de control superior

$$LCS = 2,13$$

- Límite central

$$LC = 0,94$$

- Límite central inferior

$$LCI = 0$$

Esto significa que por cada malla existe un promedio de 0,94 defectos.

Realizando el análisis de capacidad considerando una Distribución de Poisson, se obtuvo:

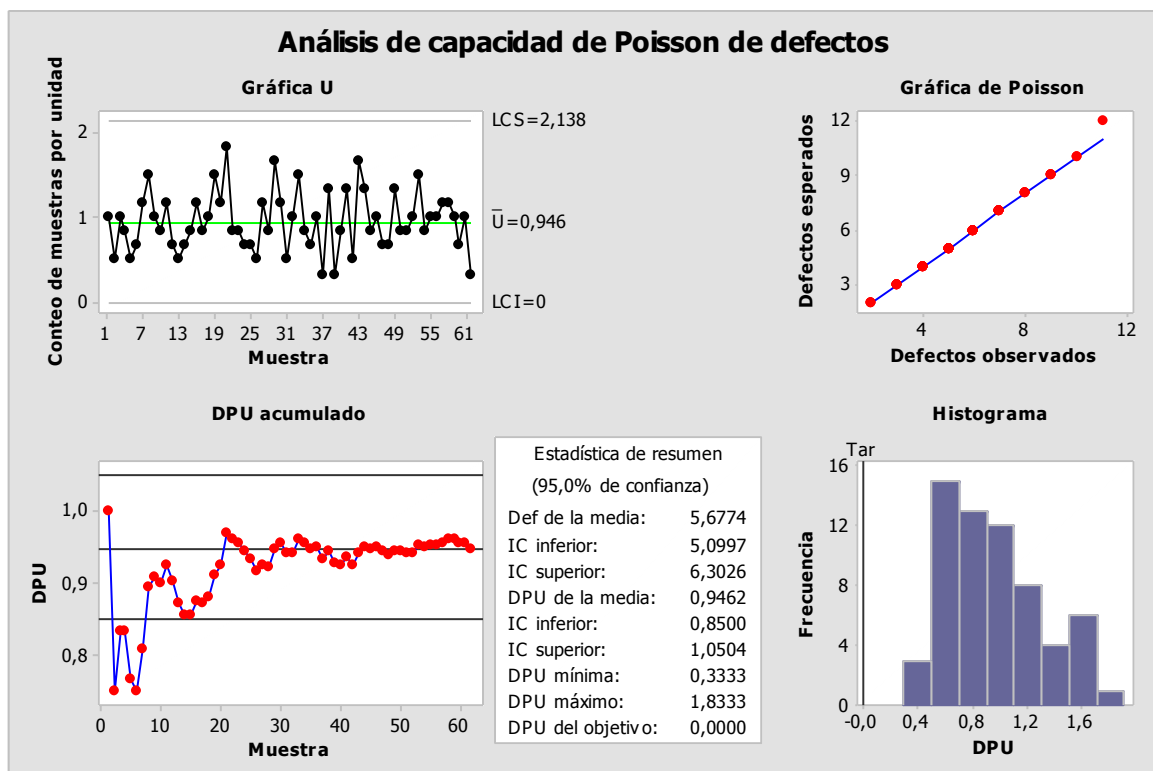


Figura 24. Análisis de capacidad bajo distribución de Poisson: número de defectos por malla.

Elaborado por: La autora

La Figura 24. muestra que se obtuvo un $DPU = 0,94$, es decir, lo mencionado en lo anteriormente, se generó un promedio de 0,94 defectos por unidad o malla de flor.

Para el cálculo del nivel sigma del proceso, Gutiérrez (2009) hace hincapié de que es necesario calcular el rendimiento Y (Yield) del proceso mediante la distribución de Poisson con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$Y = e^{-DPU}$$

Así, reemplazando los datos se obtuvo:

$$Y = (2,7183)^{-0,94} = 0,3906$$

Este resultado refleja que la probabilidad de que una unidad esté libre de defectos fue del 39,06%. Con el propósito de encontrar el valor Z se aplicó la siguiente función en Excel:

$$DISTR.NORM.ESTAND.INV(0,3906) = -0,2751$$

Esto significa que el nivel de sigmas de largo plazo del proceso es igual a -0,27. Para esto, Gutiérrez (2009) recomienda que debe considerarse un desplazamiento de 1,5 sigmas, así el número de sigmas del proceso estará dado por:

$$Z_C = Z_Y + 1,5$$

$$Z_C = -0,27 + 1,5$$

$$Z_C = 1,23$$

Así se concluyó que el proceso tiene un nivel sigma de 1,23 que de acuerdo con el Anexo B.2 corresponde a un nivel de DPMO = 598 700 y a un rendimiento 40,13%.

Para obtener el índice de capacidad potencial C_p , se dividió el nivel sigma obtenido para 3, esto debido al fundamento de que un proceso con un nivel Seis Sigma tiene un C_p igual a 2.

$$C_p = \frac{\text{Nivel sigma}}{3}$$

$$Cp = \frac{1,23}{3} = 0,41$$

El índice de capacidad potencial resultante es de 0,41, que de acuerdo al Anexo B.1 permitió concluir que el proceso corresponde a la categoría 4, es decir, que no es adecuado para el trabajo y que requiere de modificaciones muy serias.

5.2.1.3 RESUMEN DE INDICADORES ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

La Tabla 20. identifica cada uno de los indicadores de las Y's evaluadas antes de la implementación de mejoras en el proceso.

Tabla 20. Resumen de indicadores del proceso antes de la implementación de mejoras.

INDICADORES ANTES DE MEJORAS							
Atributo: Flor sin daño mecánico				Atributos: Flor nivelada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica			
Cada 100 botones inspeccionados		Cada 25 botones inspeccionados (una malla)		Cada 6 mallas inspeccionadas		Cada malla inspeccionada	
\bar{p}	0,075	\bar{p}	0,075	\bar{c}	5,68	DPU	0,94
LCS	15,43	LCS	5,82	LCS	12,83	LCS	2,13
LC	7,52	LC	1,87	LC	5,68	LC	0,94
LCI	0	LCI	0	LCI	0	LCI	0
Cp	0,5 a 0,6	Nivel σ	2,87	Cp	0,41	Nivel σ	1,23
Z	1,43	Rendimiento	91,54%	Z_L	-0,27	Y	39,06%
PPM	75 161	S_t	4,3%	DPMO	598 700	S_t	0,00%

Elaborado por: La autora

5.3 ANALIZAR

Uno de los principales objetivos de esta etapa es determinar y analizar las causas del problema en estudio, es decir las X's del proceso, para ello, mediante una exploración exhaustiva de los datos recolectados en la etapa medir y con datos históricos de calidad disponibles en la empresa, se realizaron los correspondientes análisis con las herramientas pertinentes.

5.3.1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS: FLOR CON DAÑO MECÁNICO

Para el CTQ “Flor sin daño mecánico” se recopilaron datos históricos de los porcentajes de flor nacional a causa de maltrato de las 57 variedades existentes en cultivo. Los datos obtenidos de una semana de producción se muestran en el Anexo C.

Con la información recolectada se elaboró un histograma de frecuencias que refleja el comportamiento de los datos.

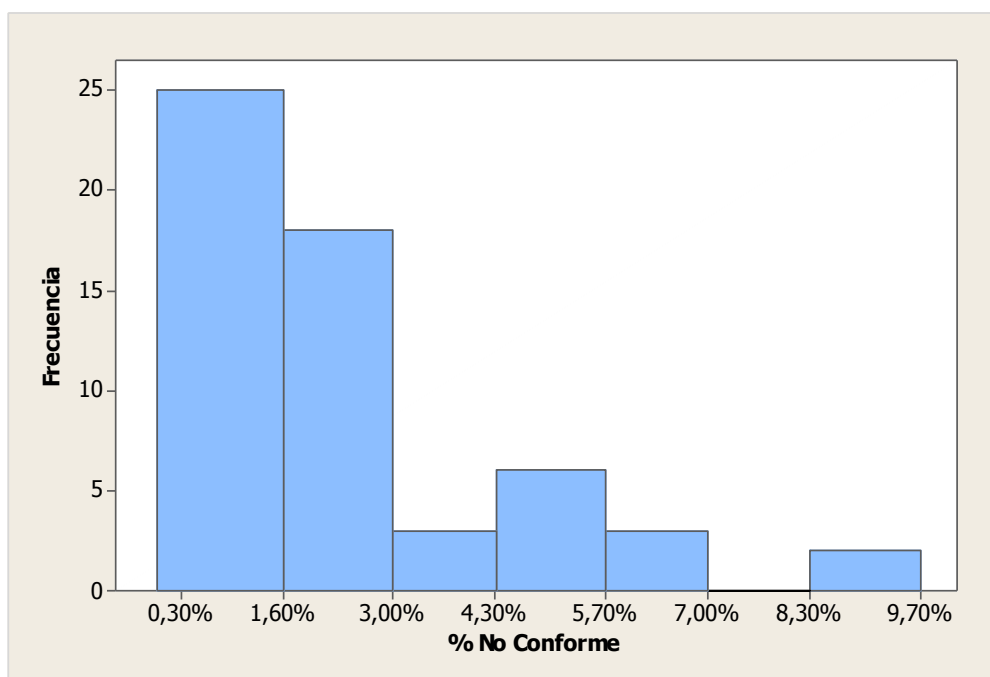


Figura 25. Histograma de frecuencias: % No conforme de flor con daño mecánico.

Elaborado por: La autora

La Figura 25. refleja una caída de la distribución de los datos en su lado izquierdo así como también que no existe una tendencia central de los mismos.

Si se analiza el extremo izquierdo del histograma se puede encontrar que la primera clase o la primera barra representa que el 44% de los datos tiene un porcentaje de flor con daño mecánico del 0,3% a 1,6%, es decir, 25 variedades de 57, mientras que si se observa su extremo derecho, la séptima clase representa un 4% no conforme, lo que significa la presencia de 2 variedades que generan un porcentaje de maltrato del 8,3% al 9,7% en una semana.

5.3.2 DIAGRAMA DE PARETO: ANÁLISIS DE FLOR CON DAÑO MECÁNICO

En base a la información estadística obtenida se consideró realizar un diagrama de Pareto haciendo uso de los datos de marcas de clase o los promedios de cada uno de los intervalos de clase, siendo estos:

Tabla 21. Tabla de frecuencias: flor con daño mecánico según variedad.

CLASE	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR	MARCA DE CLASE	FRECUENCIA
1	0,294	1,634	0,964	25
2	1,634	2,975	2,304	18
3	2,975	4,315	3,645	3
4	4,315	5,656	4,985	6
5	5,656	6,996	6,326	3
6	6,996	8,337	7,667	0
7	8,337	9,677	9,007	2

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Con estos datos se obtuvo el siguiente análisis de Pareto (véase Figura 26.).

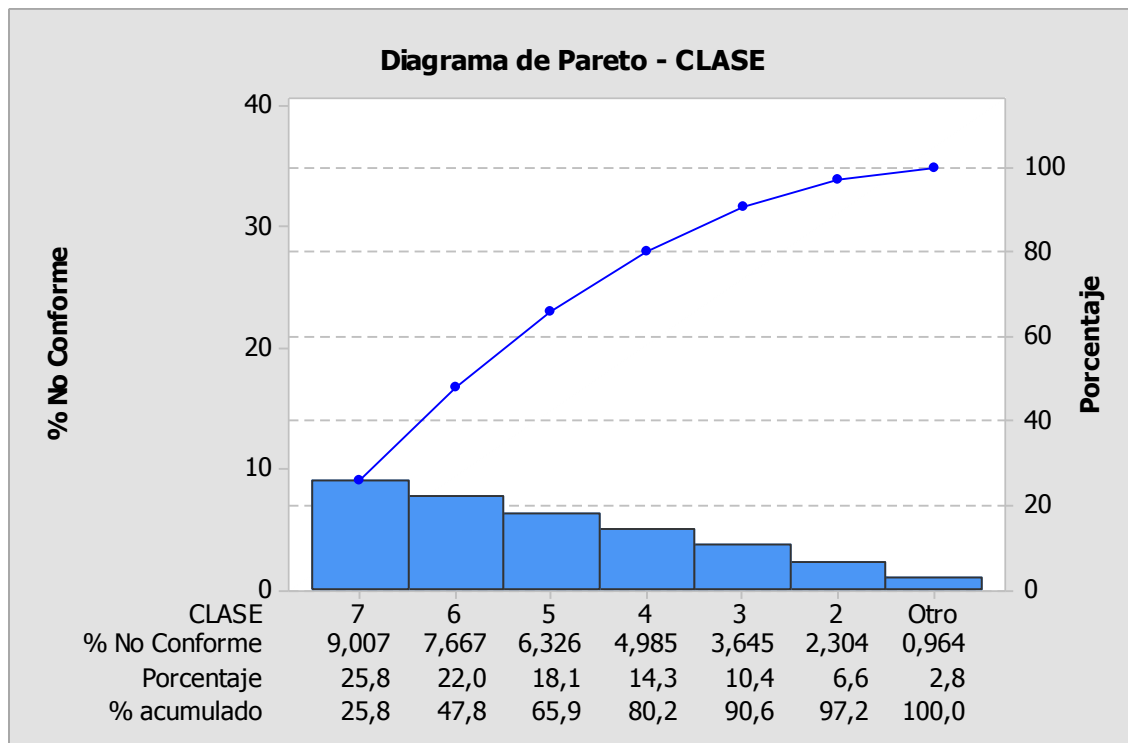


Figura 26. Diagrama de Pareto: % de flor con daño mecánico.

Elaborado por: La autora

Con estos resultados claramente se evidencia que las pocas vitales a analizar y mejorar serán aquellas variedades que se encuentran dentro de las clases 7, 6, 5 y 4, pues éstas representan un porcentaje promedio semanal de flor con daño mecánico o maltrato del 9% a 4,9%, siendo estas:

Tabla 22. Lista de variedades con mayor porcentaje de flor con daño mecánico.

VARIEDAD	% MALTRATO/SEMANA
HIGH & GORGEOUS	9,68%
PROUD	8,75%
HOT SHOT	6,95%
HIGH & CANDY	6,86%
POLAR STAR	5,95%
FLORIDA	5,21%
ZAFIRA	5,14%
ANGELS	4,85%
DOMENICA	4,52%
STAR DUST	4,46%
MOVIE STAR	4,45%
ALBA	3,73%
WILD TOPAZ	3,63%
PINK FLOYD	3,16%

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

5.3.3 ANÁLISIS DE PUNTOS FUERA DE LÍMITES DE CONTROL

Dentro de esta fase es importante evaluar los 4 puntos observados fuera de control de la Figura 21., es decir, las muestras 37, 43, 70 y 80 que están por encima del límite de control superior de la carta de control NP que evidencian que el proceso no funcionó de manera estable.

Revisando y observando cada una de las muestras levantadas, los puntos 37 y 70 corresponden a las muestras de la zona de trabajo 3, y las muestras 43 y 80 de la zona 2B. De acuerdo a la información recolectada en la fase medir, se identificó a la zona de trabajo 2B con un alto porcentaje de flor con presencia de daño mecánico, mismo que representa un 10,23% del total evaluado en esta zona, seguido por un 8,0% resultante de la zona 3. En cuanto a las zonas 2A y 1 obtuvieron un valor del 7,33% y 5,35% respectivamente (véase Tabla 23.).

Tabla 23. Porcentaje de flor con daño mecánico por área de trabajo.

Área de trabajo	# Mallas inspeccionadas	Total botones inspeccionados	Total botones con maltrato	% Maltrato
Zona 1	86	2150	115	5,35%
Zona 2A	131	3275	240	7,33%
Zona 2B	43	1075	110	10,23%
Zona 3	117	2925	234	8,00%

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Estos datos representados en el diagrama de Pareto de la Figura 27., muestran lo anteriormente mencionado y direccionan al equipo de mejora a determinar las causas que generan este problema de calidad de manera especial en las correspondientes áreas de estudio.

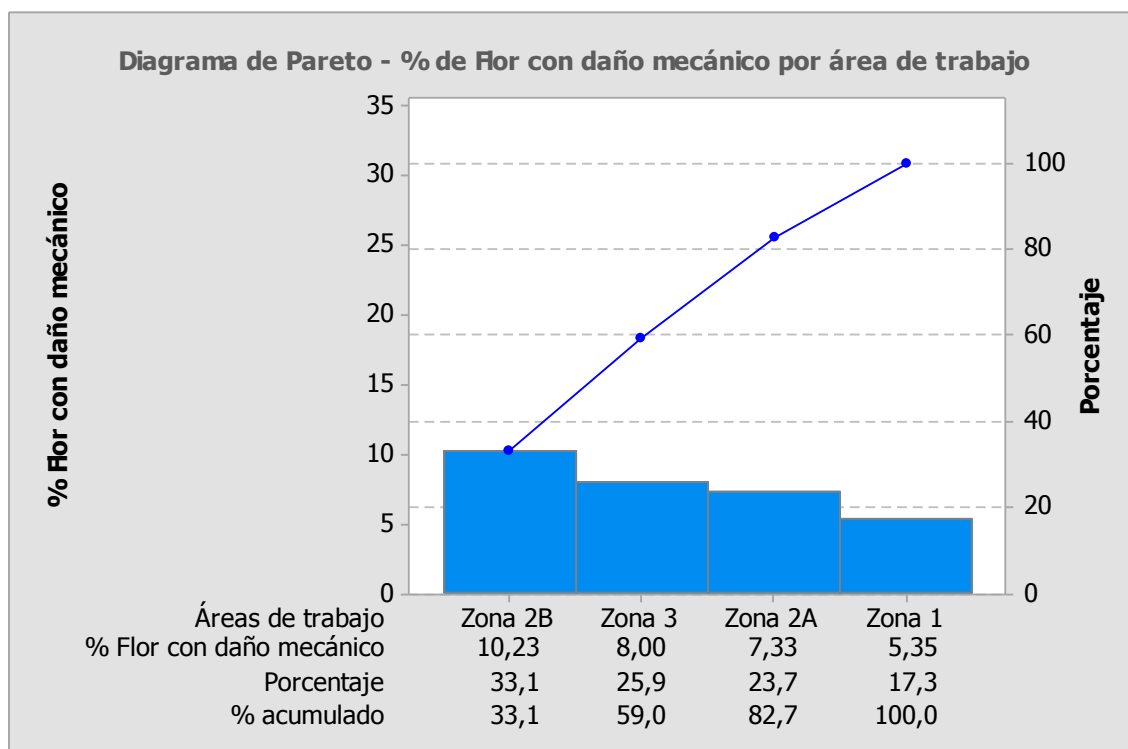


Figura 27. Diagrama de Pareto: % de flor con daño mecánico por área de trabajo.

Elaborado por: La autora

Si se verifican las variedades estudiadas dentro de las muestras 37, 43, 70 y 80 de las dos zonas identificadas con mayor porcentaje de flor maltratada y comparando cada una de ellas con la lista de variedades con altos índices de daño mecánico de la Tabla 22., se puede observar en la

Tabla 24., que dentro de la Zona 3 de las 8 las variedades muestreadas, 6 de ellas tienen mayor incidencia de maltrato. Mientras que de las 8 variedades estudiadas de la Zona 2B, únicamente 2 de ellas corresponden a esta lista.

Tabla 24. Variedades muestreadas por zona de trabajo.

Zona 3			Zona 2B		
	Variedad	Alto % maltrato		Variedad	Alto % maltrato
Muestra 37	proud	SI	Muestra 43	freedom	NO
	high candy	SI		white chocolate	NO
	florida	SI		pink floyd	SI
	proud	SI		wild topaz	SI
Muestra 70	topaz	SI	Muestra 80	freedom	NO
	high yellow flame	NO		freedom	NO
	raspberry	NO		high bonita	NO
	proud	SI		early gray	NO

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Con este análisis se determinó que es importante una especial atención para aquellas variedades que presentan mayor incidencia de maltrato, pues éstas generan significativos porcentajes de producto no conforme dentro del proceso.

5.3.4 DIAGRAMA DE PARETO: ANÁLISIS DE DEFECTOS

En base a las CTQ's de estudio y con el uso de la información levantada de varios lotes de producción para evaluar defectos presentes en las mallas de flor provenientes de cultivo, se resumieron y codificaron los datos recopilados en la Tabla 25.

Tabla 25. Codificación y frecuencia de defectos presentes en mallas de flor.

Nomenclatura	Defectos por malla de flor	CTQ	Frecuencia
ME	Mal enmallado	Enmalle correcto de flor	137
BD	Botones desnivelados	Flor nivelada o alineada	147
MF	Malla floja	Correcto ajuste con forma cónica	68

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Con esta información se elaboró un diagrama de Pareto como se observa en la Figura 28.

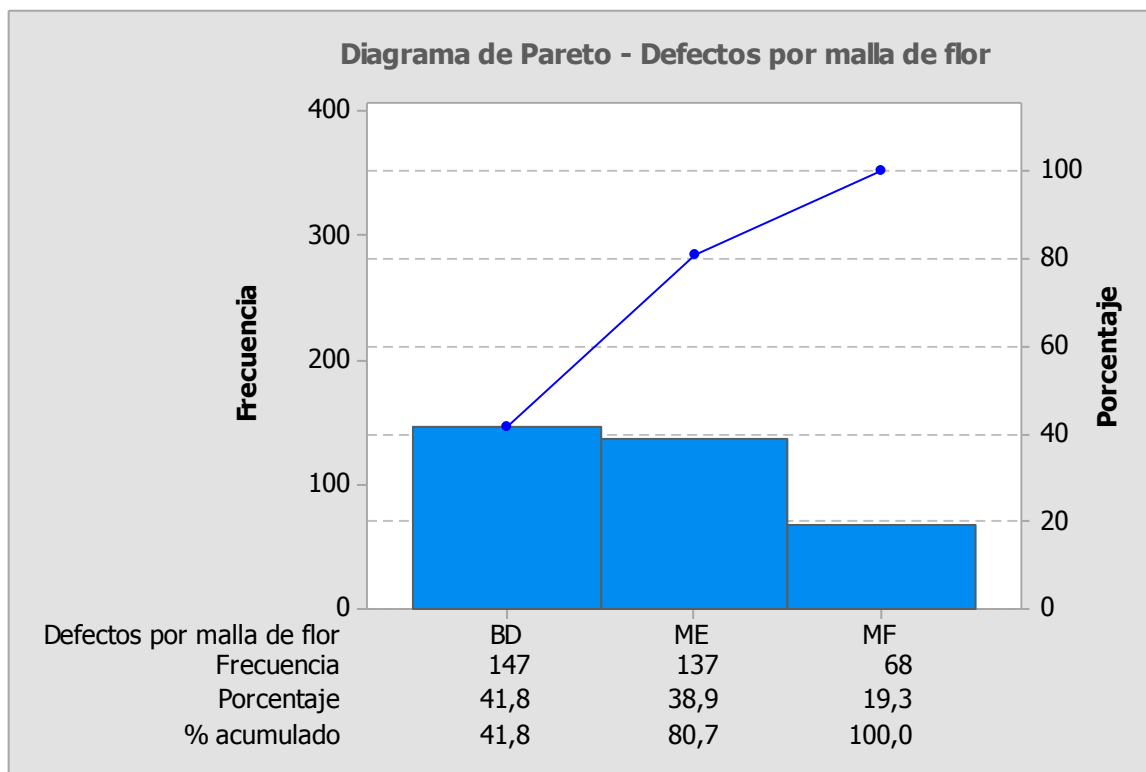


Figura 28. Diagrama de Pareto: % de defectos por malla de flor.

Elaborado por: La autora

Con esta representación gráfica de los datos, se concluyó que los defectos: botones desnivelados y flor mal enmallada representan un porcentaje acumulado del 80,7% de los problemas de calidad presentes en las mallas, mismos que serán las pocas vitales a mejorar.

5.3.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DE CAUSA-EFECTO

El diagrama de Ishikawa ayudó a identificar las causas raíz de los diferentes problemas de calidad detectados. Para esto, se trabajó a través del uso de la técnica de lluvia de ideas y de los 5 por qué's con el área de producción y poscosecha para determinar las causas que generan botones maltratados en las mallas y de los defectos: botones desnivelados y flor mal enmallada.

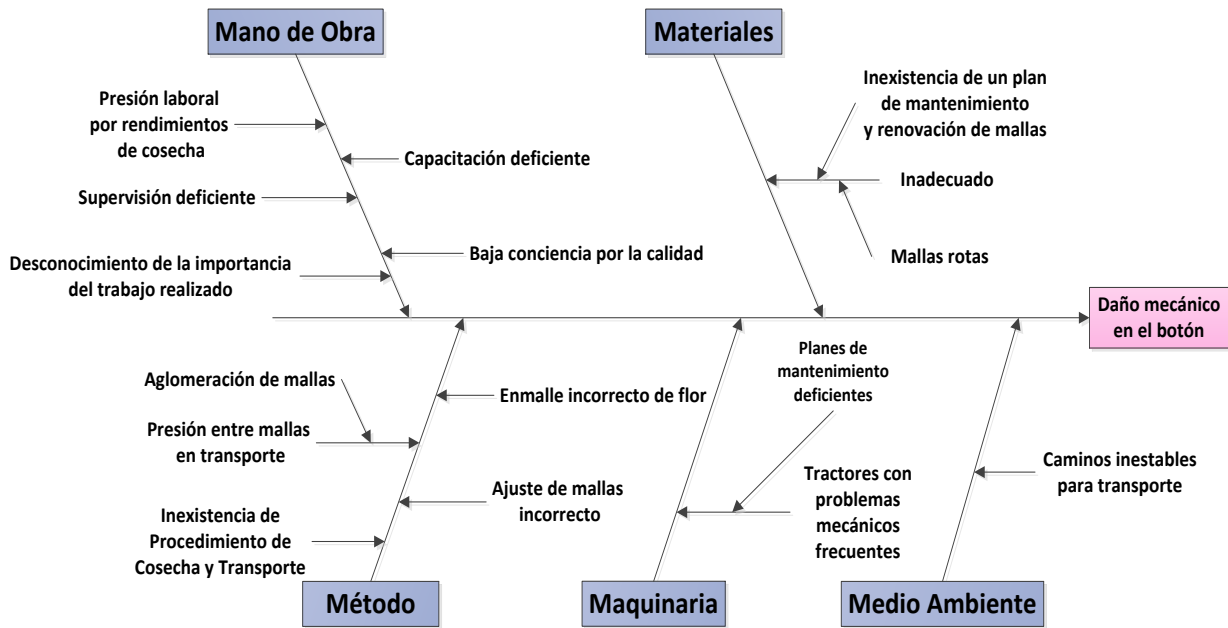


Figura 29. Diagrama de Ishikawa del atributo botón sin daño mecánico.

Elaborado por: La autora

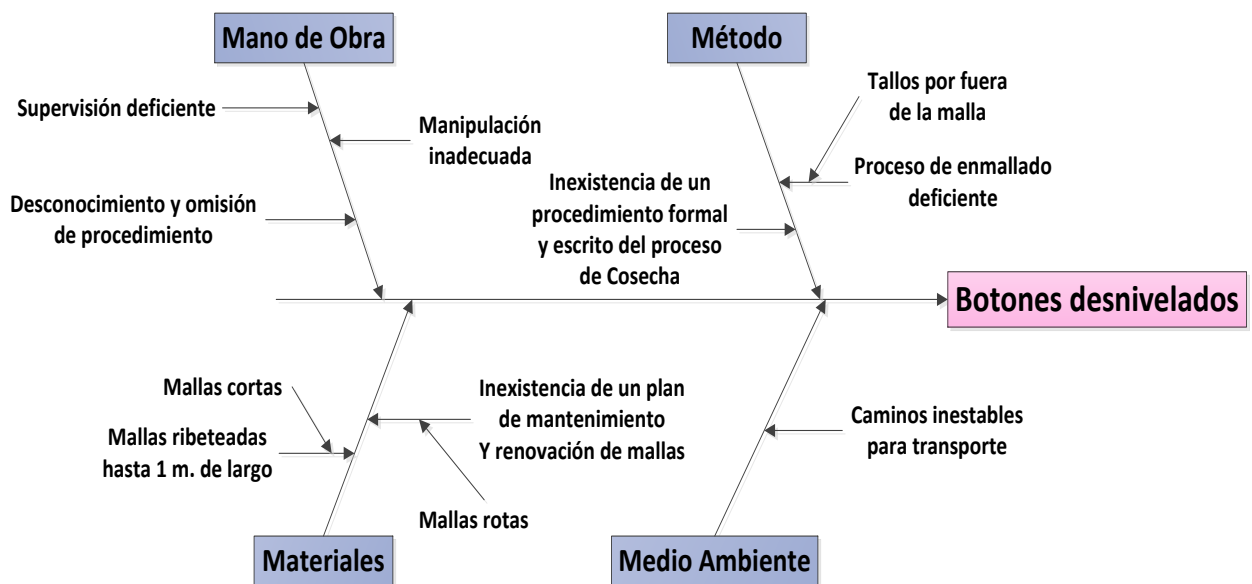


Figura 30. Diagrama de Ishikawa del defecto botones desnivelados.

Elaborado por: La autora

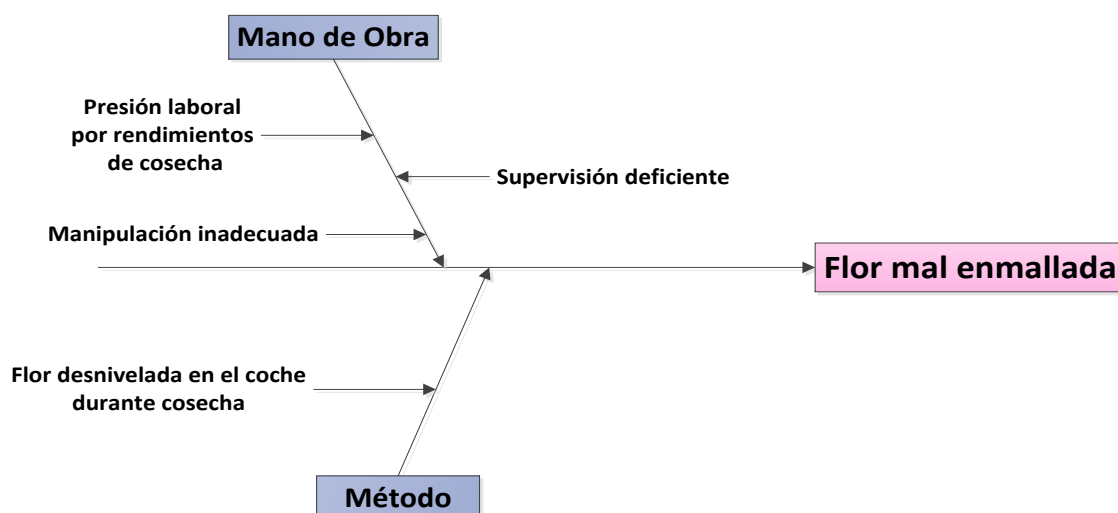


Figura 31. Diagrama de Ishikawa del defecto flor mal enmallada.

Elaborado por: La autora

5.3.6 ANÁLISIS MODAL DE EFECTOS Y FALLAS

El diagrama AMEF a través de su metodología permitió identificar los potenciales modos de falla, siendo estos: flor con daño mecánico, botones desnivelados y flor mal enmallada.

Como parte inicial, se identificaron los efectos de cada uno de estas fallas y se asignó a cada uno un grado de severidad (S) de acuerdo a la tabla de referencia del Anexo D.1. Posterior a ello, con ayuda de las causas raíz detectadas en los correspondientes diagramas de Ishikawa, se definieron las causas potenciales por la que se pudo presentar el efecto, y con apoyo del Anexo D.2 se valoró a cada una de ellas de acuerdo a una probabilidad de ocurrencia (O). De igual manera, se detallaron los controles actuales del proceso y se priorizó a cada uno según su nivel de detección (D) de fallas. Para éste se trabajó con el Anexo D.3.

Tabla 26. Nivel de Prioridad de Riesgo.

Prioridad de NPR	
500 – 1 000	Alto riesgo de falla
125 - 499	Riesgo de falla medio
1 - 124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009)

Tabla 27. Análisis de modo y efecto de fallas de Rose Connection.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS									
Número de proyecto: P-001			Proceso: Cosecha y transporte de flor			Producto afectado: mallas de flor de 25 tallos			
Responsabilidad: Dep. Producción			Líder del proyecto: Ing. José Báez			Preparado por: Rosa Matute			
Fecha clave: 11-01-16			Fecha AMEF original: 15-12-15			Última revisión: 08-01-16			
Función del proceso	Modo de falla potencial	Efecto(s) de la falla potencial	S	Causa/mecanismo de la falla potencial	O	Controles actuales del proceso para detección	D	NPR	Acciones Recomendadas
Proveer flor al área de poscosecha	Botones con daño mecánico o maltratados	Producto no conforme a desechar, tiempos de corrección y reprocesos	6	Mallas sin ajuste correcto.	4	Inspección visual	3	72	Análisis y control del proceso.
				Material inadecuado: mallas rotas.	7	Separación parcial de mallas muy dañadas	3	126	Eliminación de mallas rotas y reutilización de algunas de ellas. Elaboración de un plan de renovación de mallas.
				Presión entre mallas en el transporte.	8	Ninguno	3	144	Análisis del proceso. Cambio de proceso de transporte: cable vía.
				Tractores con problemas mecánicos frecuentes: acumulación de mallas (cuellos de botella).	4	Mantenimiento de reparación	3	72	Cambio de proceso de transporte: cable vía.
				Caminos inestables para transporte: choque entre mallas.	10	Ninguno	3	180	Cambio de proceso de transporte: cable vía.
	Botones desnivelados	Maltrato en la flor	6	Manipulación inadecuada.	6	Inspección visual	2	72	Elaboración de procedimientos, instrucción y capacitación.
				Tallos por fuera de la malla.	10	Ninguno	2	120	Cubrir tallos con mallas.
				Mallas ribeteadas hasta 1 m. de largo - mallas cortas.	8	Ninguno	2	96	Adquirir mallas de mayor longitud.
	Flor mal enmalla	Maltrato en la flor	6	Flor desnivelada en el coche durante la cosecha.	4	Inspección visual	2	48	Análisis del proceso.

Elaborado por: La autora

Finalmente, para determinar el Número de Prioridad de Riesgo se obtuvo el producto resultante entre los datos de severidad, ocurrencia y detección con el fin de priorizar el más relevante y así plantear acciones preventivas posibles a ejecutar.

Según el número de prioridad de riesgo de la Tabla 26., de los resultados obtenidos: 6 causas son categorizadas como riesgo de falla bajo y 3 categorizadas como riesgo de falla medio, siendo estas:

1. Caminos inestables para transporte: choque entre mallas.
2. Presión entre mallas en el transporte.
3. Material inadecuado: mallas rotas.

Y, de acuerdo a lo que menciona Gutiérrez (2009), debe darse especial atención cuando se tengan valores altos NPR (mayores de 80) con severidades altas priorizándolas para acciones correctivas, razón por la que se consideró también:

4. Tallos por fuera de la malla.
5. Mallas ribeteadas hasta 1 m. de largo: mallas cortas.

Es así, que las X's del proyecto corresponden a las 5 causas detalladas, mismas que serán trabajadas mediante planes de mejora en la siguiente etapa del DMAMC, Mejorar.

5.4 MEJORAR

Dentro de esta etapa se propusieron y evaluaron soluciones para las causas identificadas en el capítulo anterior, a través de lluvia de ideas y pláticas con el personal que permitieron llegar a conclusiones de mejora.

5.4.1 IDENTIFICACIÓN DE SOLUCIONES: DIAGRAMA DE ÁRBOL

Después de una lluvia de ideas y utilizando la metodología del diagrama de árbol, se plasmaron las diferentes opiniones y sugerencias consideradas para la mejora de las X's detectadas. Para

ello, inicialmente se definió el objetivo principal: “Obtener mallas de flor de excelente calidad”. Posteriormente, se trabajó con los objetivos secundarios y sus estrategias, para finalmente detallar las actividades a realizar. Así se generó:

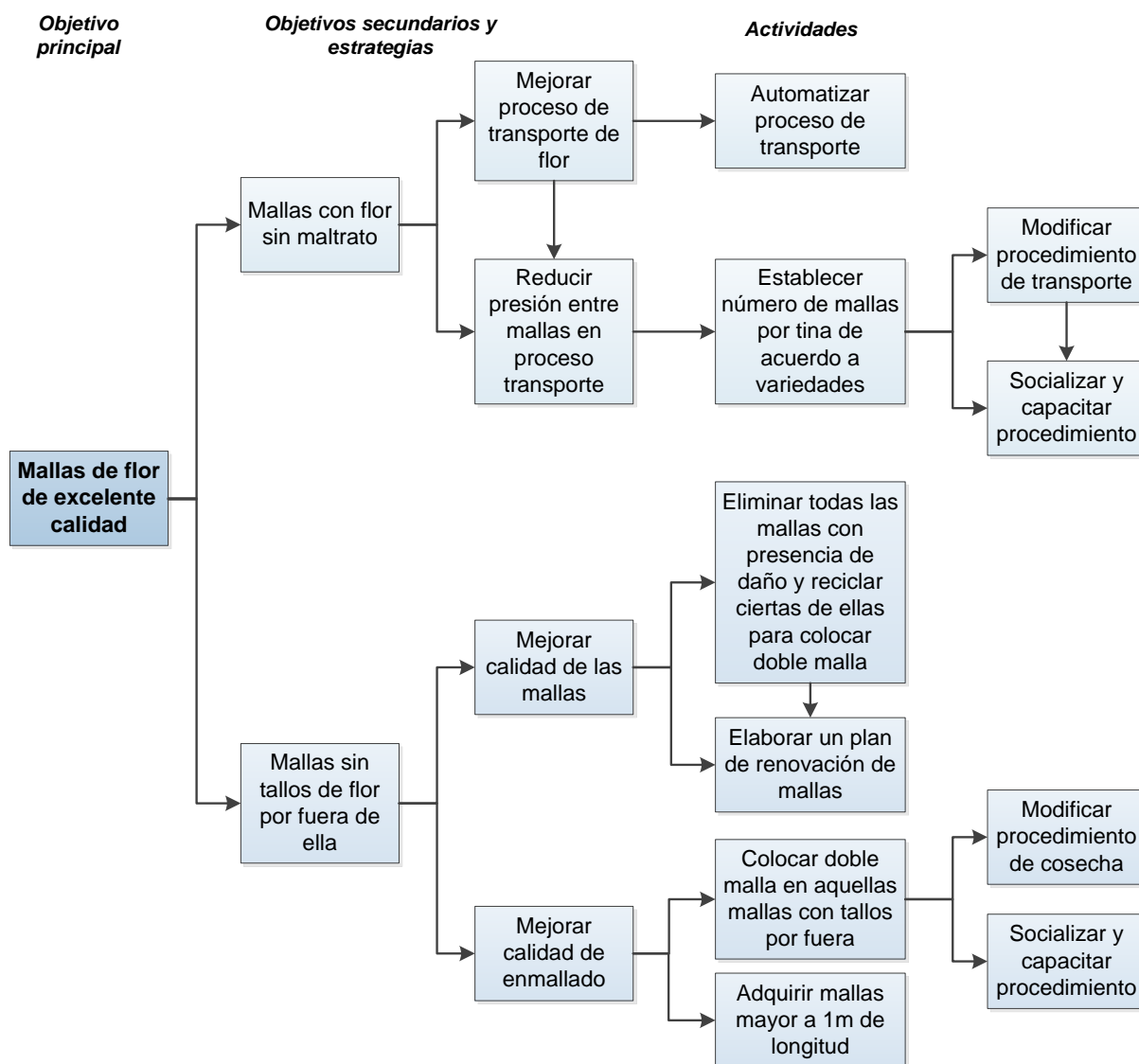


Figura 32. Diagrama de árbol de objetivos.

Elaborado por: La autora

Cada objetivo y cada estrategia detallada en la Figura 32. están basados en las NPR priorizadas en el análisis AMEF realizado en la etapa Analizar.

Como se puede observar en el diagrama de árbol, se obtuvo dos objetivos secundarios: “Mallas con flor sin maltrato” y “Mallas sin tallos de flor por fuera de ella”. De estos dos objetivos se plantearon cuatro estrategias:

- Mejorar el proceso de transporte de flor.
- Reducir la presión entre mallas en el proceso de transporte.
- Mejorar la calidad de las mallas.
- Mejorar la calidad de enmallado.

De cada una de éstas se desprenden actividades a ejecutar para el desarrollo de los objetivos.

5.4.2 SELECCIÓN DE PLANES DE MEJORA: MATRIZ DE CRITERIOS

Aplicando la metodología propuesta por Pande (2004) en su libro de Las claves prácticas de Seis Sigma de la página 279, es decir, utilizando una matriz de decisión basada en criterios, se analizaron cada una de las estrategias mediante consenso y opinión directa de los dueños del proceso. Para elaborar esta matriz, inicialmente se consideró los criterios más importantes para la solución, los cuales fueron:

- Tiempo de implementación
- Reducción de defectos estimada
- Coste de implementación
- Impacto en otros procesos

Luego de esto, se establecieron los valores de cada uno de los criterios entre una escala de 1 a 10, siendo 10 el más importante. Posterior a ello, se evaluaron cada una de las estrategias y se les asignó una puntuación de acuerdo a cada uno de los criterios expuestos. Los resultados obtenidos permitieron comparar soluciones e identificar cuál de ellas será aplicable para lograr el objetivo principal expuesto en la Figura 32., que es el de: “Obtener mallas de excelente calidad”. Siendo así, se desarrolló:

Tabla 28. Matriz de criterios para selección de mejoras.

Criterio	Valor	Estrategia A		Estrategia B		Estrategia C		Estrategia D						
		Mejorar el proceso de transporte (automatizar proceso)	Puntuación	Reducir presión entre mallas del proceso de transporte	Puntuación	Mejorar la calidad de las mallas	Puntuación	Mejorar la calidad de enmallado	Puntuación					
Tiempo de Implementación	8	12 a 18 meses	3	24	3 a 4 semanas	10	80	1 a 2 semanas	10	80	3 a 4 semanas	10	80	
Reducción de defectos estimada	10	Reducirá en casi un 100% de defectos	10	100	Significativa pero no total, se estima un 10%	4	40	Se estima un 10%	4	40	Se estima un 20%	5	50	
Coste de Implementación	5	Implementación + formación: \$150 000	3	15	Costos por formación y seguimiento: \$300	9	45	Costos por tiempo destinado: \$200	10	50	Costos por formación y mallas nuevas: \$ 2 000	8	40	
Impacto en otros procesos	3	Menores tiempos por reprocesos en poscosecha, mayores rendimientos.	10	30	Menores tiempos en proceso de clasificación en poscosecha.	4	12	Menores tiempos en cosecha, transporte y poscosecha	4	12	Menores tiempos en proceso de clasificación en poscosecha	5	15	
Total			169	Total			177	Total			182	Total		185

Elaborado por: La autora

Los resultados de la Tabla 28. muestran que la estrategia con mayor puntuación fue la estrategia D, es decir, “Mejorar la calidad de enmallado” con un valor total de 185 puntos, seguida por “Mejorar la calidad de las mallas” con 182, “Reducir la presión entre mallas del proceso de transporte” con 177 y “Mejorar el proceso de transporte”, es decir, automatizar el proceso con 169 puntos.

Estos resultados generados reflejan las medidas que se tomarán para mejorar la calidad de acuerdo a la realidad y capacidad actual de la empresa para implementar mejoras. Si se observa la Tabla 28., mejorar el proceso de transporte a través de su automatización es la estrategia que generará mayor reducción de defectos y mayor impacto para otros procesos. Pero es ésta la que implica mayor coste y tiempo de implementación.

Sin duda alguna, automatizar el proceso de transporte es la mejor estrategia que conviene ejecutar dentro de la empresa, pues así lo demostró también el análisis modal de efectos y fallas (véase Tabla 27.) pero, debido al alto coste que ésta implica, para el desarrollo de este proyecto se tomaron como soluciones las estrategias B, C y D.

5.4.3 DESCRIPCIÓN DE MEJORAS

Los planes de acción propuestos se los ejecutaron con el apoyo directo del área de producción, es decir, jefes de cultivo y jefe de poscosecha colaboraron con personal de sus áreas para el desarrollo de las diferentes actividades.

5.4.3.1 MEJORA DE LA CALIDAD DE LAS MALLAS (ESTRATEGIA C)

Para el proceso de mejora, se inició eliminando mallas que tenían totalmente destrozada su parte superior (lugar donde se encuentra la lámina de polilón que protege el botón) y mallas que tenían completamente dañada su parte inferior.



Figura 33. Mallas plásticas rotas.

Fuente: Rose Connection

Durante varios días personal de poscosecha fue destinado a escoger y separar estas mallas, así como también, a cortar y separar aquellas mallas con daño que tenían la posibilidad de ser recicladas para ser utilizadas en el proceso de doble malla a implementar.



Figura 34. Personal de poscosecha eliminando mallas plásticas dañadas.

Fuente: Rose Connection

Aquellas mallas que tenían algún daño en su parte inferior fueron cortadas para luego volver a ser utilizadas en el proceso normal de cosecha.



Figura 35. Trabajadora de poscosecha cortando mallas plásticas rotas.

Fuente: Rose Connection

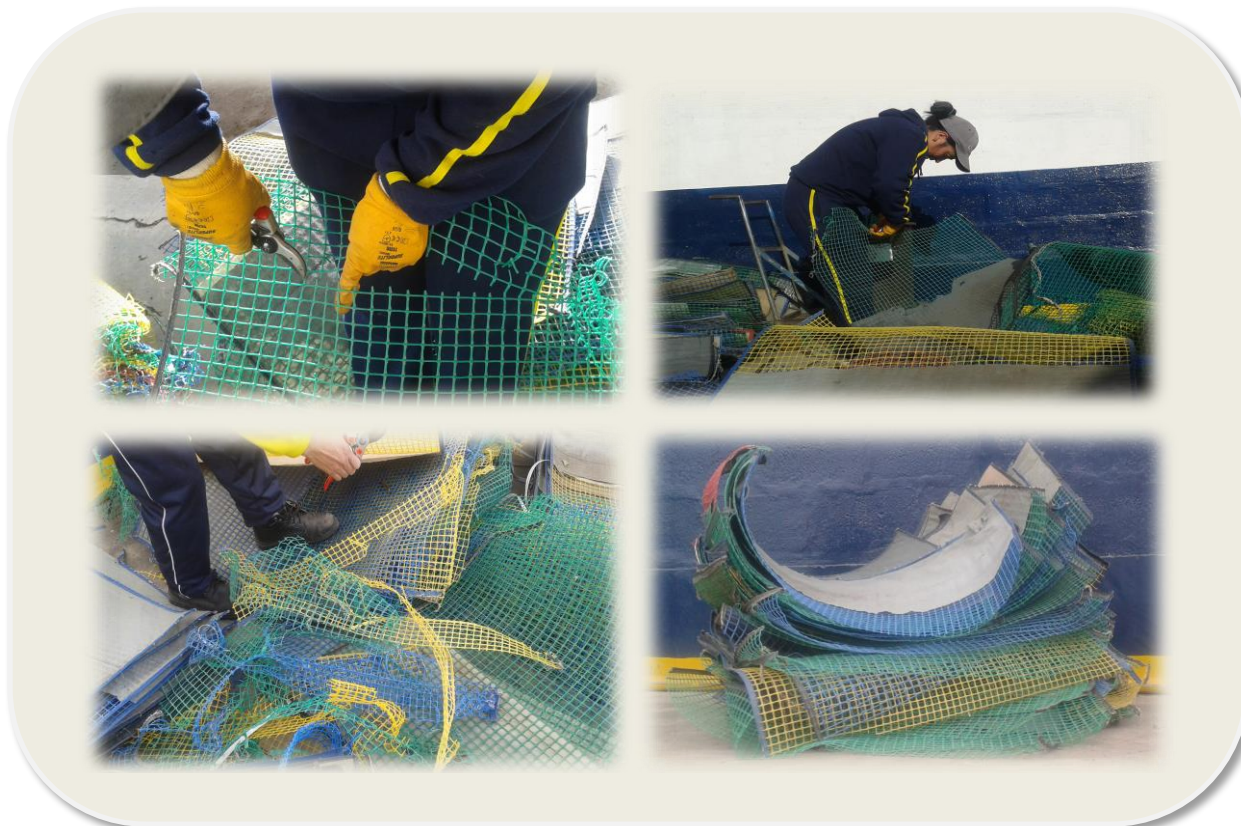



Figura 36. Trabajadora de poscosecha cortando mallas destinadas a ser recicladas.

Fuente: Rose Connection

5.4.3.1.1 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO Y RENOVACIÓN DE MALLAS

Con el objetivo de que la eliminación de mallas realizada sea una actividad ejecutada con determinada frecuencia, se elaboró un cronograma de mantenimiento preventivo que planifique y asegure la realización de este tipo de actividades. Dentro de este mismo plan de trabajo, se plasmó la necesidad de renovar casetas de enmalle y coches utilizados para corte de flor.

Tabla 29. Cronograma de actividades de mantenimiento preventivo - cultivo Rose Connection.

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - CULTIVO			Pág. 1 de 1
Elaborado por: Rosa Matute		Aprobado por: Ing. José Báez		Fecha: 01-03-2016	
DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	LUGAR	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
Mallas de flor	Seleccionar y separar mallas dañadas.	Mensual	Recepción-poscosecha	Jefe de poscosecha y jefes de cultivo	Durante esta actividad se procederá además a fumigar mallas para prevención de enfermedades.
	Seleccionar, separar y cortar mallas posibles a reutilizar y reciclar.	Cada dos meses	Recepción-poscosecha	Jefe de poscosecha y jefes de cultivo	Actividad a ejecutar con el apoyo de personal operativo de poscosecha.
	Adquirir mallas nuevas.	Anual	Compras - proveedor	Jefe de poscosecha y jefe de producción	Analizar previamente las longitudes actuales por variedad, para según ello, no ribetear en una sola medida de 1 m. las mallas. El objetivo es disponer de varias medidas estándar que eviten colocar doble malla para aquellos tallos que quedan por fuera de ella.
Casetas de enmalle	Cambio de carton plas.	Trimestral	Cultivo	Jefe de producción, jefes de cultivo y jefe de mantenimiento	Se basará de acuerdo a una planificación por zona de trabajo. Se renovarán únicamente aquellas casetas que se encuentran completamente deterioradas o sucias.
Coches de flor	Cambio de carton plas.	Trimestral	Cultivo	Jefe de producción, jefes de cultivo y jefe de mantenimiento	De acuerdo a una planificación por zona de trabajo.
Nota: En caso de que alguna caseta de enmalle o coche de flor se encuentren en condiciones no aptas para trabajar, se deberá realizar el mantenimiento correctivo correspondiente inmediato.					

Elaborado por: La autora

Este plan de mantenimiento será debidamente controlado mediante los registros correspondientes y con el personal asignado para la actividad.

5.4.3.2 MEJORA DE LA CALIDAD DE ENMALLADO DE LA FLOR (ESTRATEGIA D)

Como se miró en la Figura 30. y en la Tabla 27., una de las causas potenciales que genera botones desnivelados en las mallas y en su consecuencia maltrato en la flor, es que los tallos queden por fuera de la malla una vez que estos son enmallados.

Mediante la identificación de posibles soluciones que se refleja en el diagrama de árbol de la Figura 32., se llegó a la conclusión que durante el proceso de enmallado se deberá colocar doble malla en aquellas mallas que una vez que los tallos han sido enmallados estos queden por fuera de ella. Es decir, aquellos tallos que sobrepasen la medida de media tijera (referencia de medida de tijera felco utilizada para proceso de corte) o 10 cm por fuera de la malla, deberán ser enmallados con una segunda malla. Aquellos que no sobrepasen esta medida podrán ser enviados sin ningún problema a poscosecha.



Figura 37. Mallas de flor con doble malla para tallos por fuera de ella.

Fuente: Rose Connection

El fin es que los tallos queden protegidos en su totalidad y no se genere maltrato en la flor.

Por lo tanto, bajo ningún motivo los tallos deben quedar por fuera de la malla y de ser el caso, de acuerdo al parámetro establecido, estos deben ser cubiertos por otra malla. Es por este motivo, que durante el proceso de separar las mallas dañadas se decidió reciclar algunas de ellas y destinarlas a ser usadas como doble malla en el subproceso de enmallado.

Con apoyo directo de cada jefe de área y de supervisores se capacitó a todo el personal operativo de cosecha sobre el nuevo cambio en el proceso de enmallado y se informó sobre su importancia de ejecutarlo de manera diaria y habitual.



Figura 38. Mallas de flor antes y después del proceso de mejora.

Fuente: Rose Connection

Como muestra la Figura 38., antes de la implementación de esta mejora, desde el área de cultivo se enviaban a poscosecha mallas de flor con tallos fuera de ella, lo que provocaba que unos tallos sobresalieran en otros durante el proceso de transporte generando maltrato en la flor. Una vez que se inició con el cambio en el subproceso de enmallado, las mallas de flor empezaron a llegar a poscosecha cubiertas de doble malla en aquellas que era necesario su uso.

Este cambio en el proceso fue implementado dentro del procedimiento general de cosecha y detallado de manera escrita dentro del mismo, los cuales se detallan posteriormente.

5.4.3.3 REDUCCIÓN DE PRESIÓN ENTRE MALLAS EN EL PROCESO DE TRANSPORTE (ESTRATEGIA B)

A través de la lluvia de ideas realizada en la identificación de soluciones, se concluyó que la presión existente entre mallas al transportar la flor se debe principalmente al número de mallas que se colocan por tina de hidratación. Además de que, por condiciones propias del transporte, (caminos inestables) las mallas de flor durante el proceso de transporte tienden a golpearse unas contra otras por el movimiento del tractor provocando maltrato en la flor.

Número de mallas de flor por tina de hidratación

Dentro de la lista de variedades existentes en la finca, cada una se caracteriza por diferente grosor y tamaño de botón. Considerando que al momento de transportar la flor se mezclan unas variedades con otras provocando presión entre mallas y generando maltrato en la flor, se trabajó con la variable grosor del botón, para según este parámetro determinar el número de mallas por tina a transportar.

Inicialmente, para obtener una medida de referencia para cada tipo de grosor de botón, es decir: pequeño, mediano y grande, se consultó con jefes de cultivo y jefe de poscosecha, y de acuerdo a opiniones y datos proporcionados por poscosecha se determinó que:

Tabla 30. Categorización de tipo de grosor de botón de acuerdo a rango de medición.

GROSOR DEL BOTÓN	
Descripción	Rango (cm)
Pequeño	< = 4,1
Mediano	4,2 a 4,6
Grande	4,7 a más

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

En base a esta categorización inicial de la Tabla 30. y a la información proporcionada de grosor de botón de cada variedad, se clasificó a cada una de ellas dentro de los grupos: grande, mediano y pequeño que se visualiza en la Tabla 31. Esta categorización permitió definir el número de mallas a transportar por tina de hidratación.

Es importante mencionar que la información obtenida en la Tabla 30. y en la Tabla 31. es parte de un diagnóstico inicial y que es utilizada como referencia, razón por la que debe ser actualizada cada cierto tiempo, pues la variabilidad del grosor del botón se acredita a un sin número de factores externos.

Tabla 31. Clasificación de variedades de acuerdo al tipo de grosor de botón.

GROSOR	VARIEDAD	GROSOR	VARIEDAD
GRANDE	3 D	PEQUEÑO	CHECK MATE
	CHERRY BRANDY		CHERRY OH
	EXPLORER		EARLY GRAY
	GARDEN SPIRIT		ENGAGEMENT
	IGUAZÚ		FLORIDA
	WITHE CHOCOLATE		FREEDOM
MEDIANO	ANGELS		HIGH&BONITA
	ESPAÑA		HIGH&MAGIC
	HERMOSA		HIGH&ORANGE MAGIC
	HIGH GORGEOUS		HIGH&YM FLAME
	HOT SHOT		HOT MERENGUE
	LA PERLA		IGUANA
	LIMONADE		KAHALA
	MONDIAL		MAGIC LIPS
	PAINT BALL		MALU
	PINK FLOYD		MARTINA
	POLAR STAR		MOVIE STAR
	PROUD		MYA
	SEÑORITA		NINA
	SHUKRANI		ORANGE CRUSH
	TITANIC		QUEEN BERRY
TURTLE	RASBERRY ICE		
ZAFIRA	STAR DUST		
PEQUEÑO	ALBA		SWEETNESS
	BLACK MAGIC		TOPAZ
	BLUEBERRY		TOUCH OF CLASS
	BLUSH		TUTTI FRUTTI
	BRIGHTON	VENDELA	
	CARROUSEL	WILD TOPAZ	

Elaborado por: La autora

Con la información de la Tabla 31., durante varios días se realizaron pruebas y evaluaciones en tinas de hidratación de las estaciones de enmalle y en tinas de transporte, llegando a la conclusión que el número de mallas por tina dependerá del tipo de grosor de botón de la variedad, es decir:

Tabla 32. Número de mallas de flor por tina de hidratación de acuerdo al grosor de botón.

Variedades con grosor de botón	Número de mallas por tina
Grande	4
Mediano	5
Pequeño	6

Elaborado por: La autora

Lo descrito en la Tabla 32. será aplicable siempre que se coloquen variedades de un mismo tipo de grosor en una sola tina de hidratación. Para el caso de mezclar medidas se permitirá un máximo de 5 mallas de flor por tina.



Figura 39. Mallas de variedad Iguana colocadas por 6 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.

Fuente: Rose Connection

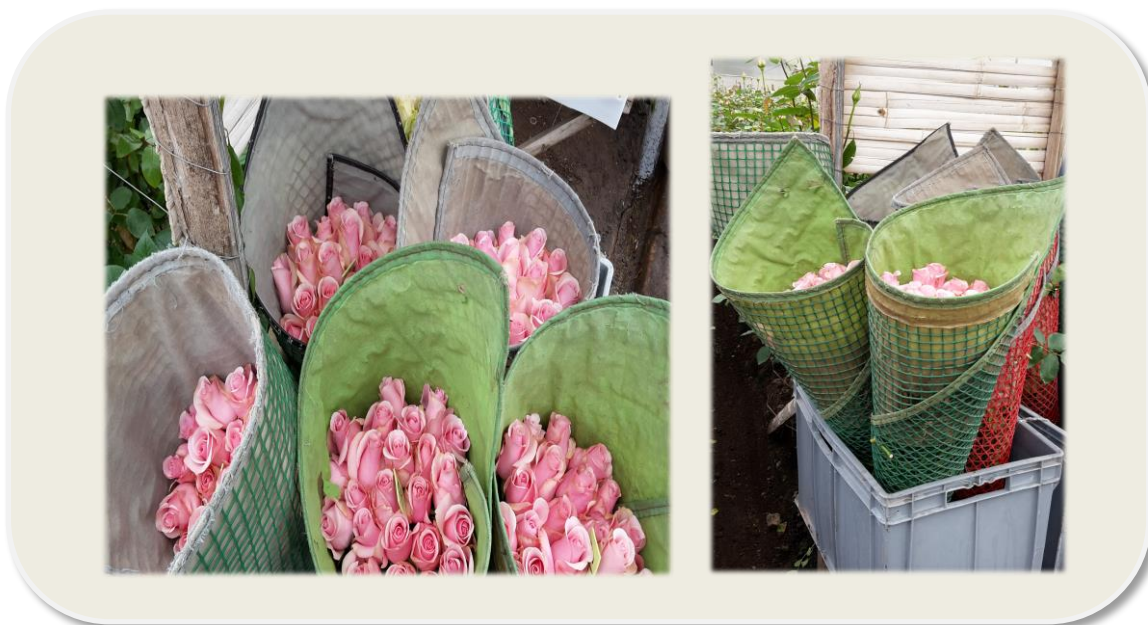


Figura 40. Mallas de variedad Titanic colocadas por 5 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.

Fuente: Rose Connection



Figura 41. Mallas de variedad Explorer colocadas por 4 en tinas de hidratación en caseta de enmalle.

Fuente: Rose Connection

Este estándar establecido de número de mallas por tina de hidratación fue implementado dentro del procedimiento general de transporte y en el procedimiento de cosecha como una norma interna a cumplir y ejecutar, pues este también debe ser ejecutado en el subproceso de

hidratación de cultivo, con el fin de no aglomerar las mallas de flor y provocar maltrato en esta área.



Figura 42. Antes y después de la mejora implementada en el subproceso de hidratación en cultivo.

Fuente: Rose Connection

Claramente la Figura 42. muestra que antes de implementar el parámetro de número de mallas por tina de hidratación en el proceso de cosecha, se colocaban de 8 hasta 10 mallas por tina, lo que provocaba la presión entre botones de cada malla de flor generando maltrato.

Como a través de esta mejora se redujo la aglomeración de mallas mencionada, el área de cultivo se vio en la necesidad de colocar más tinajas de hidratación en aquellas casetas donde determinadas variedades tienen mayor productividad y generan mayor número de mallas por hora. Algunas de las tinajas fueron dispuestas desde bodega y otras solicitadas bajo el proceso de compras.

En cuanto a la lista de variedades con mayor susceptibilidad a maltrato obtenidas en el análisis de Pareto de la Figura 26., se implementó ésta como norma interna de calidad dentro de los procesos de cosecha y de transporte, misma que debe ser cumplida y ejecutada.

5.4.4 ANÁLISIS DE MEJORAS

5.4.4.1 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO DESPUÉS DE MEJORAS, RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO

Para el análisis de estos indicadores se tomó nuevamente una muestra de tamaño $n = 372$ en el área de recepción de poscosecha con el fin de analizar la presencia de flor maltratada dentro de las mallas de 25 tallos. Los datos obtenidos se encuentran en la Tabla 33.

Tabla 33. Datos para análisis de capacidad: botones con daño mecánico en mallas de flor después de mejoras.

Muestra	Subgrupos (mallas de flor de 25 botones)				Total botones maltratados	Muestra	Subgrupos (mallas de flor de 25 botones)				Total botones maltratados
	1	2	3	4			1	2	3	4	
1	1	0	1	0	2	48	0	2	1	0	3
2	2	0	0	0	2	49	0	0	3	1	4
3	3	0	1	1	5	50	2	0	0	1	3
4	1	2	0	2	5	51	0	1	1	0	2
5	0	0	0	2	2	52	1	0	0	1	2
6	0	1	2	1	4	53	0	2	0	4	6
7	0	1	0	5	6	54	4	2	0	2	8
8	0	2	0	1	3	55	1	0	1	0	2
9	1	0	1	0	2	56	1	0	0	6	7
10	0	2	0	1	3	57	2	1	0	2	5
11	0	0	2	2	4	58	0	0	4	2	6
12	0	2	0	2	4	59	2	5	0	0	7
13	0	1	0	4	5	60	0	0	1	1	2
14	0	0	1	0	1	61	2	2	1	1	6
15	0	2	0	0	2	62	0	2	1	0	3
16	2	0	0	1	3	63	1	0	3	0	4
17	2	2	1	1	6	64	0	0	0	0	0
18	0	3	0	2	5	65	0	0	1	4	5
19	0	2	3	0	5	66	1	1	2	0	4
20	1	0	5	0	6	67	0	2	0	3	5
21	5	1	0	2	8	68	0	4	1	0	5
22	0	0	0	0	0	69	0	3	0	1	4
23	1	0	2	4	7	70	4	0	2	4	10
24	0	0	4	0	4	71	0	1	2	0	3
25	2	1	0	1	4	72	1	2	4	1	8
26	2	0	1	0	3	73	1	5	0	0	6

27	3	4	0	0	7	74	3	2	1	0	6
28	1	1	0	3	5	75	1	3	1	2	7
29	0	0	3	1	4	76	0	1	4	0	5
30	0	2	2	0	4	77	0	1	0	3	4
31	1	2	0	2	5	78	2	0	1	0	3
32	0	3	1	0	4	79	0	1	0	0	1
33	2	3	0	0	5	80	4	3	1	0	8
34	0	0	0	0	0	81	2	2	3	2	9
35	0	0	4	2	6	82	0	4	0	1	5
36	2	4	0	0	6	83	4	0	0	0	4
37	4	2	2	3	11	84	1	0	0	2	3
38	0	0	0	0	0	85	0	1	1	1	3
39	3	0	1	0	4	86	0	0	2	0	2
40	1	5	0	1	7	87	0	2	0	0	2
41	6	0	2	0	8	88	4	2	0	1	7
42	2	0	2	1	5	89	0	2	0	3	5
43	4	1	2	1	8	90	1	0	2	0	3
44	3	1	0	1	5	91	2	0	1	2	5
45	0	2	0	3	5	92	4	0	1	4	9
46	2	1	0	0	3	93	0	2	0	0	2
47	0	0	0	0	0	TOTAL BOTONES MALTRATADOS					416

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

A través del uso de una gráfica de control NP que se muestra en la Figura 43., se obtuvo el correspondiente análisis de los datos.

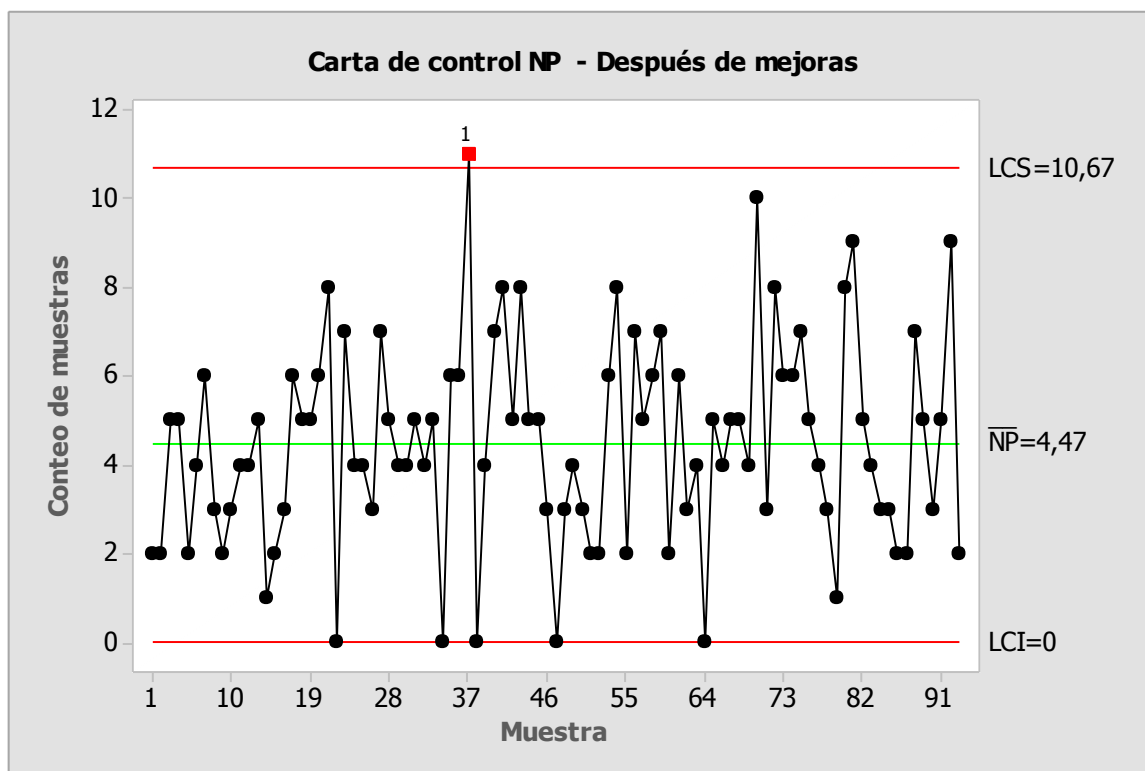


Figura 43. Carta de control NP: flor con daño mecánico por malla después de mejoras.

Elaborado por: La autora

Los resultados de la Figura 43. muestran que en este análisis se obtuvo un promedio de 4,47 botones maltratados de cada 100 inspeccionados y que sus límites central superior y central inferior corresponden a 10,67 y 0 respectivamente.

De igual manera, se observa que durante el desarrollo del proceso se generó cierta inestabilidad que provocó un punto por fuera del límite central superior, siendo éste el de la muestra 37. Además de éste, varios puntos dentro de la gráfica se encuentran en el límite central inferior, es decir, varias de las muestras tomadas no reflejaron maltrato en sus botones.

En cuanto a la proporción promedio de defectuosos \bar{p} , se obtuvo:

$$\bar{p} = \frac{416}{(100 * 93)} = 0,044$$

Esta proporción promedio de defectuosos representa porcentualmente el 4,4% de botones maltratados por cada 100 botones inspeccionados. Utilizando nuevamente la tabla del índice de capacidad potencial Cp en términos de piezas malas del Anexo B.3, se observa que de acuerdo al porcentaje de 4,4%, el índice Cp se encuentra entre 0,6 a 0,7.

Con estos resultados y según los valores de Cp del Anexo B.1, el proceso pasó de tener una categoría tipo 4 a una categoría tipo 3, pero aún sigue siendo un proceso no adecuado para el trabajo, es decir, es necesario un análisis del mismo y de modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria.

Para obtener el límite central y los límites central superior e inferior para una sola malla de 25 botones, se reemplazó la información en las fórmulas correspondientes:

- Límite central superior

$$LCS = 25(0,044) + 3\sqrt{25(0,044)(1 - 0,044)} = 4,18$$

- Límite Central

$$LC = 25 * 0,044 = 1,1$$

- Límite central inferior

$$LCI = 25(0,044) - 3\sqrt{25(0,044)(1 - 0,044)} = -1,98$$

Para el caso, el promedio de botones con daño mecánico por malla corresponde a 1,1 y a un límite de control superior de 4,18. Al no poder ser un número negativo el límite central inferior sigue siendo 0. Con esto, claramente se evidencia que los límites de control se ajustaron debido a las mejoras realizadas.

Bajo el mismo concepto de Distribución Binomial se realizó el análisis de capacidad correspondiente obteniendo la gráfica que se muestra en la Figura 44.

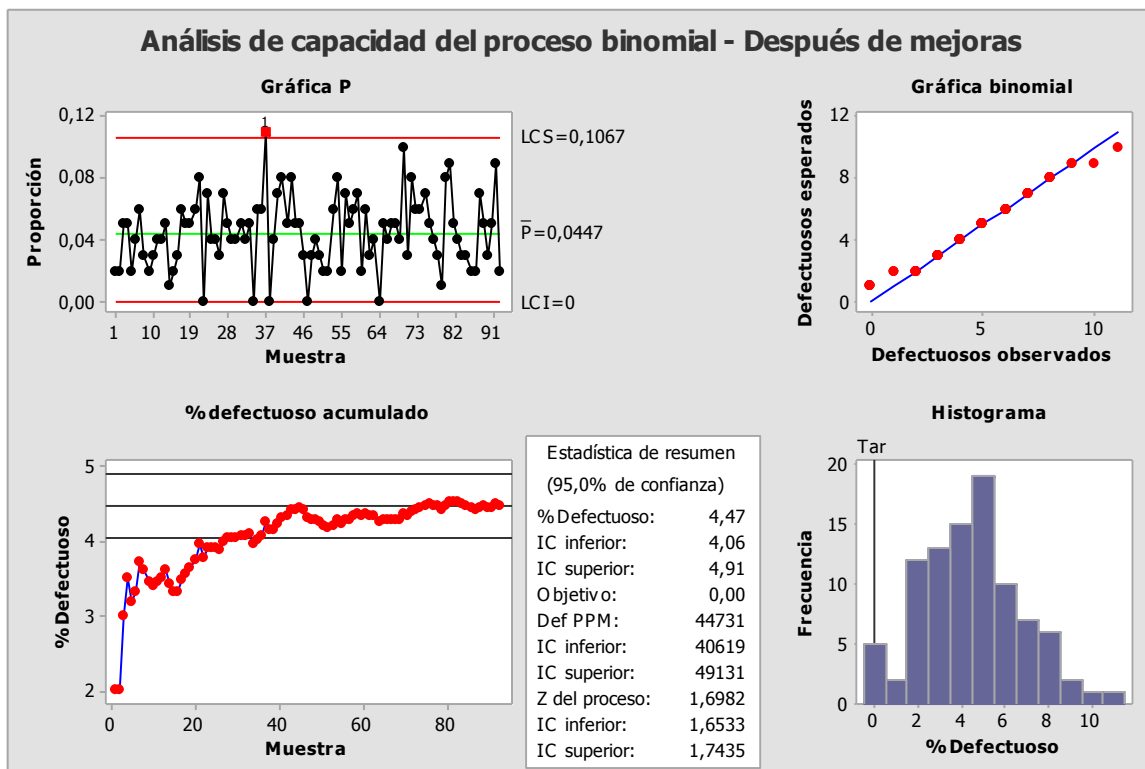


Figura 44. Análisis de capacidad bajo distribución binomial: flor con daño mecánico por malla después de mejoras.

Elaborado por: La autora

El histograma de la Figura 44. muestra que después de las mejoras aún existe variabilidad pero que se logró mejorar el centrado del proceso. El nivel Z del proceso obtenido es igual a 1,69 y un total de partes por millón fuera de especificaciones igual a 44 731. Esto significa que, de acuerdo a la tabla del Anexo B.2, el nivel sigma del proceso es igual a 3,12 y un rendimiento mejorado de 94,79%.

En cuanto al índice de inestabilidad se obtuvo:

$$S_t = \frac{1}{93} * 100 = 1,07 \%$$

El resultado refleja que todavía existe un proceso categorizado como tipo D, lo que significa un proceso incapaz con una estabilidad relativamente buena.

5.4.4.2 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DEL PROCESO Y NIVEL SIGMA DEL PROCESO DESPUÉS DE MEJORAS, RESPECTO A LOS ATRIBUTOS: FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA

En cuanto a la evaluación de defectos, se evaluaron mallas de flor después de las mejoras implementadas. Éstas fueron evaluadas bajo el mismo procedimiento y tamaño de muestra del primer análisis. Los datos obtenidos se encuentran en la Tabla 34.

Tabla 34. Datos para análisis de capacidad de defectos después de mejoras.

Muestra	Defectos	Muestra	Defectos	Muestra	Defectos
1	1	22	3	43	6
2	2	23	1	44	4
3	3	24	0	45	2
4	1	25	1	46	5
5	2	26	2	47	2
6	2	27	4	48	1
7	4	28	2	49	5
8	2	29	3	50	1
9	4	30	6	51	1
10	1	31	1	52	3
11	2	32	5	53	5
12	4	33	3	54	2
13	1	34	4	55	3
14	1	35	2	56	3
15	3	36	1	57	1
16	2	37	0	58	4
17	4	38	4	59	1
18	1	39	2	60	2
19	5	40	3	61	4
20	2	41	4	62	3
21	3	42	3	Total	162

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Utilizando una gráfica de control C, se obtuvo:

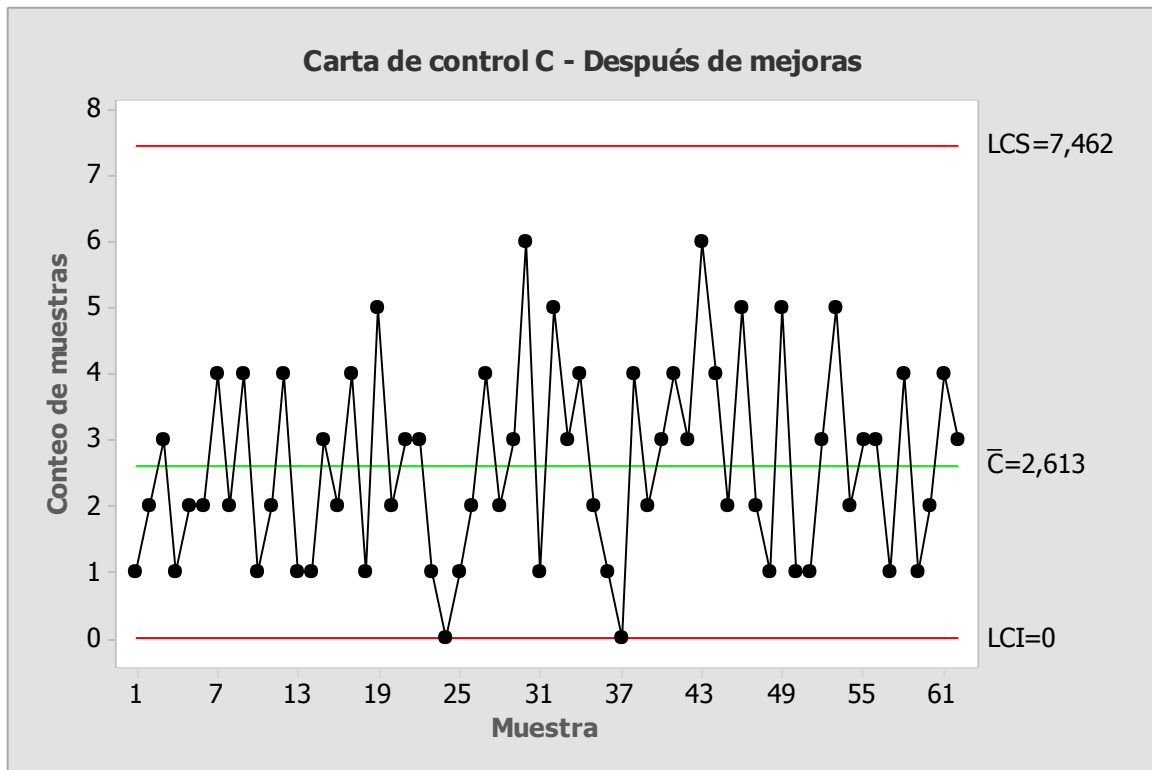


Figura 45. Carta de control C: número de defectos por malla después de mejoras.

Elaborado por: La autora

Los límites de control resultantes muestran que se obtuvo un promedio de 2,61 defectos por cada 6 mallas evaluadas, y que se espera obtener de 0 a 7,46 defectos por subgrupo. Calculando el número de defectos por malla se consiguió:

- Límite de control superior

$$LCS = 1,24$$

- Límite central

$$LC = 0,43$$

- Límite central inferior

$$LCI = 0$$

Esto significa que por cada malla se consiguió un promedio de 0,43 defectos. Realizando el análisis de capacidad correspondiente se obtuvo:

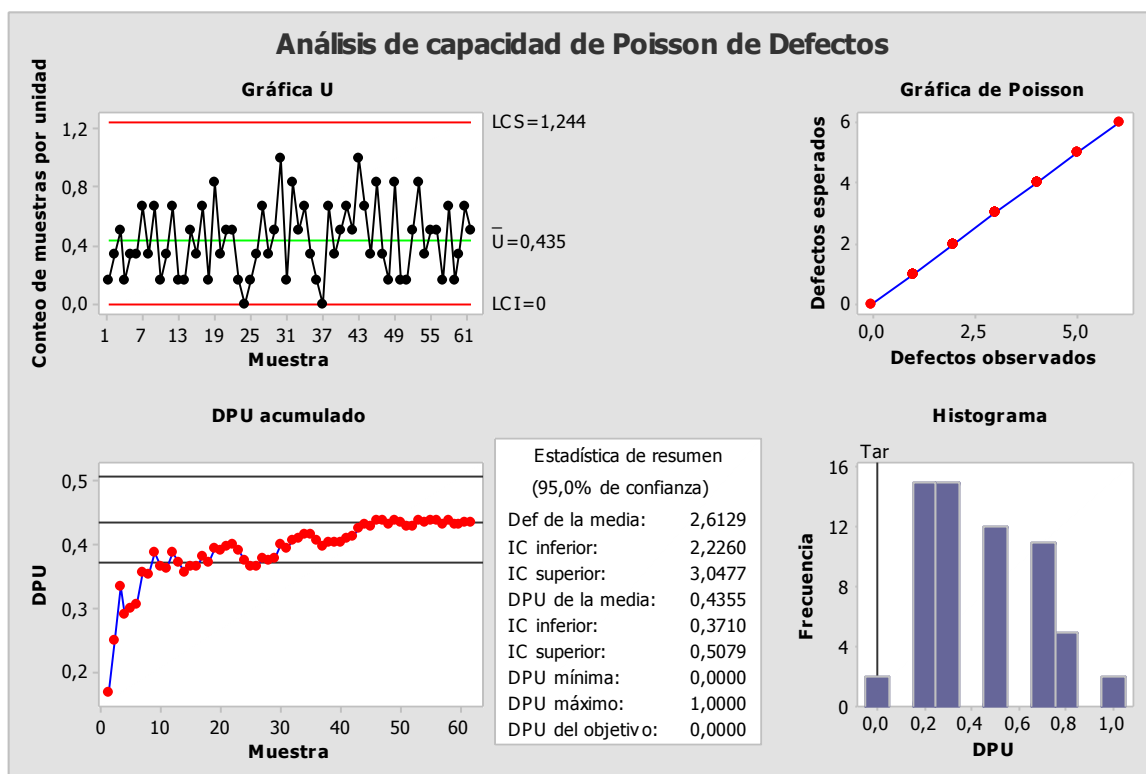


Figura 46. Análisis de capacidad bajo distribución de Poisson: número de defectos por malla después de mejoras.

Elaborado por: La autora

La Figura 46. muestra que se obtuvo un $DPU = 0,43$, es decir, un promedio de 0,43 defectos por unidad o malla de flor. Para determinar el nivel sigma del proceso se calculó el rendimiento (Yield) Y del proceso, resultando así:

$$Y = (2,7183)^{-0,43} = 0,6505$$

$$DISTR. NORM. ESTAND. INV(0,6505) = 0,3866$$

Y mediante la función de Excel se obtuvo el nivel de sigmas de largo plazo del proceso igual a 0,3866. Con el fin de conocer el número de sigmas del proceso se determinó:

$$Z_c = 0,38 + 1,5 = 1,88$$

De acuerdo con el Anexo B.2, para el nivel sigma obtenido, 1,88 le corresponde un nivel de DPMO = 354 350 y un rendimiento de 64,56%. En cuanto al índice de capacidad potencial Cp del proceso fue:

$$Cp = \frac{1,88}{3} = 0,62$$

Con una capacidad potencial resultante de 0,62 y con ayuda del Anexo B.1, se concluyó que a pesar de las mejoras realizadas todavía se encontró un proceso de categoría 4, es decir, que no es adecuado para el trabajo y que requiere de modificaciones muy serias.

5.4.4.3 RESUMEN DE INDICADORES DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

La mejora obtenida en el proceso se ve reflejada en cada uno de los indicadores que se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35. Resumen de indicadores del proceso después de la implementación de mejoras.

INDICADORES DESPUÉS DE MEJORAS							
Atributo: Flor sin daño mecánico				Atributo: Flor nivelada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica			
Cada 100 botones inspeccionados		Cada 25 botones inspeccionados (una malla)		Cada 6 mallas inspeccionadas		Cada malla inspeccionada	
\bar{p}	0,044	\bar{p}	0,044	\bar{c}	2,61	DPU	0,43
LCS	10,67	LCS	4,18	LCS	7,46	LCS	1,24
LC	4,47	LC	1,1	LC	2,61	LC	0,43
LCI	0	LCI	0	LCI	0	LCI	0
Cp	0,6 a 0,7	Nivel σ	3,12	Cp	0,62	Nivel σ	1,88
Z	1,69	Rendimiento	94,79%	Z_L	0,38	Y	65,05%
PPM	44 731	S_t	1,07%	DPMO	354 350	S_t	0,00%

Elaborado por: La autora

5.4.4.4 PRODUCTIVIDAD FINAL

5.4.4.4.1 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL DESPUÉS DE MEJORAS

Una vez que se implementaron las mejoras se evaluaron los datos de producción de un mes después de que éstas se efectuaron y desarrollaron. Los datos recopilados se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36. Datos de producción y costos después de la implementación de mejoras.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Producción bruta	1 440 475
Tallos No conformes (flor nacional)	174 550
Tallos No conformes por maltrato	19 205
Tallos Exportables	1 421 270
Costos Materia Prima (\$)	86 910
Costos Mano Obra (\$)	157 573
Costos Indirectos de Fabricación (\$)	144 258
Precio promedio por tallo (\$)	0,36

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Con estos valores y reemplazando en la fórmula correspondiente se obtuvo:

$$Productividad\ multifactorial = \frac{1\ 421\ 270 * 0,36}{157\ 573 + 86\ 910 + 144\ 258}$$

$$Productividad\ multifactorial = \frac{511\ 657,2}{388\ 741}$$

$$Productividad\ multifactorial = 1,32$$

Para este caso, después de las implementaciones generadas, el valor monetario de la producción es 1,32 veces el valor monetario de los recursos empleados para obtenerla.

En cuanto al margen de pérdidas económicas se trabajó con los datos de producción de este mes de evaluación.

Tabla 37. Datos de producción después de mejoras para análisis de pérdidas económicas.

DESCRIPCIÓN	VALOR
Producción bruta	1 440 475
Tallos No conformes por maltrato	19 205
Costos producción (\$)	388 741
Costo por tallo producido (\$)	0,27

Fuente: Rose Connection

Elaborado por: La autora

Reemplazando valores se obtuvo:

$$\text{Pérdidas económicas} = 19\,205 * 0,27$$

$$\text{Pérdidas económicas} = 5\,185,35 \$$$

Para este mes de análisis es evidente un margen de pérdidas menor al obtenido de manera inicial, así como también, que el costo por tallo producido se redujo a un valor de \$ 0,27.

5.5 CONTROLAR

Dentro de la etapa final de DMAMC, el objetivo fue mantener las mejoras generadas en el capítulo anterior, mediante mecanismos que aseguren el monitoreo del rendimiento del proceso y fundamentalmente impedir que los problemas detectados vuelvan a ocurrir.

5.5.1 ESTANDARIZACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO

Dentro de Rose Connection los procedimientos de cada proceso no se encuentran estandarizados, algunos de ellos no se han redactado y en su mayoría son llevados bajo el conocimiento y la práctica diaria. Es por esta razón que algunos trabajadores desconocen o confunden ciertos parámetros de los procesos.

Como parte fundamental y complementaria de las mejoras realizadas tanto en el proceso de cosecha como en el proceso de transporte, se elaboraron los procedimientos de cada uno de

ellos y mediante una socialización a jefes de cultivo y aprobación del jefe de producción se establecieron los procedimientos de cada uno de éstos. (Véanse Anexo E.1 y Anexo E.2)

5.5.2 MONITOREO DEL PROCESO

Para dar seguimiento formal a las mejoras implementadas, se sugirió un plan de control que consistió en mejorar los controles disponibles del proceso. Actualmente dentro del área de recepción de flor, el personal encargado de este proceso revisa mallas de flor, registra en un formato de control e informa a los supervisores o jefes de área sobre las novedades encontradas.

La propuesta de mejorar este control consistió en implementar instructivos de trabajo y hojas de verificación que permitan una mejor interpretación de la información, además de perfeccionar la manera de levantar los datos. Este último basado en un control estadístico mediante la utilización de gráficas de control.

Inicialmente, se elaboró el instructivo de trabajo del Anexo F.1 que será utilizado para los controles a ejecutar en el proceso de recepción de flor, esto con el objetivo de que el personal encargado del control tenga clara la actividad a desarrollar. Posterior a ello, y en base a los controles disponibles en este proceso, se elaboraron nuevos formatos de registro mediante la utilización de hojas de verificación.

Tabla 38. Límites de control para carta de control NP.

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	LÍMITE ACTUAL
Proporción promedio de defectuosos	$\bar{p} = \frac{\# \text{ defectuosos}}{\text{total inspeccionados}}$	0,044
Límite central superior	$LCS = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	4,18
Límite central	$LC = n\bar{p}$	1,1
Límite central inferior	$LCI = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$	0,0

Elaborado por: La autora

Para el control del número de botones con daño mecánico por malla se creó la hoja de verificación del Anexo F.3 y para el correspondiente análisis de la información se propuso trabajar con las cartas de control NP basada en atributos, para lo cual, como datos iniciales se propuso utilizar los límites de control obtenidos después de las mejoras (véase Tabla 38.).

A partir de éstos, se analizará el desempeño del proceso y se trabajará en evaluaciones posteriores a través de la carta de control NP que se ejemplifica en la Figura 47.

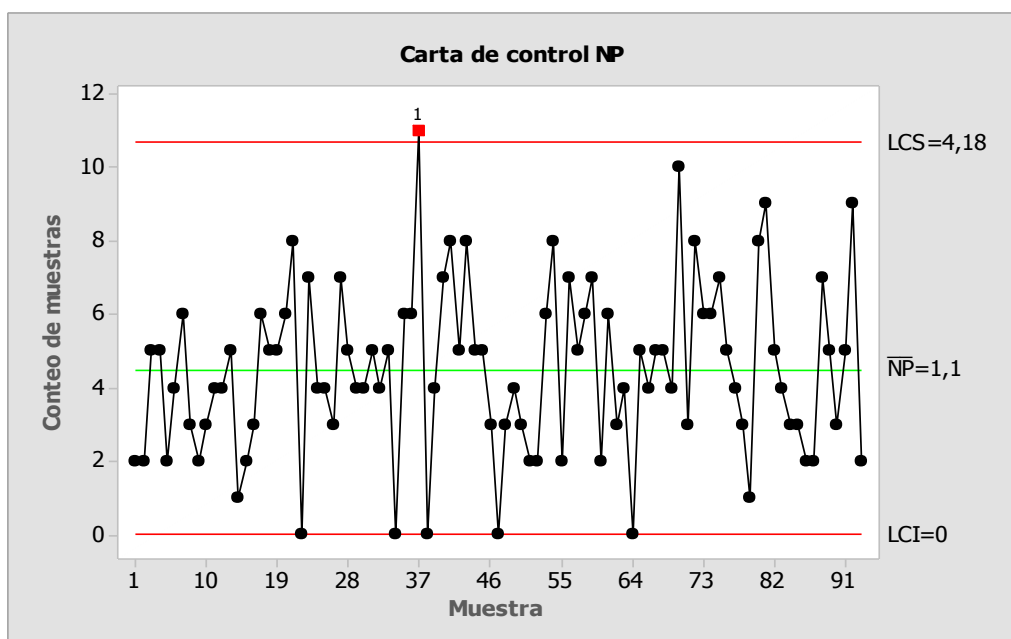


Figura 47. Carta de control NP de número de botones con daño mecánico por malla.

Elaborado por: La autora

De la misma manera, para el control de defectos en las mallas de flor, se generó la hoja de verificación del Anexo F.2. Como datos iniciales para esta carta, se trabajó con los límites de control obtenidos después de las mejoras implementadas de la Tabla 39. Y para el correspondiente análisis de la información se propuso trabajar con las cartas de control U (véase Figura 48.) que permitirán definir el número de defectos por unidad.

Tabla 39. Límites de control para carta de control U.

DESCRIPCIÓN	FÓRMULA	LÍMITE ACTUAL
Promedio de defectos por unidad	$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}}$	0,43
Límite central superior	$LCS = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	1,24
Límite central	$LC = \bar{u}$	0,43
Límite central inferior	$LCI = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	0,0

Elaborado por: La autora

Es importante mencionar que los datos de la Tabla 39. son únicamente en base a los defectos antes estudiados. Dentro de la hoja de verificación generada para este control se determinaron otros puntos a evaluar debido a los controles ya existentes.

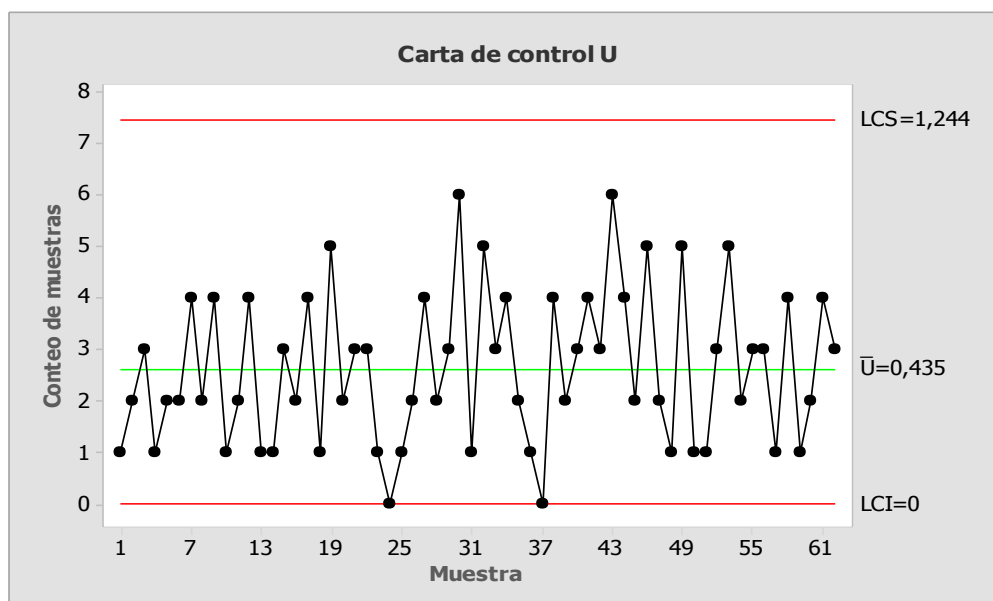


Figura 48. Carta de control U para número de defectos en una malla de flor.

Elaborado por: La autora

Es así, que mediante los procedimientos e instructivos de trabajo, hojas de verificación y el análisis de datos bajo gráficas de control implementadas dentro de esta fase, se finaliza la metodología de mejora de Seis Sigma, DMAMC.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CUADROS COMPARATIVOS ANTES Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC

Una vez implementada la metodología DMAMC con sus correspondientes mejoras en los procesos de cosecha y transporte, se obtuvieron los resultados detallados a continuación.

6.1.1 ESTABILIDAD, CAPACIDAD DE PROCESO Y NIVELES SIGMA ANTES Y DESPUÉS DE LAS MEJORAS

6.1.1.1 GRÁFICAS DE CAPACIDAD: ATRIBUTO FLOR SIN DAÑO MECÁNICO

Inicialmente se compararon los análisis de capacidad obtenidos de la Figura 49. y Figura 50.

ANTES

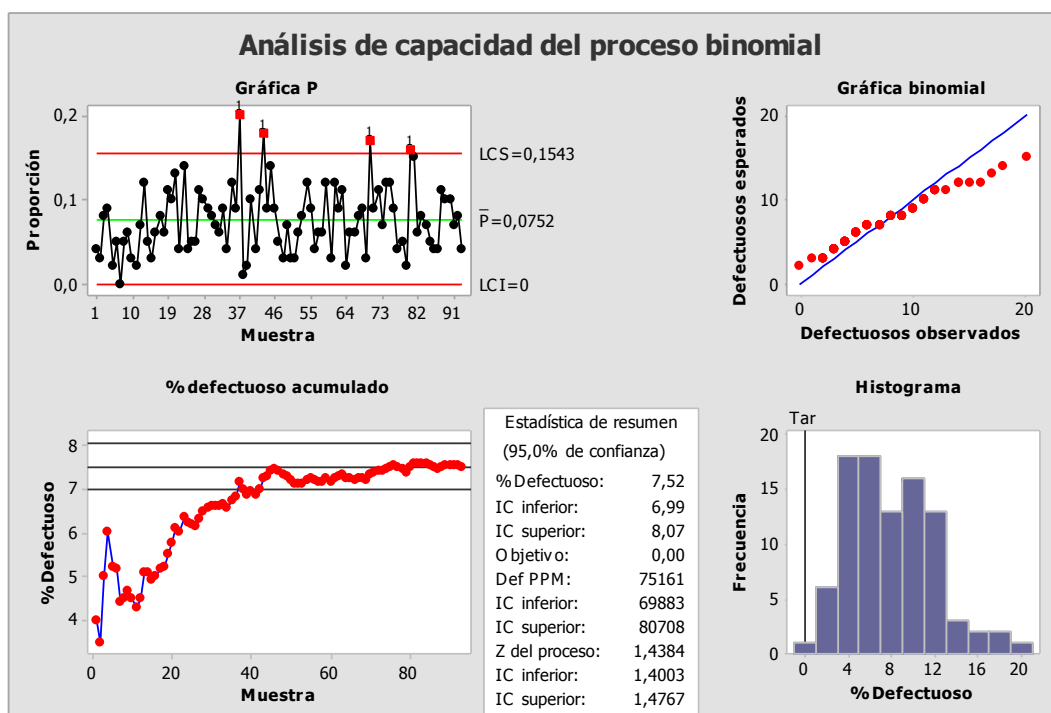


Figura 49. Análisis de capacidad del proceso bajo Distribución Binomial antes de la implementación de mejoras.

Elaborado por: La autora

DESPUÉS

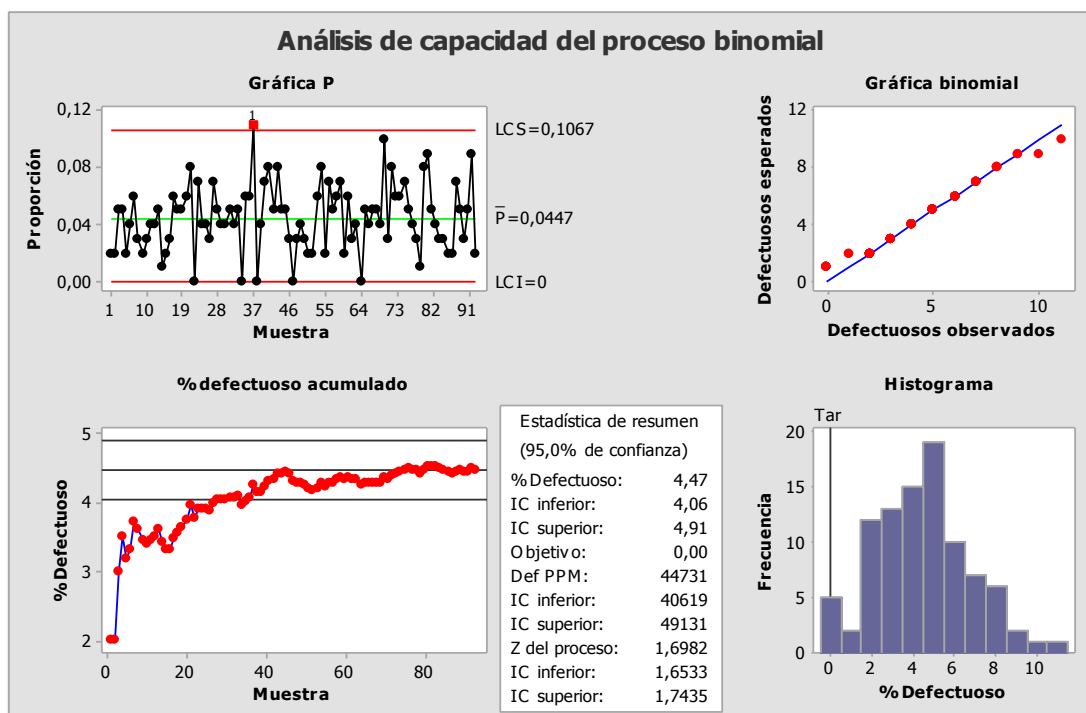


Figura 50. Análisis de capacidad del proceso bajo Distribución Binomial después de la implementación de mejoras.

Elaborado por: La autora

Como se puede observar en las gráficas de análisis de capacidad, una vez que se implementaron mejoras dentro del proceso, los límites de control de la carta P se ajustaron, es decir, de tener inicialmente una proporción promedio de 0,075 botones con maltrato por malla pasaron a un promedio de 0,044.

De la misma forma, se observa dentro del histograma que persiste la variabilidad del proceso pero se logró mejorar el centrado del mismo.

6.1.1.2 RESUMEN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS CON RESPECTO AL ATRIBUTO: FLOR SIN DAÑO MECÁNICO

Los indicadores que muestran las mejoras obtenidas se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Cuadro comparativo de indicadores del proceso con respecto al atributo flor sin daño mecánico, antes y después de la implementación de mejoras.

ANÁLISIS INICIAL		ANÁLISIS FINAL	
INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
\bar{p}	0,075	\bar{p}	0,044
LCS	15,43	LCS	10,67
LC	7,52	LC	4,47
LCI	0	LCI	0
Cp	0,5 a 0,6	Cp	0,6 a 0,7
Z	1,43	Z	1,69
Nivel σ	2,87	Nivel σ	3,12
PPM	75 161	PPM	44 731
Rendimiento	91,54%	Rendimiento	94,79%
S_t	4,30%	S_t	1,07%

Elaborado por: La autora

A través de la aplicación de DMAMC se lograron resultados satisfactorios para el proceso: el nivel sigma del proceso se incrementó de 2,87 a 3,12 lo que generó que la probabilidad de obtener flor libre de defectos cambie de 91,54% a una probabilidad de 94,79%. Esta mejora representó para el proceso una disminución de 75161 PPM defectuosas a un total de 44731 aproximadamente.

En cuanto a la estabilidad del proceso se observa una reducción del índice de inestabilidad, pues de representar un 4,3% antes de las mejoras realizadas, éste mejoró a un 1,07%, lo que significa que hubo menos causas especiales en el desarrollo del proceso.

6.1.1.3 GRÁFICAS DE CAPACIDAD: ATRIBUTOS FLOR NIVELADA O ALINEADA, ENMALLE CORRECTO DE FLOR Y CORRECTO AJUSTE CON FORMA CÓNICA

De igual manera, se comparó los análisis de capacidad obtenidos de la Figura 51. y Figura 52.

ANTES

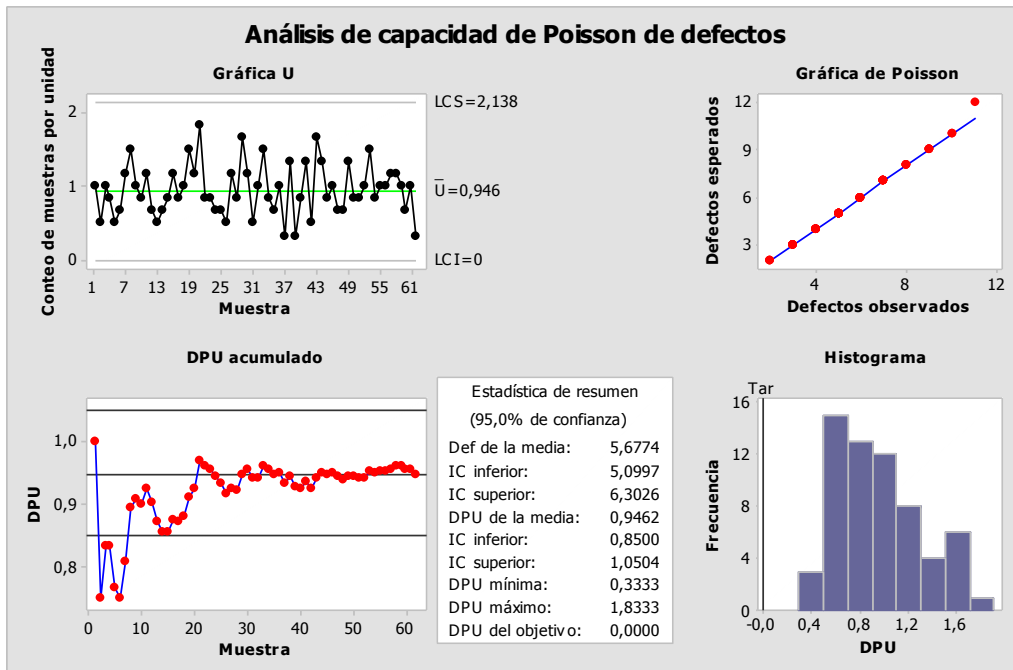


Figura 51. Análisis de capacidad de proceso bajo la Distribución de Poisson antes de la implementación de mejoras.

Elaborado por: La autora

DESPUÉS

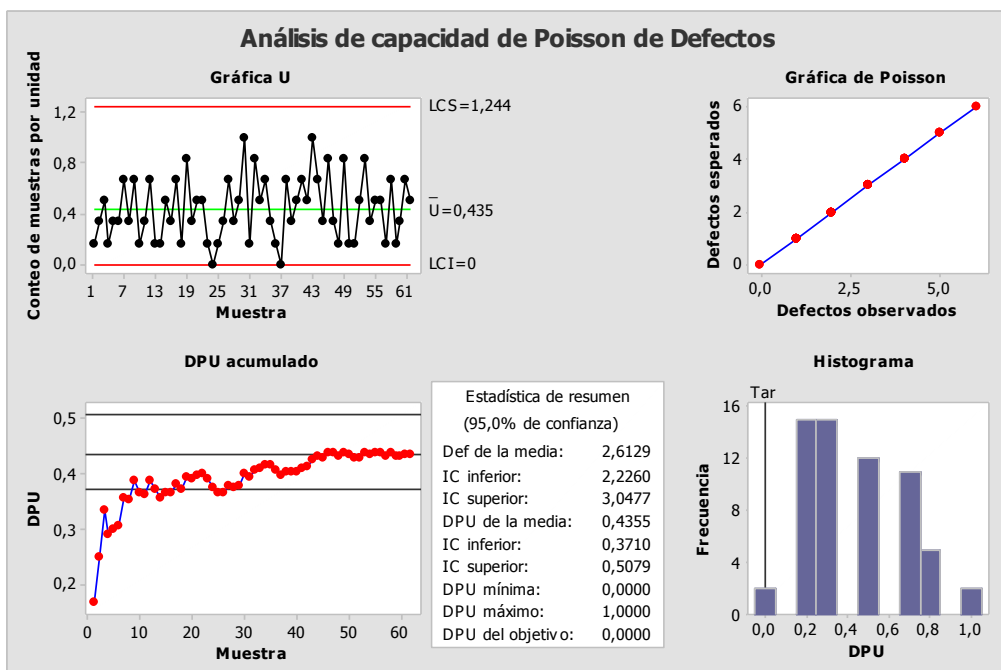


Figura 52. Análisis de capacidad del proceso bajo la Distribución de Poisson después de la implementación de mejoras.

Elaborado por: La autora

Para el análisis de estas gráficas se evidencia que los límites de control de la carta U también sufrieron un ajuste, es decir, de tener inicialmente un promedio de defectos por malla de flor de 0,94 pasaron a un promedio de 0,43. Así también, se observa dentro del histograma que persiste la variabilidad del proceso pero que se logró mejorar el centrado del mismo.

6.1.1.4 RESUMEN DE INDICADORES ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS CON RESPECTO AL ANÁLISIS DE DEFECTOS EN LAS MALLAS DE FLOR

Los indicadores que muestran las mejoras obtenidas se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41. Cuadro comparativo de indicadores del proceso con respecto a defectos presentes en las mallas de flor, antes y después de la implementación de mejoras.

ANÁLISIS INICIAL		ANÁLISIS FINAL	
INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
\bar{c}	5,68	\bar{c}	2,61
LCS	12,83	LCS	7,46
LC	5,68	LC	2,61
LCI	0	LCI	0
Cp	0,41	Cp	0,62
Z_L	-0,27	Z_L	0,38
Nivel σ	1,23	Nivel σ	1,88
DPMO	598 700	DPMO	354 350
Y (Yield)	39,06%	Y (Yield)	65,05%
S_t	0,00%	S_t	0,00%

Elaborado por: La autora

En cuanto al análisis de defectos presentes en las mallas de flor, también se lograron resultados positivos para el proceso a través de DMAMC: el nivel sigma del proceso se incrementó de 1,23 a 1,88 lo que generó que la probabilidad de obtener flor libre de defectos pase del 39,06%

a una probabilidad del 65,05%. Esta mejora representa para el proceso una disminución del DPMO de 598 700 a 354 350 unidades.

En cuanto a la estabilidad del proceso, en los análisis realizados antes y después de las mejoras no se observó ningún punto fuera de los límites de control que represente alguna causa especial generada en el desarrollo del proceso.

6.1.2 INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS

Finalmente, para analizar los índices de productividad obtenidos antes y después de las mejoras desarrolladas se elaboró la Tabla 42.

Tabla 42. Cuadro comparativo antes y después de la implementación de mejoras del índice de productividad multifactorial y margen de pérdidas económicas.

ANÁLISIS INICIAL		ANÁLISIS FINAL	
INDICADOR	VALOR	INDICADOR	VALOR
Productividad Multifactorial	1,24	Productividad Multifactorial	1,32
Pérdidas económicas (promedio mensual) (\$)	7 740,48	Pérdidas económicas (\$)	5 185,35

Elaborado por: La autora

Para conocer la evolución de la productividad después de las mejoras, se calculó su tasa de variación a través de la fórmula:

$$\Delta P = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} - 1 * 100$$

Reemplazando los datos correspondientes:

$$\Delta P = \frac{1,32}{1,24} - 1 * 100$$

$$\Delta P = 6,45 \%$$

Este resultado representa, que la relación entre el valor monetario de la producción y el valor monetario de los recursos empleados para obtenerla ha aumentado después de las mejoras implementadas en un 6,45%.

Con esto se concluye que el nivel de productividad inicial de Rose Connection incrementó una vez que se implementó la metodología de mejora de Seis Sigma, DMAMC y que el objetivo planteado de manera inicial fue cumplido.

CONCLUSIONES

- Se logró incrementar el nivel de productividad de la empresa mediante la aplicación de la metodología DMAMC, es decir, a través del análisis de las variables críticas de calidad y de las causas que provocan inestabilidad en el proceso, además de implementar soluciones para mejorar este indicador, alcanzando así, un incremento total del 6,45%.
- Se establecieron como parte inicial y elemental para el proyecto las correspondientes bases teóricas y científicas que fundamentan y conceptualizan la metodología DMAMC y cada una de sus herramientas de apoyo, la importancia de éstas y su valor para la aplicación de las diferentes fases que comprenden este sistema de mejora de Seis Sigma.
- Se describió de manera general la actividad económica de Rose Connection, el desarrollo y composición de su cadena productiva y de sus diferentes procesos relacionados al área de cultivo. Además, se obtuvo un índice de productividad multifactorial inicial igual a 1,24 y un nivel de pérdidas económicas aproximado de \$ 92 886 por año debido a flor desechada por presencia de daño mecánico o maltrato en el botón floral.
- Se aplicó la metodología de mejora DMAMC a través del uso de las diferentes herramientas basadas en el pensamiento estadístico en cada una de sus fases, es decir, en Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar donde se logró: determinar las variables críticas de calidad del proceso o las Y's a mejorar, es decir: flor sin daño mecánico, flor nivelada o alineada, enmalle correcto de flor y correcto ajuste con forma cónica; evaluar y conocer la capacidad potencial del proceso Cp, el índice Z, el nivel sigma, las PPM, el DPMO, el rendimiento del proceso y el índice de inestabilidad de las Y's detectadas; identificar las X's del proceso, es decir: caminos inestables para transporte, presión entre mallas en el transporte, material inadecuado, tallos por fuera de la malla y mallas ribeteadas hasta 1 m. de largo;

implementar soluciones de mejora en los subprocesos de enmallado y transporte; y finalmente, establecer procedimientos de los procesos de cosecha y de transporte, además de, instructivos de trabajo con sus respectivos registros de control para los correspondientes puntos de inspección implementados.

- Se analizaron los resultados generados una vez implementada la metodología DMAMC en el área de cultivo y se concluyó que las soluciones desarrolladas para mejorar el problema de calidad, flor con daño mecánico, lograron efectos satisfactorios para el proceso: el nivel sigma del proceso se incrementó de 2,87 a 3,12 lo que generó que la probabilidad de obtener flor libre de defectos mejore de 91,54% a una probabilidad de 94,79%, representado así para el proceso una disminución de 75161 PPM defectuosas a un total de 44731 aproximadamente, así como también, se alcanzó un promedio inicial de defectos por malla de flor de 0,94 a un promedio de 0,43 y una probabilidad de obtener flor libre de defectos del 39,06% a una probabilidad del 65,05%. Esto representa para el proceso una disminución del DPMO de 598 700 a 354 350 unidades.

RECOMENDACIONES

- Dar seguimiento y control a todas las actividades de mejoras implementadas y de ser posible, diseñar un sistema de mejora continua dedicado al análisis de oportunidades de mejora que permita a la empresa desarrollar estrategias enfocadas a mejorar la calidad de su producto.
- Realizar los procedimientos correspondientes de otros procesos productivos y mantener una actualización permanente de los mismos. Capacitar y retroalimentar al personal cuando se realicen cambios o mejoras de éstos y colocarlos en lugares de fácil accesibilidad para el personal.
- Para el proceso de corte, es recomendable que se realicen pruebas y evaluaciones del coche de flor con el fin de que al momento de colocar la flor en éste no se desnivele la flor. Cuando esto sucede se obtiene flor mal enmallada dentro de las mallas que a su consecuencia provoca maltrato en aquellos tallos mal ubicados.
- Dentro del proceso de hidratación, para las mallas de flor con variedades con longitudes extra largas, es decir, de 1 m de longitud en adelante, se recomienda colocar extensiones en las tinas de hidratación, mismas que permitan dar mayor verticalidad y sujeción a estas mallas. El fin es evitar una posible caída de la malla, aprovechar eficazmente la capacidad de la tina de hidratación y principalmente reducir el maltrato de la flor causado por presión entre mallas.
- Para el proceso de recepción de poscosecha, donde la flor es hidratada en tinas y tachos, éste debe ser controlado bajo el mismo concepto de evitar la presión entre mallas que provoca maltrato. Esto mediante el análisis y aplicación del parámetro de número de mallas

por tinas de hidratación implementado en los procesos de hidratación de cultivo y de transporte.

- El parámetro establecido de número de mallas a colocar en las tinas de hidratación, al ser una base del estudio inicial, debe ser actualizada cada cierto tiempo, pues la variabilidad del grosor del botón se acredita a un sin número de factores externos.
- El proceso de transporte debido a sus propias condiciones es el generador principal del maltrato en la flor. Automatizar este proceso no solo implicará un cambio en cómo se desarrolla éste, sino que principalmente reducirá en gran medida los porcentajes actuales de flor maltratada que es desechada como producto no conforme, además de que, directamente favorecerá el ritmo de trabajo de los procesos de poscosecha, de manera especial el de clasificación, pues en éste donde el personal dedica mayor tiempo al observar a detalle la presencia de maltrato para una correcta clasificación.

BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo , L. F., & Escobar, J. (2007). *Gestión por Procesos*. Medellín: ICONTEC.
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía*. México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
- Besterfield, D. (2009). *Control de Calidad*. México: Pearson Educación.
- Bestratén, M., Orriols, R., & Mata, C. (s.f de s.f. de 2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf
- Chase, R., Roberth, J., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Cruelles Ruiz, J. A. (2013). *INGENIERÍA INDUSTRIAL Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad*. Barcelona: Profit Editorial.
- Diagrama SIPOC*. (s.f. de s.f. de s.f.). Obtenido de AEC - Asociación Española para la Calidad: <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-sipoc>)
- El 2015 es un año de ajustes para el sector floricultor ecuatoriano*. (8 de febrero de 2015). Obtenido de LÍDERES: <http://www.revistalideres.ec/lideres/sector-floricultor-rusia-mercado-ecuador.html>
- Evans, J., & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A.
- Guilló, J. J. (2000). Calidad Total: fuente de ventaja competitiva. En J. J. Guilló, *Calidad Total: fuente de ventaja competitiva* (pág. 26). Murcia: Publicaciones Universidad de Alicante.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.
- Gutiérrez, H., & De La Vara, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*. México, D. F.: McGraw-Hill.

- Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2008). *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. México: McGraw-Hill.
- Mcclain, S. (2009). *¿Qué son las rosas?* Obtenido de eHow en Español: http://www.ehowenespanol.com/son-rosas-info_317021/
- Montgomery, D. (2013). *Control estadístico de la calidad*. México: Limusa Wiley.
- Moura/Quali. (2011). *Formación de Especialistas de Lean Six Sigma Green Belt* . Quito.
- Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2004). *Las claves prácticas de Seis Sigma*. Madrid: McGRAW-HILL.
- Parra, P. (24 de febrero de 2015). *La crisis rusa obliga a floricultores ecuatorianos a diversificarse*. Obtenido de Revista Gestión: <http://www.revistagestion.ec/wp-content/uploads/2015/02/248-Empresarial-Flores.pdf>
- Projetc Quality Management*. (2011). Obtenido de Projetc Quality Management: <http://www.project-management-skills.com/project-quality-management.html>
- Rose Connection*. (s.f. de s.f. de 2016). Obtenido de Rose Connection: <http://roseconnection.ec/roseconnection/en/node/137>
- Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Valderrey, P. (2010). *Seis Sigma*.

ANEXOS

ANEXO A: Variedades de Rose Connection.



ANEXO B.1: Valores de Cp y su interpretación.

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1,33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1,33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0,67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 102)

ANEXO B.2: Tabla de conversión Sigma.

Rendimiento (%)	DPMO	Sigma
6,68	933200	0
8,455	915450	0,125
10,56	894400	0,25
13,03	869700	0,375
15,87	841300	0,5
19,08	809200	0,625
22,66	773400	0,75
26,595	734050	0,875
30,85	691500	1
35,435	645650	1,125
40,13	598700	1,25
45,025	549750	1,375
50	500000	1,5
54,975	450250	1,625
59,87	401300	1,75
64,565	354350	1,875
69,15	308500	2
73,405	265950	2,125
77,34	226600	2,25
80,92	190800	2,375
84,13	158700	2,5
86,97	130300	2,625
89,44	105600	2,75
91,545	84550	2,875
93,32	66800	3
94,79	52100	3,125
95,99	40100	3,25
96,96	30400	3,375
97,73	22700	3,5
98,32	16800	3,625
98,78	12200	3,75
99,12	8800	3,875
99,38	6200	4
99,565	4350	4,125
99,7	3000	4,25
99,795	2050	4,375
99,87	1300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,977	230	5
99,982	180	5,125
99,987	130	5,25
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
99,99767	23,35	5,625
99,99833	16,7	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99966	3,4	6

Fuente: (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004, pág. 169)

ANEXO B.3: Índice Cp en términos de piezas malas.

VALOR DEL ÍNDICE (CORTO PLAZO)	PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN (ÍNDICE Cp)		CON REFERENCIA A UNA SOLA ESPECIFICACIÓN	
	% FUERA DE LAS DOS ESPECIFICACIONES	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)	% FUERA DE UNA ESPECIFICACIÓN	PARTES POR MILLÓN FUERA (PPM)
0,2	54,8506%	548 506,130	27,4253%	274 253,065
0,3	36,8120%	368 120,183	18,4060%	184 060,092
0,4	23,0139%	230 139,463	11,5070%	115 069,732
0,5	13,3614%	133 614,458	6,6807%	66 807,229
0,6	7,1861%	71 860,531	3,5930%	35 930,266
0,7	3,5729%	35 728,715	1,7864%	17 864,357
0,8	1,6395%	16 395,058	0,8198%	8 197,529
0,9	0,6934%	6 934,046	0,3467%	3 467,023
1,0	0,2700%	2 699,934	0,1350%	1 349,967
1,1	0,0967%	966,965	0,0483%	483,483
1,2	0,0318%	318,291	0,0159%	159,146
1,3	0,0096%	96,231	0,0048%	48,116
1,4	0,0027%	26,708	0,0013%	13,354
1,5	0,0007%	6,802	0,0003%	3,401
1,6	0,0002%	1,589	0,0001%	0,794
1,7	0,0000%	0,340	0,0000%	0,170
1,8	0,0000%	0,067	0,0000%	0,033
1,9	0,0000%	0,012	0,0000%	0,006
2,0	0,0000%	0,002	0,0000%	0,001

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 102)

ANEXO C: Datos históricos de porcentajes de flor nacional según variedad.

N°	VARIEDAD	Producción bruta	Tallos Maltratados	% No Conforme
1	ALBA	1 875	70	3,73%
2	ALERT	1 375	22	1,60%
3	ANGELS	2 950	143	4,85%
4	BLACK MAGIC	2 325	19	0,82%
5	BLUEBERRY	1 525	20	1,31%
6	BLUSH	5 300	100	1,89%
7	CARROUSEL	1 950	16	0,82%
8	CHECK MATE	2 350	61	2,60%
9	CHERRY BRANDY	1 900	28	1,47%
10	CHERRY O!	1 550	29	1,87%
11	DOMENICA	1 725	78	4,52%
12	EARLY GRAY	2 925	58	1,98%
13	ENGAGEMENT	3 850	92	2,39%
14	ESPAÑA	1 250	18	1,44%
15	EXPLORER	16 450	73	0,44%
16	FLORIDA	1 400	73	5,21%
17	FREEDOM	36 150	257	0,71%
18	HALLELUJAH	2 575	37	1,44%
19	HERMOSA	1 150	15	1,30%
20	HIGH & BONITA	2 025	37	1,83%
21	HIGH & BOOMING	2 700	57	2,11%
22	HIGH & CANDY	2 450	168	6,86%
23	HIGH & GORGEOUS	2 325	225	9,68%
24	HIGH & MAGIC	5 450	16	0,29%
25	HIGH & ORANGE MAGIC	1 625	10	0,62%
26	HIGH & YELLOW MAGIC FLAME	3 975	18	0,45%
27	HOT MERENGUE	2 175	38	1,75%
28	HOT SHOT	3 250	226	6,95%
29	IGUANA	3 375	33	0,98%
30	IGUAZÚ	3 925	56	1,43%
31	LA PERLA	1 775	47	2,65%
32	MAGIC LIPS	1 325	8	0,60%
33	MALU	1 700	20	1,18%
34	MARTINA	2 800	20	0,71%
35	MONDIAL	20 300	220	1,08%
36	MOVIE STAR	5 275	235	4,45%
37	MYA	1 600	15	0,94%
38	NINA	3 350	67	2,00%
39	PAINT BALL	3 025	63	2,08%
40	PINK FLOYD	4 300	136	3,16%
41	POLAR STAR	1 950	116	5,95%
42	PROUD	1 475	129	8,75%
43	QUEENBERRY	3 175	23	0,72%
44	RASBERRY ICE	1 325	7	0,53%
45	SEÑORITA	4 675	66	1,41%
46	STAR DUST	1 300	58	4,46%
47	SWEET BERRY	1 550	39	2,52%
48	SWEETNESS	6 850	140	2,04%

49	TITANIC	2 575	71	2,76%
50	TOPAZ	14 500	396	2,73%
51	TOUCH OF CLASS	1 775	36	2,03%
52	TURTLE	2 175	13	0,60%
53	VENDELA	22 975	272	1,18%
54	WHITE CHOCOLATE	4 325	102	2,36%
55	WILD TOPAZ	3 200	116	3,63%
56	ZAFIRA	1 575	81	5,14%
57	3D	1 550	15	0,97%

ANEXO D.1: Criterios y puntuaciones para la severidad

EFFECTO	CRITERIO: SEVERIDAD DEL EFECTO SOBRE EL CLIENTE FINAL Y/O SOBRE EL PROCESO DE MANUFACTURA	PUNTUACIÓN
Peligroso-sin aviso	<p>Cliente: muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales con previo aviso.</p> <p>Proceso: puede dañar al operador (máquina o ensamble) sin previo aviso.</p>	10
Peligroso-con aviso	<p>Cliente: muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales sin previo aviso.</p> <p>Proceso: puede dañar al operador (máquina o ensamble) con previo aviso.</p>	9
Muy alto	<p>Cliente: el producto o la parte son inoperables, debido a la pérdida de su función primaria.</p> <p>Proceso: el 100% de la producción puede tener que ser desechada o reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo mayor a una hora.</p>	8
Alto	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con bajo nivel de desempeño.</p> <p>Proceso: el producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada o el producto/ parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo entre 30 y 60 minutos.</p>	7
Moderado	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con dispositivos de confort/conveniencia inoperables. El cliente está insatisfecho</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación o el producto/parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo de media hora.</p>	6
Bajo	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con dispositivos de comodidad/conveniencia operado en un nivel reducido de desempeño.</p> <p>Proceso: el 100% del producto puede tener que ser retrabajado o el producto/parte reparado fuera de la línea, pero no tiene que ir al departamento de reparaciones.</p>	5
Muy bajo	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto es apreciado por la mayoría de los clientes (más del 75%).</p> <p>Proceso: el producto puede tener que ser clasificado sin desperdicio y una porción (menos del 100%) retrabajarse.</p>	4
Menor	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto lo notan el 50% de los clientes.</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero fuera de la estación.</p>	3
Mínimo	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto notan sólo clientes exigentes (menos del 25%).</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.</p>	2
Ninguno	<p>Cliente: sin efecto apreciable para el cliente. Ligeros inconvenientes de operación o para el operador.</p> <p>Proceso: sin efecto para el proceso.</p>	1

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 145)

ANEXO D.2: Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia.

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA CAUSA QUE PROVOCA LA FALLA	TASA DE FALLA	PUNTUACIÓN
Muy alta:	> 100 por cada mil piezas	10
Fallas persistentes	50 por cada mil piezas	9
Alta:	20 por cada mil piezas	8
Fallas frecuentes	10 por cada mil piezas	7
Moderada:	5 por cada mil piezas	6
Fallas ocasionales	2 por cada mil piezas	5
	1 por cada mil piezas	4
Baja:	0,5 por cada mil piezas	3
Relativamente pocas fallas	0,1 por cada mil piezas	2
Remota: la falla es improbable	0,01 por cada mil piezas	1

Fuente: (Gutiérrez & De La Vara, 2009, pág. 145)

ANEXO D.3: Probabilidad de detección.

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 - 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4 - 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 - 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9 - 10

Fuente: (Bestratén, Orriols, & Mata, 2004)

ANEXO E.1: Procedimiento para cosecha de flor.

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 1 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR

HISTORIAL DE CAMBIOS			
Modificación Item	Fecha Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

Responsable de elaborar: Aseguradora de Calidad	Responsable de aprobar: Director de Producción
Fecha: 2016-02-18	Fecha: 2016-02-18
Rosa Matute Firma:	Ing. José Báez Firma:

 <p>ROSE CONNECTION. www.roseconnection.ec</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR</p> <p>Pág. 2 DE 13</p>	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

1. OBJETIVO

Realizar la labor de cosecha de la flor considerando los diferentes parámetros de calidad con el fin de garantizar un producto aceptable y capaz de mantener durabilidad en florero, además de, procurar que el material vegetal podado tenga las suficientes yemas productivas para la propagación de nuevos tallos florales.

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para todo el proceso de cosecha de la flor en las diferentes zonas de trabajo del área de cultivo de Rose Connection.

3. REFERENCIAS

Ninguna

4. MATERIALES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN

4.1 Materiales:

- Coche
- Tijera Felcotronic
- Saquillo de yute
- Tickets de papel
- Mallas plásticas diamante de 1m x 1m, ribeteada
- Tabla de puntos de corte
- Regleta de medición (flexómetro de 10 cm)

4.2 EPP's:

- Guantes
- Mascarilla

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 3 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

- Sombrero

5. RESPONSABILIDAD

5.1 Director de Producción: Revisión y análisis de reportes de producción y calidad emitidas por el área de poscosecha. Manejo y control del presupuesto de producción.

5.2 Jefe Técnico de Área: Controlar la ejecución de los diferentes procesos del área de cultivo asignada: cosecha y labores culturales. Controlar que se cumplan los parámetros de calidad requeridos. Capacitar a mandos medios y personal de base de acuerdo a lo establecido en este procedimiento. Revisión y análisis de reportes de producción y calidad.

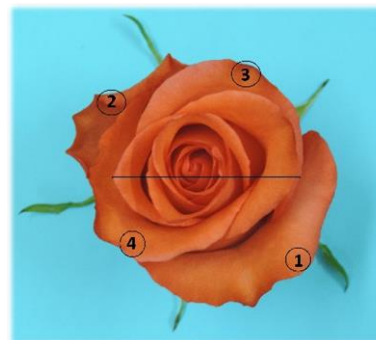
5.3 Supervisor: Controlar que se realicen las actividades de cosecha de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento, además de que se cumplan los parámetros de calidad requeridos.

5.4 Personal de base, cosechador: cumplir con el proceso de cosecha de acuerdo a los parámetros establecidos y al procedimiento aquí descrito.

6. PROCEDIMIENTO

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 4 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

Flujo del Proceso:	Descripción de la actividad
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antes de iniciar el corte, proveerse de las herramientas de trabajo: coche, tijera, tabla de puntos de corte, regleta de medición y saquillo. Usar los equipos de protección personal correspondientes. 2. Empezar el corte desde la cama del lado norte del bloque. Avanzar a lo largo de la cama con el coche de trabajo y buscar tallos posibles a cortar. 3. Sujetar cuidadosamente el tallo por su parte media y observar el punto de corte del botón. 4. Cortar el tallo si se encuentra en el punto de corte requerido por la variedad, caso contrario avanzar hasta otro tallo. <p style="text-align: center;">Nota: De dudar el punto de corte usar la regleta de medición.</p>
CORTE	<p style="text-align: center;">I. Punto de corte</p> <p>La medida del punto de corte de los botones florales está determinada por la variedad. Los valores de cada medida se encuentran en la tabla de puntos de corte del Anexo I. Se debe considerar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El punto de corte debe tener entre 2 y 4 pétalos desprendidos de acuerdo a la variedad. • La medición del punto de corte será a partir del tercer pétalo en el caso de los 2 pétalos desprendidos y desde el quinto pétalo para los 4 pétalos desprendidos. • La medición siempre deberá considerar la parte más ancha de la apertura del botón. <p>Nota:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. El jefe de área entregará al operario/a una mini tabla debidamente emplastificada de los puntos de corte, además de una regleta de medición.



	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 5 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

- b. El operario/a siempre deberá llevar consigo la tabla de puntos de corte que se le entregue.
- c. El operario/a deberá trabajar con el punto de corte que la tabla indique, a excepción que a causa de algún pedido solicitado por poscosecha, se decida y se indique por parte del supervisor de cultivo abrir o cerrar el punto de corte.

II. Corte del tallo

- Colocar la cuchilla de la tijera de 0,5 a 1 cm sobre la yema donde se va a realizar el corte, cuidando de efectuar el corte en bisel contrario a la yema para garantizar un perfecto brote.
- En la zona de producción, el corte será a una tijera más una hoja (si el calibre del tallo es mayor al grosor de un lápiz) o a una tijera (si el calibre del tallo es igual a un lápiz).
- El corte se realizará con las yemas hacia adentro del alambre en la medida de lo posible para evitar ruptura de brotes.



CORTE

5. Una vez cortado el tallo, retirar éste cuidadosamente sobre la planta para evitar maltrato en follaje y botón.
6. Si el tallo cortado tuviese tocón, eliminarlo dentro de la cama, no fuera de ella, no en la actividad de enmallado, y colocarlo en el canguro de desechos vegetales.

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 6 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

- La eliminación del tocón deberá ser lo más rajante posible con el fin de no perder longitud del tallo.
- El corte del tallo deberá ser nítido, no se enviarán tallos con tocones a poscosecha.



7. Colocar el tallo en el coche clasificando tallos largos de cortos de acuerdo a la disponibilidad de la variedad.




- La diferencia entre longitudes deberá ser de 20 cm (una tijera) hasta un máximo de 25cm, con el objetivo de evitar la deshidratación de los tallos más cortos.



Nota: No cortar y llevar los tallos en la mano.

8. Colocar los 25 tallos en el coche correctamente nivelados y alineados unos con otros.
9. Sujetar los 25 tallos desde la parte media y sacar la flor con cuidado hasta la caseta de enmalle para formar el ramo.

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 7 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ENMA LLADO	<p>10. En la caseta de enmalle, ubicar en una malla los 25 tallos sobre la lámina polilón y a un mínimo de 10 cm del borde.</p> <ul style="list-style-type: none"> Los botones deberán quedar correctamente nivelados y alineados sobre la lámina antes de enmallar. 	
	<p>11. Formar el ramo enrollando los tallos con la malla y ejerciendo presión uniforme en la parte inferior y superior de la malla.</p> <p>12. Colocar el código del operario antes de formar el ramo.</p> <p>13. Ajustar y cerrar la malla colocando dos tocones, uno en la parte inferior y cierre de la malla y otro en la parte superior a una distancia de 15 a 20 cm de la base de los botones.</p> <ul style="list-style-type: none"> La malla armada no debe quedar floja permitiendo que los botones se muevan con facilidad y se maltraten. Los botones deben quedar correctamente nivelados en la malla armada, es decir, la malla formada no debe tener botones arriba y otros abajo. 	
	<ul style="list-style-type: none"> En el caso de quedar tallos por fuera de la malla armada y si éstos sobrepasan el máximo de 10 cm (media tijera), se deberán cubrir estos tallos con otra malla. <p>Nota: Por ningún motivo se deben cortar aquellos tallos que sobresalen, pues esto genera pérdida de longitud.</p>	

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 8 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1



14. Colocar a hidratar el ramo en las tinas de agua que se encuentran junto a la caseta de enmalle. Las mallas deberán ser colocadas lo más rectas posibles con el fin de evitar maltrato.

El número de mallas por colocar en una tina serán:

Variedades con grosor de botón	Número de mallas por tina
Grande	4
Mediano	5
Pequeño	6
Mixto	5



HIDRATACIÓN

- Mixto: hace referencia a la mezcla de tipos de grosor sea grande + pequeño; o mediano + pequeño; grande + mediano; y grande + mediano + pequeño. Se permitirá un máx. de 5 mallas/tina
- La categorización de cada variedad de acuerdo a su tipo de grosor se encuentra en la norma interna FT-DP-001 del Anexo II.

III. Tinajas de Hidratación

 <p>ROSE CONNECTION www.roseconnection.ec</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR</p> <p>Pág. 9 DE 13</p>	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

Las tinas de hidratación deben tener:

- Un volumen de 60 litros de agua.
- Un pH de 4.5
- 45 ppm de cloro
- Calidad de agua: sin hojas – no sucia.
- Tinas limpias.



- a. El operario/a asignado por zona de trabajo, todos los días, al iniciar el corte, colocará por tina una solución madre de 75 cc de cloro + 75 cc de ácido.
- b. El cambio de agua de las tinas lo realizará el personal asignado de Riego los días lunes, miércoles y viernes, una vez que han finalizado las actividades de cosecha.
- c. El operario/a cosechador deberá cuidar que las tinas de hidratación se encuentren libres de hojas y limpias.

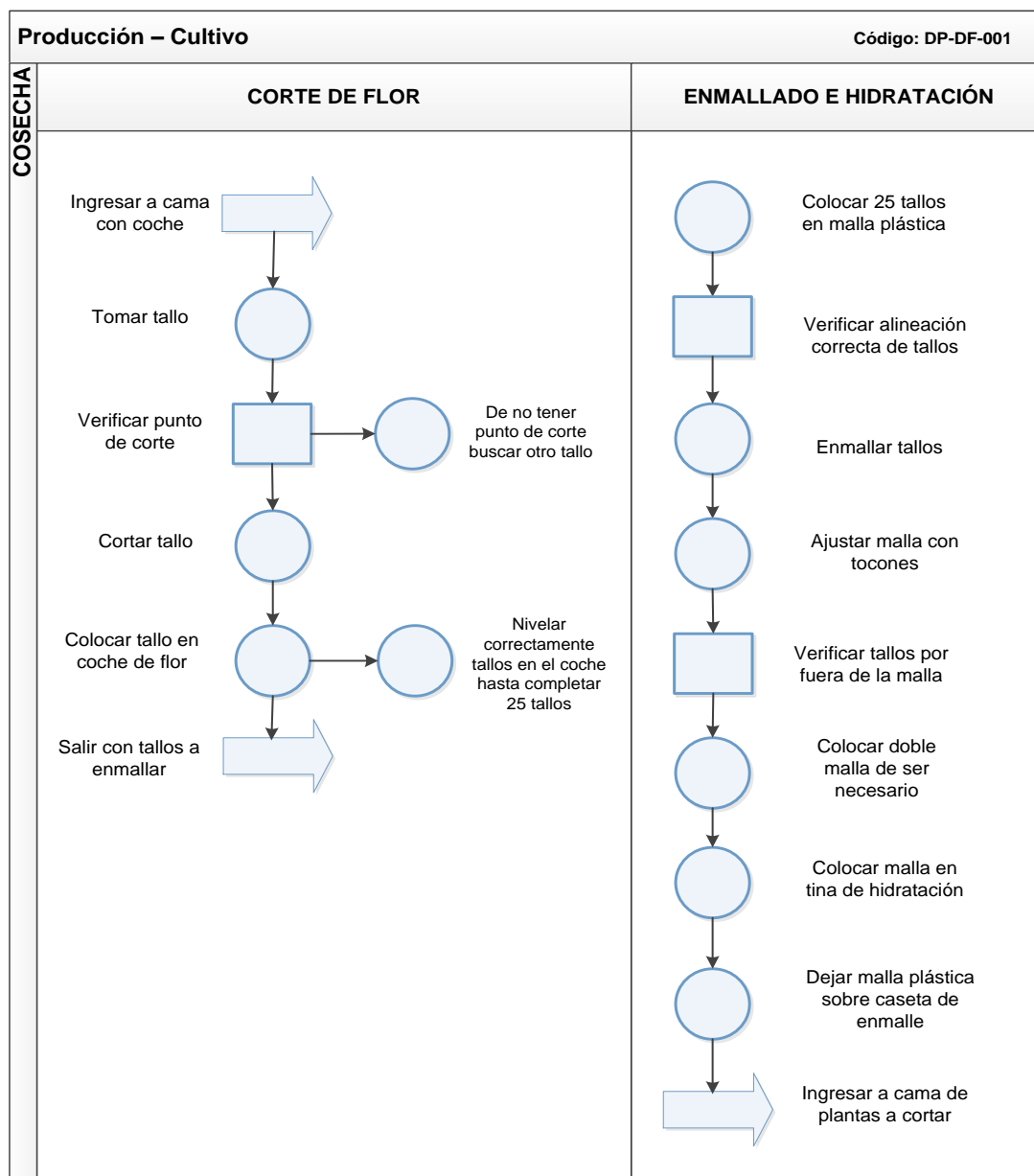
15. El operario/a deberá dejar lista una malla sobre la caseta de enmalle para continuar con el corte.

16. Finalmente, terminada la cosecha se deberá escobillar el área de enmalle y dejarla ordenada.

Nota: el operario/a deberá conocer la clasificación de variedades de acuerdo al rango de susceptibilidad de maltrato de la norma interna FT-DP-002 del Anexo III.

7. FLUJOGRAMA DEL PROCESO

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 10 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1



8. ANEXOS

Anexo I: Tabla de puntos de corte de Cultivo.

Anexo II: Norma Interna: Número de mallas por tina de hidratación según grosor de botón.

Anexo III: Norma Interna: Clasificación de variedades según susceptibilidad a daño mecánico.

 www.roseconnection.ec	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 11 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ANEXO I



NORMA INTERNA PUNTOS DE CORTE SEGÚN VARIEDAD - CULTIVO

Medición desde el tercero a cuarto pétalo

N°	VARIEDAD	PUNTO NORMAL		REPASO	
		LUNES		MARTES A VIERNES	VIERNES A SÁBADO
		min. (cm)	max (cm)	min. (cm)	min. (cm)
1	3 D	4,5	5,0	4,5	3,5
2	ALBA	4,0	4,5	4,0	3,0
3	ANGELS	4,0	4,5	4,0	3,0
4	BLACK MAGIC	3,5	5,0	3,5	2,0
5	BLUEBERRY	4,0	4,5	4,0	3,0
6	BRIGHTON	4,5	5,0	4,5	3,5
7	CHECKMATE	4,5	5,0	4,5	3,5
8	CHERRY BRANDY	4,5	5,0	4,5	3,5
9	CHERRY-OH!	4,5	5,0	4,5	3,5
10	EARLY GREY	3,5	4,0	3,5	2,5
11	ENGAGEMENT	4,5	5,0	4,5	3,5
12	ESPAÑA	4,5	5,0	4,5	3,5
13	FLORIDA	4,0	4,5	4,0	3,0
14	FREEDOM	4,5	5,5	4,5	3,5
15	HERMOSA+	4,0	5,5	4,0	3,0
16	HIGH & BONITA	3,5	4,0	3,5	2,5
17	HIGH & GORGEOUS	3,5	5,5	3,5	2,0
18	HIGH & MAGIC	4,5	5,0	4,5	3,5
19	HIGH & ORANGE MAGIC	4,5	5,0	4,5	3,5
20	HIGH & YELLOW MAGIC FLAME	4,5	5,0	4,5	3,5
21	HOT MERENGUE+	4,5	5,0	4,5	3,5
22	HOT SHOT	3,5	5,0	3,5	2,5
23	LA PERLA	4,5	5,0	4,5	3,5
24	LEMONADE	5,0	5,5	5,0	4,0
25	MAGIC LIPS	4,0	4,5	4,0	3,0
26	MALU!	4,5	5,0	4,5	3,5
27	MARTINA BB	4,0	4,5	4,0	3,0
28	MOVIE STAR	4,0	4,5	4,0	3,0
29	MYA	4,5	5,0	4,5	3,5
30	NINA	4,5	5,0	4,5	3,0
31	ORANGE CRUSH	4,5	5,0	4,5	3,5
32	PAINTBALL	4,5	5,0	4,5	3,5
33	PINK FLOYD!	4,5	5,0	4,5	3,5
34	POLAR STAR	4,0	5,0	4,0	3,0
35	QUEEN BERRY	4,5	5,0	4,5	3,0
36	RASPBERRY ICE	4,5	5,0	4,5	3,5
37	SEÑORITA	4,5	5,0	4,5	3,5
38	SHUKRANI	4,5	5,0	4,5	3,5
39	STARDUST	4,5	5,0	4,5	2,5
40	SWEETNESS	4,5	5,0	4,5	3,5
41	TITANIC	3,5	4,0	3,5	2,5
42	TOPAZ	4,0	5,0	4,0	3,0
43	TOUCH OF CLASS	4,5	5,0	4,5	3,5
44	TURTLE	4,5	5,0	4,5	3,5
45	TUTTI FRUTTI	4,5	5,0	4,5	3,5
46	VENDELA	4,0	4,5	4,0	3,0
47	WHITE CHOCOLATE	4,0	5,0	4,0	3,0
48	WILD TOPAZ	4,0	5,0	4,0	3,0
49	BLUSH	4,5	5,0	4,5	3,5
50	CAROUSEL	4,0	4,5	4,0	3,0
51	EXPLORER	4,5	5,0	4,5	3,5
52	GARDEN SPIRIT	4,5	4,5	4,5	3,5
53	IGUANA	4,5	5,0	4,5	3,5
54	IGUAZU	4,5	5,0	4,5	3,5
55	KAHALA BB	4,5	5,0	4,5	3,5
56	MONDIAL	4,5	5,0	4,5	3,5
57	PROUD	4,5	5,0	4,5	3,5
58	ZAFIRA	3,0	3,5	3,0	2,0


Edición: 009

Fecha: 12/02/2016

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Aseguradora de Calidad	Director de Producción	Subgerente





 ROSE CONNECTION <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 12 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ANEXO II

 ROSE CONNECTION <small>www.roseconnection.ec</small>	NORMA INTERNA - NÚMERO DE MALLAS POR TINA DE HIDRATACIÓN SEGÚN GROSOR DE BOTÓN		Código: FT-DP-001
			Edición 001
Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha de aprobación:	Pág. 1 de 1
Rosa Matute	Ing. José Báez	05/02/2016	
# MALLAS - GROSOR	VARIEDAD	# MALLAS - GROSOR	VARIEDAD
4 mallas/tina - GRANDE	3 D	6 mallas /tina - PEQUEÑO	CHECK MATE
	CHERRY BRANDY		CHERRY OH
	EXPLORER		EARLY GRAY
	GARDEN SPIRIT		ENGAGEMENT
	IGUAZU		FLORIDA
	WITHE CHOCOLATE		FREEDOM
5 mallas/tina - MEDIANO	ANGELS		HIGH&BONITA
	ESPAÑA		HIGH&MAGIC
	HERMOSA		HIGH&ORANGE MAGIC
	HIGH GORGEOUS		HIGH&YM FLAME
	HOT SHOT		HOT MERENGUE
	LA PERLA		IGUANA
	LIMONADE		KAHALA
	MONDIAL		MAGIC LIPS
	PAINT BALL		MALU
	PINK FLOYD		MARTINA
	POLAR STAR		MOVIE STAR
	PROUD		MYA
	SEÑORITA		NINA
	SHUKRANI		ORANGE CRUSH
TITANIC	QUEEN BERRY		
TURTLE	RASBERRY ICE		
ZAFIRA	STAR DUST		
6 mallas/tina - PEQUEÑO	ALBA		SWEETNESS
	BLACK MAGIC	TOPAZ	
	BLUEBERRY	TOUCH OF CLASS	
	BLUSH	TUTTI FRUTTI	
	BRIGHTON	VENDELA	
	CARROUSEL	WILD TOPAZ	

	PROCEDIMIENTO PARA COSECHA DE FLOR Pág. 13 DE 13	CÓDIGO: RC-DP-001
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-10
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-18
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ANEXO III

	NORMA INTERNA - CLASIFICACIÓN DE VARIETADES SEGÚN SUSCEPTIBILIDAD A DAÑO MECÁNICO		Código: FT-DP-002
			Edición 001
Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha de aprobación:	Pág. 1 de 1
Rosa Matute	Ing. José Báez	05/02/2016	
% MALTRATO	VARIEDAD	% MALTRATO	VARIEDAD
ALTO	ALBA	BAJO	3 D
	ANGELS		BLACK MAGIC
	FLORIDA		BLUEBERRY
	HIGH GORGEOUS		CARROUSEL
	HOT SHOT		CHERRY BRANDY
	MOVIE STAR		ESPAÑA
	PINK FLOYD		EXPLORER
	POLAR STAR		FREEDOM
	PROUD		GARDEN SPIRIT
	STAR DUST		HERMOSA
	TOPAZ		HIGH&MAGIC
	TOUCH OF CLASS		HIGH&ORANGE MAGIC
	VENDELA		HIGH&YM FLAME
	WILD TOPAZ		IGUANA
	ZAFIRA		IGUAZU
MEDIO	BLUSH		KAHALA
	BRIGHTON		LIMONADE
	CHECK MATE		MAGIC LIPS
	CHERRY OH		MALU
	EARLY GRAY		MARTINA
	ENGAGEMENT		MONDIAL
	HIGH&BONITA		MYA
	HOT MERENGUE		ORANGE CRUSH
	LA PERLA		RASBERRY ICE
	NINA		SHUKRANI
	PAINT BALL		TURTLE
	QUEEN BERRY		TUTTI FRUTTI
	SEÑORITA		
	SWEETNESS		
	TITANIC		
WITHE CHOCOLATE			
Nota: Variedades con porcentajes de maltrato en relación a su producción bruta promedio de seis meses			
	Alto		Medio
			Bajo

ANEXO E.2: Procedimiento para transporte de flor.

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR Pág. 1 DE 9	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR

HISTORIAL DE CAMBIOS			
Modificación Item	Fecha Modificación	Solicitado por	Descripción del cambio

Responsable de elaborar: Aseguradora de Calidad	Responsable de aprobar: Director de Producción
Fecha: 2016-02-22	Fecha: 2016-02-22
Rosa Matute Firma:	Ing. José Báez Firma:

 <p>ROSE CONNECTION www.roseconnection.ec</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR</p> <p>Pág. 2 DE 9</p>	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

1. OBJETIVO

Transportar mallas con flor cortada desde cultivo a poscosecha bajo condiciones óptimas y de calidad para su posterior proceso.

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable desde la recepción de flor en cultivo hasta la entrega correspondiente en el área de recepción de poscosecha de Rose Connection.

3. REFERENCIAS

Ninguna

4. MATERIALES Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN

4.1 Materiales:

- Tablero de apuntes.
- Coche de garruchas móviles y fijas con gavetas.

4.2 EPP's:

- Guantes nitex.
- Orejeras.
- Gafas de protección.
- Mascarilla.

5. RESPONSABILIDAD

5.1 Director de Producción: Revisión y análisis de reportes de producción y calidad de acuerdo a la zona de trabajo, a través del sistema Venture.

5.2 Jefe Técnico de Área: Controlar el desarrollo del proceso de transporte. Capacitar a mandos medios y personal encargado del transporte (tractoristas) según lo establecido en

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR Pág. 3 DE 9	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

este procedimiento. Revisión y análisis de reportes de producción y calidad emitidos desde poscosecha.

5.3 Supervisor: Controlar que se ejecuten las actividades de transporte y que se cumplan los parámetros establecidos dentro de este procedimiento.

5.4 Personal de transporte, tractorista: cumplir con el proceso de transporte de acuerdo a los parámetros establecidos y al procedimiento aquí descrito.

6. PROCEDIMIENTO

Pre-actividades

Antes de iniciar las actividades diarias, el operario encargado del tractor deberá:

I. Tractor:

- a. Revisar el nivel de combustible.
- b. Revisar neumáticos.
- c. Revisar que el sistema de frenos funcione correctamente.
- d. Revisar el nivel de agua del radiador.

II. Carretón:

- a. Verificar el buen estado de la estructura del carretón de transporte de flor.
- b. Verificar neumáticos.

III. Materiales de Transporte


- a. Verificar que el volumen de agua en las tinas sea el correcto (30 lts).
- b. Verificar que el agua esté limpia y libre de residuos vegetales.
- c. Verificar el estado de coches y garruchas.

Nota: El cambio de tinas de agua lo realizará el personal de poscosecha todas las tardes una vez que haya finalizado el corte de flor.

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR Pág. 4 DE 9	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

Transporte de flor

Antes de ingresar a cultivo, el operario deberá proveer de mallas limpias y en buen estado el carretón de flor en el área de recepción de poscosecha. Posterior a ello deberá:

1. Ingresar con el tractor a los bloques de flor de acuerdo a la ruta de trabajo asignada.
2. Estacionar el tractor con el remolque de carga frente a cada una de las mesas de enmalle y entregar las mallas de manera homogénea en todas las mesas de trabajo de su zona asignada.
3. Una vez entregadas las mallas en su totalidad, el operario iniciará su labor de recolectar mallas de campo.
4. En la caseta de enmalle, el operario deberá coger una a una las mallas ubicadas en las tinas de hidratación. Éstas serán tomadas por su parte media con cuidado para evitar maltrato en la flor.
 
5. Colocar la malla en una tina de agua del tractor.
 - a. Las mallas de flor deberán ser ubicadas en el tractor bajo las consideraciones de la norma interna FT-DP-001 del Anexo I.
 - b. Se deberán colocar mallas largas con largas y cortas con cortas en los coches. No se deben mezclar las longitudes.
 - c. Dependiendo de la zona de trabajo, se llevará el último coche sin agua para el transporte de flor en seco.
6. Colocadas todas las mallas de la estación de enmalle en el carretón de transporte, se deberá registrar correctamente el número de mallas por variedad y por bloque en el formato de registro de producción del Anexo III y dirigirse a una próxima caseta.

 <p>ROSE CONNECTION www.roseconnection.ec</p>	<p>PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR</p> <p>Pág. 5 DE 9</p>	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

7. Terminada la recolección de mallas, el operario llevará las mallas de flor hacia poscosecha para la entrega correspondiente.

Nota: Las mallas deberán ser transportadas con el máximo cuidado posible con el objetivo de evitar maltrato y deshidratación de la flor considerando la norma interna FT-DP-001 del Anexo II.



8. Al llegar a poscosecha, el tractor deberá ingresar por el lado norte y parquearse junto a la rampa del área de recepción para descargar la flor por el lado derecho.

9. El operario entregará las mallas bajo conteo y verificación de la persona encargada en recepción.

La persona encargada de recepción ingresará los datos de producción al Sistema Venture.

10. Entregadas las mallas, el operario deberá retornar a cultivo para recolectar nuevas mallas de flor.



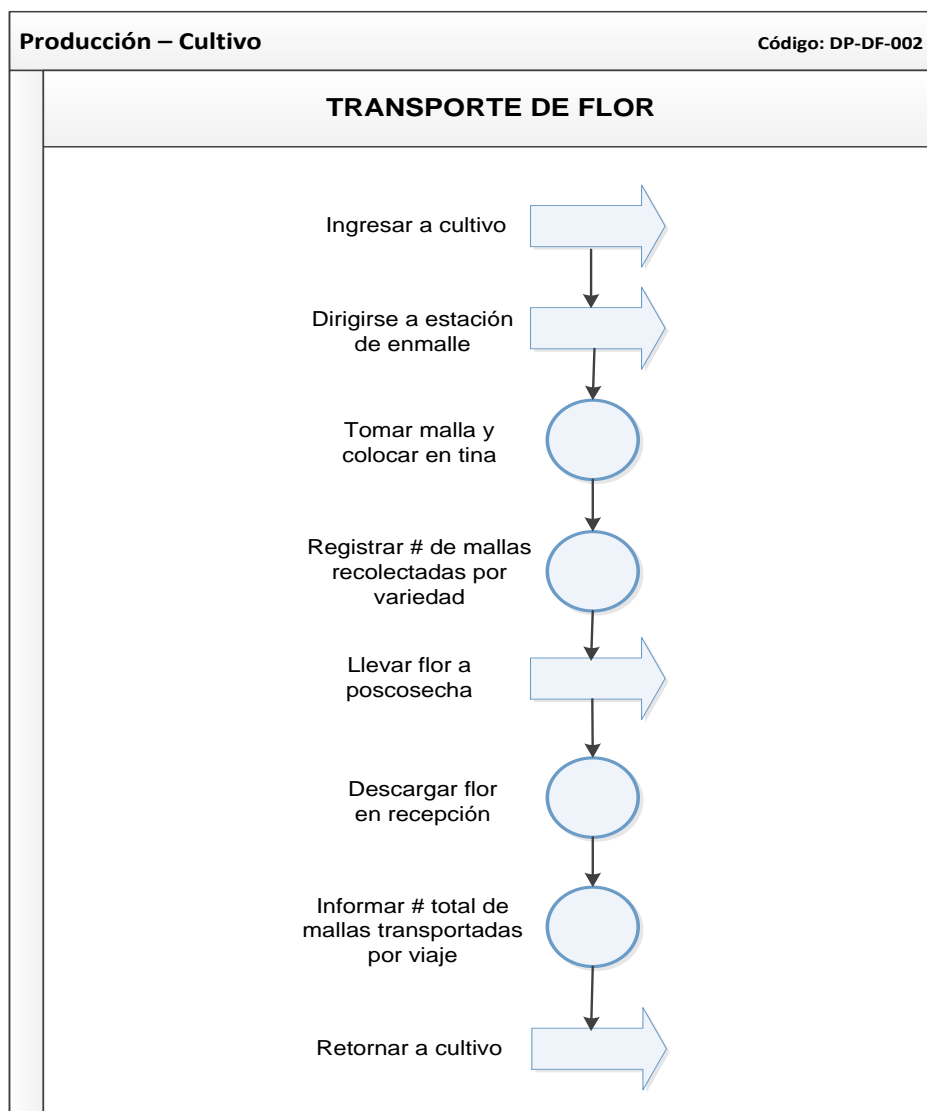
11. Al finalizar la jornada, dentro del registro de producción diaria del Anexo II, se sumará el total de mallas transportadas por zona y por variedad. Este documento deberá ser entregado al supervisor de área y éste a su vez entregará el original en poscosecha y obtendrá una copia como respaldo.

12. El tractor y carretón deberán ser ubicados al final de la jornada en el lugar de estacionamiento correspondiente.

Nota: En el caso de existir averías en los tractores o carretones durante el proceso de transporte, éstos deberán quedarse en el lugar donde sucedió el problema, así éstos se encuentren cargados de flor, hasta que el personal indicado acuda a la solución correspondiente.

7. FLUJOGRAMA DEL PROCESO

 www.roseconnection.ec	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1
Pág. 6 DE 9		



8. ANEXOS


Anexo I: Norma Interna: Número de mallas por tina de hidratación según grosor de botón.

Anexo II: Norma Interna: Clasificación de variedades según susceptibilidad a daño mecánico.

Anexo III: Registro de transporte de producción bruta por variedad y bloque.





 ROSE CONNECTION <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR Pág. 7 DE 9	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ANEXO I

 ROSE CONNECTION <small>www.roseconnection.ec</small>	NORMA INTERNA - NÚMERO DE MALLAS POR TINA DE HIDRATACIÓN SEGÚN GROSOR DE BOTÓN		Código: FT-DP-001
			Edición 001
Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha de aprobación:	Pág. 1 de 1
Rosa Matute	Ing. José Báez	05/02/2016	
# MALLAS - GROSOR	VARIEDAD	# MALLAS - GROSOR	VARIEDAD
4 mallas/tina - GRANDE	3 D	6 mallas /tina - PEQUEÑO	CHECK MATE
	CHERRY BRANDY		CHERRY OH
	EXPLORER		EARLY GRAY
	GARDEN SPIRIT		ENGAGEMENT
	IGUAZU		FLORIDA
	WITHE CHOCOLATE		FREEDOM
5 mallas/tina - MEDIANO	ANGELS		HIGH&BONITA
	ESPAÑA		HIGH&MAGIC
	HERMOSA		HIGH&ORANGE MAGIC
	HIGH GORGEOUS		HIGH&YM FLAME
	HOT SHOT		HOT MERENGUE
	LA PERLA		IGUANA
	LIMONADE		KAHALA
	MONDIAL		MAGIC LIPS
	PAINT BALL		MALU
	PINK FLOYD		MARTINA
	POLAR STAR		MOVIE STAR
	PROUD		MYA
	SEÑORITA		NINA
	SHUKRANI		ORANGE CRUSH
TITANIC	QUEEN BERRY		
TURTLE	RASBERRY ICE		
ZAFIRA	STAR DUST		
6 mallas/tina - PEQUEÑO	ALBA		SWEETNESS
	BLACK MAGIC	TOPAZ	
	BLUEBERRY	TOUCH OF CLASS	
	BLUSH	TUTTI FRUTTI	
	BRIGHTON	VENDELA	
	CARROUSEL	WILD TOPAZ	

 <small>www.roseconnection.ec</small>	PROCEDIMIENTO PARA TRANSPORTE DE FLOR Pág. 8 DE 9	CÓDIGO: RC-DP-002
		FECHA EMISIÓN: 2016-02-14
		FECHA REVISIÓN: 2016-02-22
		REVISIÓN DEL PROCEDIMIENTO VERSIÓN: 1

ANEXO II

 <small>www.roseconnection.ec</small>	NORMA INTERNA - CLASIFICACIÓN DE VARIETADES SEGÚN SUSCEPTIBILIDAD A DAÑO MECÁNICO		Código: FT-DP-002
			Edición 001
Elaborado por:	Aprobado por:	Fecha de aprobación:	Pág. 1 de 1
Rosa Matute	Ing. José Báez	05/02/2016	
% MALTRATO	VARIEDAD	% MALTRATO	VARIEDAD
ALTO	ALBA	BAJO	3 D
	ANGELS		BLACK MAGIC
	FLORIDA		BLUEBERRY
	HIGH GORGEOUS		CARROUSEL
	HOT SHOT		CHERRY BRANDY
	MOVIE STAR		ESPAÑA
	PINK FLOYD		EXPLORER
	POLAR STAR		FREEDOM
	PROUD		GARDEN SPIRIT
	STAR DUST		HERMOSA
	TOPAZ		HIGH&MAGIC
	TOUCH OF CLASS		HIGH&ORANGE MAGIC
	VENDELA		HIGH&YM FLAME
	WILD TOPAZ		IGUANA
ZAFIRA	IGUAZU		
MEDIO	BLUSH		KAHALA
	BRIGHTON		LIMONADE
	CHECK MATE		MAGIC LIPS
	CHERRY OH		MALU
	EARLY GRAY		MARTINA
	ENGAGEMENT		MONDIAL
	HIGH&BONITA		MYA
	HOT MERENGUE		ORANGE CRUSH
	LA PERLA		RASBERRY ICE
	NINA	SHUKRANI	
	PAINT BALL	TURTLE	
	QUEEN BERRY	TUTTI FRUTTI	
	SEÑORITA		
	SWEETNESS		
TITANIC			
WITHE CHOCOLATE			
Nota: Variedades con porcentajes de maltrato en relación a su producción bruta promedio de seis meses			
	Alto		Medio
			Bajo

ANEXO F.1: Instructivo de trabajo


	INSTRUCCIONES DE INSPECCIÓN		Código: II-DP-001	
			Edición: 001	
			Pág. 1 de 1	

PUNTO DE CONTROL RECEPCIÓN DE FLOR	MATERIA PRIMA <input type="checkbox"/>	PRODUCTO <input checked="" type="checkbox"/>
	PROCESO <input type="checkbox"/>	

N	Características a inspeccionar	Responsable	Inst./Equipo	Método de Inspección	
1	Punto de corte	Control de calidad	Regleta de medición	Medir puntos de corte. Identificar puntos abiertos y cerrados de acuerdo a la norma interna de puntos de corte. Registrar aquellos que están fuera de norma en formato correspondiente.	
2	Daño mecánico o maltrato	Control de calidad	Visual	Verificar si dentro de la malla de flor existen botones con presencia de daño mecánico. De ser el caso, se registrará el número de botones maltratados en la hoja de verificación F-AC-002.	
3	Flor azulada	Encargado de recepción	Visual	Verificar si dentro de la malla de flor existen botones con sus pétalos azulados, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.	
4	DEFECTO	Flor desnivelada	Encargado de recepción	Visual	Verificar si existen tallos que sobresalgan unos sobre otros, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
5		Flor mal enmallada	Encargado de recepción	Visual	Verificar si existen tallos mal ubicados dentro de la malla, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
6		Malla floja	Encargado de recepción	Visual	Verificar si existen mallas mal ajustadas, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
7		Tallos por fuera de malla	Encargado de recepción	Visual	Verificar si existen mallas con tallos por fuera de la malla que no hayan sido colocadas con doble mallas, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
8	PLAGAS Y ENFERMEDADES	Trips	Encargado de recepción	Visual	Verificar la presencia de trips vivos en la flor de las mallas, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
9		Botrytis	Encargado de recepción	Visual	Verificar la presencia de flor con pecas de botrytis y pudrición de pétalos, de ser así, registrar en la hoja de verificación F-AC-001.
10		Áfidos	Encargado de recepción	Visual	Verificar la presencia de áfidos vivos en la flor de las mallas, de ser así registrar en la hoja de verificación F-AC-001.

DISPONIBILIDAD DEL PRODUCTO NO CONFORME	
Dentro del proceso de clasificación se separará aquello que no es exportable y la persona encargada de flor nacional contabilizará estos tallos a desechar.	
RESPONSABLES DE REVISIÓN: Jefe de Poscosecha, Jefe de Producción y Asegurador/a de Calidad.	
TAMAÑO DE MUESTRA: 45 mallas de flor por día Subgrupos: 6 de 6 y 1 de 9	Elaborado por: Rosa Matute
FRECUENCIA DE INSPECCIÓN: cada 45 min	Aprobado por: Ing. José Báez
REGISTROS: Hojas de verificación F-AC-001 y F-AC-002	Fecha: 03/03/2016

ANEXO F.2: Hoja de verificación – control de no conformidades, recepción.

	HOJA DE VERIFICACIÓN - CONTROL DE NO CONFORMIDADES			Código: F-AC-001	
				Edición: 001	
Área: Poscosecha	Proceso: Recepción de mallas de flor			Muestra:	
Responsable:		Fecha:		Hora inicio:	
NO CONFORMIDADES	ZONA 1	ZONA 2A	ZONA 2B	ZONA 3	TOTAL
Flor desnivelada					
Mal enmallado					
Mallas flojas					
Tallos por fuera de la malla					
Flor azulada					
Trips					
Botrytis					
Áfidos					
TOTAL					

ANEXO F.3: Hoja de verificación - control de flor con daño mecánico, recepción.

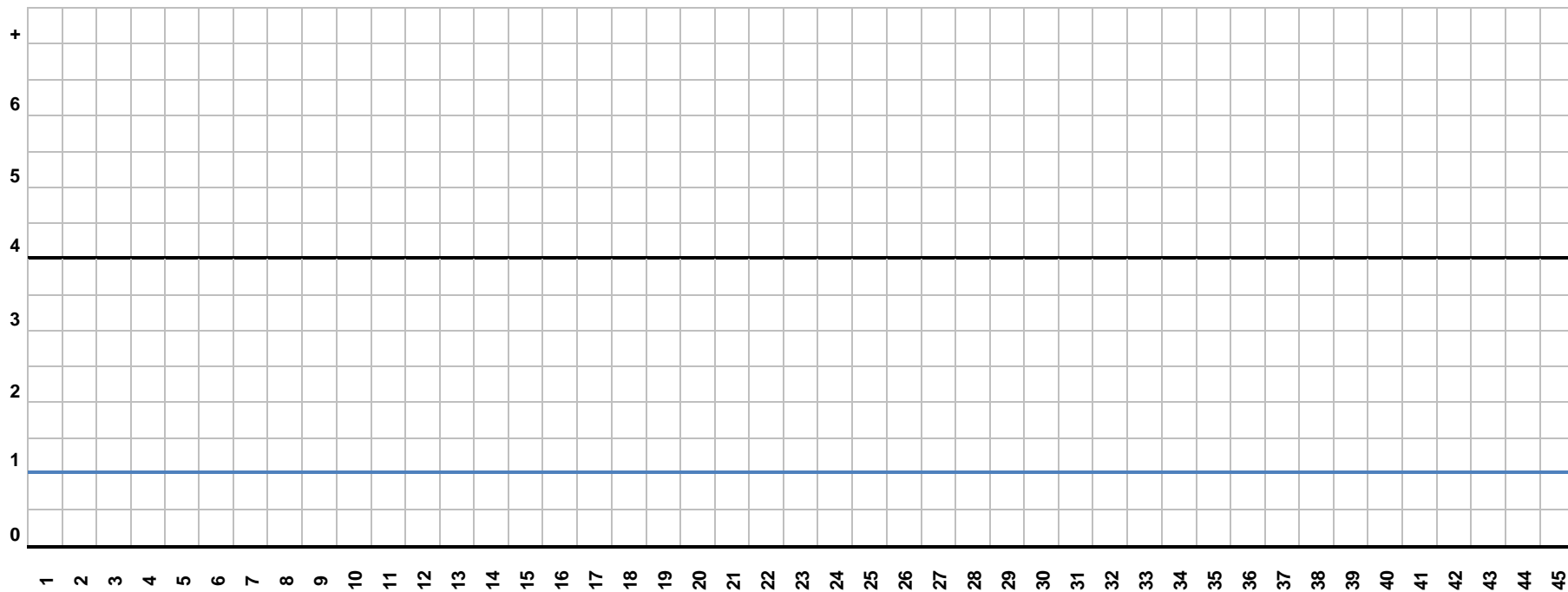


HOJA DE VERIFICACIÓN - CONTROL DE FLOR CON DAÑO MECÁNICO

Código: F-AC-002

Edición 001

Área :	Poscosecha	Proceso:	Recepción de mallas de flor			Muestra total:	
Responsable:		Fecha:		Hora Inicio:		Hora final:	



ANEXO G: Fotografías sobre problemas de calidad presentes en las mallas de flor.

FLOR CON DAÑO MECÁNICO O MALTRATADA



FLOR MAL ENMALLADA



FLOR DESNIVELADA**MALLAS FLOJAS**