

**Análisis del proceso de control de calidad
para el lavado y empaque de piña MD-2 en la
empresa Corporación Frutera del Pacífico
S.A.**

Mario Arturo Córdova Mairena

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

**Análisis del proceso de control de calidad
para el lavado y empaque de piña MD-2 en la
empresa Corporación Frutera del Pacífico
S.A.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mario Arturo Córdova Mairena

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2009

Análisis del proceso de control de calidad para el lavado y empaque de piña MD-2 en la empresa Corporación Frutera del Pacífico S.A.

Presentado por:

Mario Arturo Córdova Mairena

Aprobado:

Rosa A. Zelaya, M.Sc.
Asesor principal

Ernesto Gallo, M.Sc. M.Ba.
Director
Carrera de Administración de
Agronegocios

Marcos A. Vega, M.G.A.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Córdova, M. 2009. Análisis en el proceso de control de calidad para el lavado y empaque de piña MD-2 en la empresa, Corporación Frutera del Pacífico, S.A. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 80p.

La empresa Corporación Frutera del Pacífico S.A., ha registrado pérdidas en sus ingresos por venta de piña con calidad de exportación, a las compañías internacionales Chiquita Brands Intl. de Italia, Latina Fresh Inc. de Estados Unidos y Hage Internacional de Holanda, a causa de producto rechazado, que no ha cumplido con los estándares de calidad en el punto de entrega, presentando defectos por pudrición. Este estudio ha sido desarrollado con el propósito de identificar por medio del uso de herramientas de control de calidad, los puntos críticos en el proceso de empaque de piña MD-2 de Corporación Frutera del Pacífico, S.A, a fin de mostrar los principales defectos de la piña que viene del campo, y durante el empaque. También se analizaron las mezclas de insumos químicos aplicados a la piña con el propósito de identificar pérdidas en las concentraciones de químicos, para que estos sean recargados durante la jornada de trabajo, asegurando el control de la calidad del fruto durante empaque y la etapa de transporte hacia el lugar de destino. Finalmente se calcularon los costos de empacar una unidad de piña, por cada proceso efectuado en la planta, con la finalidad de determinar el costo de producción de una unidad de piña, y mostrar mediante este escenario, los costos de calidad y no calidad, que se generan por producto descartado por no cumplir los estándares de calidad en el punto de entrega, por no controlar adecuadamente el procesos de calidad.

Palabras clave: costos, piña, calidad, prevención, defectos, pareto.

CONTENIDO

Portadilla.....	I
Página de firmas	II
Resumen	III
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5. CONCLUSIONES	70
6. RECOMENDACIONES	71
7. BIBLIOGRAFIA	72
8. ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro

1. Tamaño del fruto de la piña de acuerdo al rango de peso.	17
2. Escala de traslucidez de Corporación Frutera del Pacífico S.A.	18
3. Escala de unidades y rango de pesos por caja de acuerdo a tamaño.	19
4. Pesos promedio de la piña con corona y sin corona.	23
5. Dimensiones de las cajas de cartón parafinado usadas en el empaque de piña.	24
6. Los defectos fueron agrupados en siete categorías, con el propósito de determinar la media de ocurrencia de la categoría que tiene un mayor número de observaciones por procedimientos inadecuados en las actividades de siembra, manejo y cosecha del cultivo, las cuales son.....	30
7. Datos para el Diagrama de Pareto de las categorías de defectos que causan daño en el fruto.....	31
8. Suma de las Medias de defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.....	33
9. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.	34
10. Suma de las Medias de defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.	36
11. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.	37
12. Suma de las Medias de defectos por contaminación vectorial.	38
13. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.....	39
14. Perdida de concentración de los insumos del proceso de lavado.	40

15. Cantidad de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.....	43
16. Límites de control X y R del Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.	44
17. Cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.....	46
18. Límites	46
19. Resumen del recálculo de las cantidades de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.....	48
20. Cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.....	50
21. Límites de control X y R del Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3. .	50
22. Resumen del recálculo de las cantidades de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.....	52
23. Cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.	54
Límites de control X y R del Acido Fosfórico (g) presente en la mezcla 1.	54
24. Resumen del recálculo de las cantidades de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.	56
25. Cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.	58
26. Límites de control X y R del Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.....	58
27. Resumen del recálculo de las cantidades de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.	60
28. Medias por muestra de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.....	62
29. Medias por muestra de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.....	64
30. Medias por muestra de la cantidad de Acido Fosfórico (cc) presente en la Mezcla 1.	65
31. Costos por caja de piña producida.....	67
32. Orden de Pedido Chiquita Brands Intl. Italia.	68
33. Rechazo de piña por contenedor.....	68
34. Resumen de pérdidas por unidad de piña.	68

Figura

35. Colores requeridos por la compañía Chiquita Brands Intl.	15
36. Colores requeridos por la compañía Latina Fresh Inc.	16
37. Colores requeridos por la compañía Hage Inc.	16
38. Formulas usadas para el cálculo de gráficas “np”	30
39. Diagrama de Pareto por la media de incidencia de acuerdo a las categorías de defectos.	32
40. Gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.	34
41. Gráfico de control “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.	37
42. Gráfico de control np para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.	39
43. Diagrama de Pareto de los insumos del proceso de lavado en cada una de las cuatro marmitas.	41
44. Formulas para el cálculo de los límites de control X y R.	42
45. Gráfico de control X para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.	44
46. Gráfico de control R para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.	44
47. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1.	47
48. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1.	47
49. Gráfico de control X recalculado, para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.	49
50. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 3.	51
51. Gráfico de control R para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 3.	51
52. Gráfico de control X recalculado para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.	53
53. Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.	55

54. Gráfico de control R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.....	55
55. Gráfico de control X recalculado, para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.	57
56. Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.....	59
57. Gráfico de control R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.....	59
58. Gráfico de control X recalculado para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.	61
59. Comparación entre el parámetro ideal del Biocto (1cc x L), presente en la Mezcla 4 y las medias muestreadas (cc).	63
60. Comparación entre el parámetro ideal de Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1 y las medias muestreadas (g).	64
61. Comparación entre el parámetro ideal de Acido Fosfórico presente en la Mezcla 1 y las medias muestreadas (cc).	66

Anexo

62. Exportación en fresco (%) respecto a la producción.	73
63. Principales países productores de piña, de acuerdo a la FAO 2009.....	74
64. Hoja de verificación de piña a descartar.....	75
65. Hoja de verificación de piña aprobada y descartada.	76
66. Hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña.	77
67. Parámetros para las hojas de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña.	78
68. Primera mezcla: tina de lavado.....	78
69. Segunda mezcla: primer baño por catarata.....	78
70. Tercer mezcla: segundo baño por catarata.	78
71. Cuarta mezcla: baño por el pedúnculo, aplicación por aspersion.	78
72. Formato para la identificación de tiempos en el flujo de procesos de lavado y empaque de piña.	79

73. “Cálculos para la estimación de los costos de producción por proceso”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 43 con la descripción. 43_Datos_de_Producción. 80
74. “Datos de los tiempos de duración de los procesos”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 29 con la descripción. 29_Tiempos. 80
75. “Datos para el Diagrama de Pareto de las categorías de defectos que causan daño en el fruto provocando su descarte”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 10 con la descripción: 10_Diag_Pareto. 80
76. “Datos de las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 3 con la descripción: 3_Desc._DFis. 80
77. “Datos de las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 4 con la descripción: 4_Desc._MI. 80
78. “Datos de las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 9 con la descripción: 9_Desc._CV. 80
79. “Cálculos para el desarrollo del Diagrama de Pareto del porcentaje de pérdida de concentración de los insumos del proceso de lavado”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 28 con la descripción. 28_Pareto_mezclas. 80
80. “Datos de la hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 17 con la descripción. 17_Datos_Mezclas 80
81. “Datos de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1 de la Tina de Lavado Inicial”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 19 con la descripción. 19_CG_M1. 80
82. “Datos de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3 del Segundo Baño por Catarata 120 L/H₂O”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 24 con la descripción. 24_CG_M3. 80
83. “Datos de la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3 del Segundo Baño por Catarata 120 L/H₂O”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 22 con la descripción. 22_AF_M3. 80
84. “Datos de la comparación de la cantidad ideal de los insumos y las medias muestreadas”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 27 con la descripción. 27_Comp_mezclas. 80

1. INTRODUCCIÓN

Un sistema de calidad total es la estructura funcional de un trabajo acordado en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral. Todas estas acciones se realizan a fin de tener un efecto positivo en el sistema de costos y ganancias de la empresa.

El tamaño de la empresa no es obstáculo para implementar un sistema de este tipo, en cualquiera de sus etapas. Entre más alta sea la demanda de un producto o servicio, más importante es tener un financiamiento de sistemas de calidad que ayuden a cumplir las expectativas de los clientes.

El consumo de piñas frescas en la UE el año 2006 fue de 616 mil toneladas, dos veces más que en el año 2002. El principal consumidor de piñas en la UE es Alemania, el cual tuvo una participación del 20% del total consumido en el 2006 y cuyo mercado se desarrolló rápidamente, con los supermercados como los principales puntos de ventas. El segundo consumidor más grande de piñas es Italia y cuyo mercado se espera siga creciendo. El Reino Unido es el mercado que más ha crecido desde el año 2002 al 2006, con un crecimiento del 150% y se espera que siga creciendo aunque a un ritmo más lento.

La producción de piñas para el año 2006 fue de 18 millones de toneladas y se ha incrementado en un 15% desde el año 2002. Tailandia, Filipinas e Indonesia son los principales productores de conservas de piña (latas y jugos de piña) para el mercado de exportación. India y China son los mayores productores pero como tienen un gran mercado doméstico no proveen mucho a los mercados de exportación. A nivel mundial los principales participantes son Costa Rica, Estados Unidos, Ecuador, Panamá y Guatemala. La demanda de piñas tiene expectativas de crecimiento, por lo que es probable que la producción también aumente. Se espera que las grandes agromultinacionales capturen la mayor parte de este crecimiento ya que ellos son los principales proveedores de los supermercados donde las piñas son vendidas en su gran mayoría.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La agricultura juega un rol muy importante en las economías de América Latina, ya que de esta dependen el desarrollo de la región y fuentes de ingresos para quienes hacen de la agricultura un estilo de vida. Los países en vías de desarrollo como los nuestros carecen de una estructura sólida en sus políticas de crecimiento y activación económica,

especialmente en el sector agrícola donde muchas de las actividades agronómicas aún se efectúan manualmente, y donde casi nunca se alcanzan los rendimientos esperados. La baja competitividad es un problema latente en el sector agrícola debido a la falta de sistemas que regulen y mejoren la utilización de insumos en el proceso de empaque. Los sistemas inadecuados o la carencia de los mismos conllevan al aumento de los costos y por ende la disminución de la competitividad de la empresa.

1.2 ANTECEDENTES

La piña es el segundo cultivo tropical de importancia mundial después del banano, aportando más del 20 % del volumen mundial de frutos tropicales (COVECA, 2002), 70% de la piña producida en el mundo es consumida como fruta fresca en el país que la produce. Es un cultivo primitivo originario de Brasil y Paraguay. Todas estas especies son nativas de la cuenca amazónica, y fue dentro de esta vasta región donde indudablemente se domesticó la piña. Se han señalado como el área de origen la cuenca superior del Panamá, entre Brasil, Paraguay y Argentina, las selvas del curso superior del Amazonas y las regiones semisecas de Brasil, Venezuela y Guayanas (Collins, 1949).

La producción a nivel mundial de piña se inició en el año 1,500 cuando se propagó por Europa y se distribuyó en las regiones tropicales del resto del mundo. La variedad más famosa es la Cayena Lisa (*Smooth Cayenne*), la cual fue introducida en Europa por la Guyana Francesa. La forma de consumir la piña procesada (enlatada), se inició en Hawái donde se permitió el desarrollo industrial de esta fruta.

Tailandia, Filipinas, Brasil y China son los principales productores de piña con cerca del 50 % de la producción mundial (FAO, 2004). La India junto con Nigeria, Kenia, Indonesia, México y Costa Rica son los países restantes que producen las mayores cosechas de piña (50 %).

Los requerimientos mínimos de calidad para exportar al mercado de EE.UU. consisten en que las piñas tengan las siguientes características: madurez, humedad, buena formación, ojos bien desarrollados, libres de descomposición y escaldaduras provocadas por el sol, así como libres de daños causados por magulladuras, quemaduras, enfermedades, insectos, roedores y medios mecánicos. La base debe ser bien cortada. Las hojas deben ser del mismo color, individuales, más o menos rectas, bien adheridas a la fruta, no deben ser más de cinco por cada corona. La longitud de las hojas no debe ser inferior a 10 cm ó más el doble del tamaño de la fruta. Para el mercado europeo de fruta fresca, el color y la condición de la corona son las características de calidad más importantes, ya que la fruta es juzgada inicialmente por la apariencia externa. Cuando la fruta está totalmente madura debe tener una apariencia clara y brillante. Las hojas de la corona deben ser de color verde claro y estar desarrollada.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Es de importancia la implementación de nuevas tecnologías que permitan a los productores de pequeña y mediana escala mejorar sus rendimientos de producción,

minimizando sus costos de empaque y obteniendo mejores márgenes de utilidad. La necesidad surge a medida que los mercados tanto locales como internacionales abren sus puertas hacia la globalización. En este proceso, la demanda de productos requiere cumplir con estándares cada vez más elevados de calidad para que los mismos sean aceptados.

1.4 LÍMITES Y ALCANCES DEL ESTUDIO

1.4.1 Limitantes

- La distancia a la que se encuentra la instalación en estudio.
- El tiempo necesario para realizar el estudio.

1.4.2 Alcances

- Determinar las áreas vulnerables del proceso de empaque.
- Determinar métodos de reducción de costos.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- Análisis el proceso de control de calidad para el lavado y empaque de piña MD-2 en la empresa, Corporación Frutera del Pacífico, S.A., que permita identificar áreas de mejora de la calidad del empaquetado y el ciclo de vida del producto.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar una inspección de los requerimientos de calidad de la recepción, lavado y empaque en la planta de post-cosecha, con el propósito de determinar si cumple con los requerimientos establecidos por las BPM en relación al proceso de recepción, lavado y empaque de piña.
- Identificar los puntos críticos de control del proceso de lavado y empaque de piña con el propósito de conocer los factores y prácticas inadecuadas que los generan.
- Estimar el tiempo promedio que tarda el fruto en pasar por cada uno de los puntos del flujo de procesos de lavado y empaque.
- Identificar los principales costos involucrados en el proceso de lavado y empaque de piña con la finalidad de calcular el costo por caja producida.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN Y BOTÁNICA DE LA PIÑA

La piña no se conoce en estado verdaderamente silvestre. Tampoco parece derivarse de las otras especies de frutos comestibles del género Ananás de la familia Bromeliácea, como *A. bracteatus*, *A. fritzmuelleri*, *A. erectifolia* y *A. ananasioides*, las cuales producen frutos muy pequeños, con pocas semillas. (Collins, 1949, 1960).

Las regiones sembradas con piña en el mundo, están normalmente limitadas a zonas con altitudes inferiores a los 800 msnm (metros sobre el nivel del mar) aún cuando en Kenia, se ha señalado la existencia de plantaciones entre los 1,400 a 1,800 msnm, y en Malaysia hasta los 2,400 msnm (Purseglove, 1968). La piña cuando es sembrada en zonas de altura (> 1000 msnm) produce frutos pequeños, con pulpa sin buen color, ácidos y de escaso sabor. (Purseglove, 1968).

Se ha establecido (Neild y Boshell, 1976; Py *et al.*, 1987) que la temperatura óptima para el cultivo de la piña debe estar entre los 20°C a 30°C, siendo de 23°C a 24°C el óptimo; cuando la temperatura desciende entre los 10°C y 16°C, detiene su crecimiento. Las plantas soportan temperaturas sub-congelantes por períodos muy breves; por el contrario, cuando las temperaturas sobrepasan los 30°C, se presentan daños en plantas y/o frutos, porque la respiración y el metabolismo se aceleran; además de afectar la absorción de nutrimentos (Bartholomew y Kadziman, 1977).

La piña pertenece a la familia de las bromeliáceas, género Ananá, especie Sativa (Py, 1969). El tallo de la piña es una estructura en forma de mazo, con la parte superior más ancha y la inferior angosta y frecuentemente curva. En la parte superior el fruto está cubierto por hojas de filotaxia de 5/13"; más abajo se presenta una zona de hojas secas y finalmente bajo el suelo, una parte curva de la que salen muchas raíces. El tallo central se continúa en el pedúnculo floral, luego en el eje central de la inflorescencia, con la cual forma una sola maza, para terminar en el ápice en una corona de hojas.

En algunas variedades de piñas, y en otras Ananás silvestres, el pedúnculo floral está muy bien desarrollado. En cambio en los clones comerciales es muy corta y está cubierto por hojas. El tallo central emite brotes laterales, que reciben nombres diversos: chupones, hijuelos, esquejes, retoños y otros. Salen en primer término, de la porción basal del tallo. Estos tienen hojas largas y angostas, más cortas hacia la parte inferior, y constituyen el mejor material de propagación.

Un segundo tipo de retoños más cortos, se forma de yemas de los troncos; también se usan en la reproducción vegetativa. El tercer tipo sale del pedúnculo, o debajo del fruto, y es de follaje mucho más corto y compacto, y semeja una piña diminuta. Todos estos brotes tienen una base más o menos curva, pues salen de yemas horizontales y luego crecen verticalmente. La piña puede considerarse así como una planta perenne (Collins, 1949).

2.2 SISTEMA DE CALIDAD

La calidad es el factor básico de percepción del cliente que le permite decidir entre un número de productos y servicios que hoy crece en forma explosiva. El enfoque a la calidad ha llegado a ser la fuerza más importante que lleva al éxito organizacional y al crecimiento de la compañía en mercados nacionales e internacionales.

Los rendimientos de programas de calidad, fuertes y eficientes están generando excelentes resultados de utilidades en empresas con estrategias de calidad eficientes. Esto está demostrado por los importantes aumentos en la penetración del mercado, por mejoras importantes en la productividad total, por los costos mucho menores para alcanzar la calidad y por un liderazgo competitivo más fuerte.

La aplicación del sistema de control de calidad permite una mayor garantía en la salubridad de los alimentos consumidos, una utilización más eficaz de los recursos técnicos y económicos disponibles en las empresas y obliga a mantener una documentación específica para evidenciar el control de procesos, facilitando cualquier aspecto legal, comercial y social. Además permite identificar puntos críticos de control que es definido como un punto en el cual el control es aplicado para prevenir o eliminar el peligro de la seguridad en los alimentos o reducirlo a niveles aceptables.

2.2.1 El enfoque de los sistemas de control en la calidad

Con tantos factores involucrados en la administración de la calidad que cumpla con las demandas del mercado, es esencial que una compañía y una planta tengan un sistema claro y bien estructurado que determine, documente, coordine y mantenga todas las actividades claves que son necesarias para asegurar las acciones orientadas a la calidad en todas las operaciones pertinentes en la planta.

2.2.2 Sistema de calidad total

Un sistema de calidad total es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos efectivos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las máquinas y la información de planta de la mejor forma y más prácticas para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y a costos económicos para alcanzar la misma.

2.2.3 Sistema de calidad total en lavado y empaque de piña

El sistema de calidad para la piña, está definido por un proceso de cuatro cataratas con agua y desinfectantes que tiene una solución a base de ácido fosfórico y cloro granular, en las primeras dos etapas y cera, ácido cítrico, Bayleton y Biocto en las últimas dos etapas. Este proceso es usado específicamente para la exportación hacia Estados Unidos y Europa.

Después del lavado del fruto se procede a la selección por tamaño que consiste en eliminar los frutos con signo de daño mecánico y los diferentes defectos. Las piñas ya seleccionadas se clasifican con base en su tamaño, grado de madurez y forma en general. De acuerdo a los estándares establecidos, los diferentes grados en tamaño no deben mezclarse en el mismo empaque. El siguiente paso es la aplicación de fungicidas, la cera y el secado, para posteriormente ser empacadas.

El método más utilizado es el empaquetado de los frutos en forma horizontal en direcciones alternas y colocadas en espacios divididos entre los frutos para evitar rozaduras. Los frutos normalmente son empacados en cajas con un peso neto de 10 a 15 kg (22 a 33 lb), dependiendo del tamaño del fruto.

La fruta de un grado de maduración de 3/4 o 1/2, que vaya a ser enviada en contenedores y con un tiempo de colocación mayor a 7 días, deben conservarse a 10°C con una humedad relativa del 95%, si la fruta está con mayor grado de maduración (1/1) y se debe conservar a una temperatura de 7°C con una humedad relativa entre el 85% y 95%. Si el fruto no es manejado de forma adecuada después del proceso de lavado y empaque, el daño mecánico puede producir una abrasión entre ellos con golpes y magulladuras en diversas áreas que pueden desarrollar una infección microbiana que afecte la calidad del producto en el mercado de venta, (Food Market Exchange, 2004).

2.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL CULTIVO DE PIÑA

La piña domina ampliamente el comercio mundial de frutas tropicales a pesar que recientemente ha crecido la competencia de otros frutos. De acuerdo a la base de datos estadísticos de la FAO para el año 2,000 la comercialización mundial de piña fue del 51 % de los 2.1 millones de toneladas de los distintos frutos producidos, siendo el mango el fruto que le sigue con un 21.7 %. Además, la piña es el fruto tropical mejor posicionado ya que su comercialización se orienta a los principales países desarrollados tales como Estados Unidos, Japón y la Comunidad Económica Europea (Coveca, 2002). En consecuencia, en la última década la producción mundial de piña ha crecido a una tasa media anual de 1.9% pese a la ocurrencia de fenómenos económicos y climáticos adversos (FAO, 2002).

2.4 COSECHA DE PIÑA

La calidad comienza en el campo. La producción y cosecha de frutos de piña con la apariencia y atributos de calidad deseados, se logra mediante la aplicación del sistema de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el campo. El manejo posterior a la cosecha debe conservar la calidad obtenida con el propósito de ser transmitida al consumidor final.

Es importante que el supervisor de campo conozca el efecto de las prácticas que se deben realizar antes de la cosecha, ya que esto permitirá definir su estrategia para dar un mejor uso a los recursos con que cuenta y producir frutos de mejor calidad y mayor resistencia a la manipulación por parte de los operarios en la planta de procesamiento.

La cosecha de piña se realiza a los 51 ó 52 meses después de la inducción, basándose en la madurez externa del fruto. La operación de cosecha se realiza utilizando carretas con capacidad de carga de una tonelada, teniendo el cuidado de colocar las coronas hacia abajo con la finalidad de que sirvan de colchón al fruto.

Se pueden transportar de 50 a 80 docenas, dependiendo del tamaño. Cuando es para la exportación, los parámetros utilizados varían, de acuerdo al comprador. Algunos requieren un fruto verde, denominado en términos técnicos color cero, que explica la coloración verde que esta alrededor del pedúnculo con 12° Brix, 1.5 de porosidad y 0.0 a 0.5 puntos de traslucidez. Otro ejemplo se da cuando se solicita un fruto madurado que disponga de un mínimo de 12° Brix, 1.5 de porosidad y 1 a 1.5 de traslucidez al momento de aplicar el madurante, que es rociando sobre el fruto, una semana antes del corte. Luego, al presentar el color amarillo oro, se procede a la cosecha.

2.5 COMERCIO DE PIÑA

Doce naciones concentran el 90% de la demanda mundial de piña fresca, siendo Estados Unidos el mercado con mayor participación, además de Francia, Japón, Bélgica, Italia, Alemania, Canadá, España, Reino Unido, Corea, Países Bajos y Singapur.

La producción mundial de piña fue de 14 millones de toneladas para el año 2003 (FAO, 2004). Tailandia se colocó como líder productor de piña en el mundo a partir de 1975. En 1999, China desplazó a la India como cuarto productor mundial. (Anexo 2) donde se presentan a los principales países productores de piña del mundo.

En cuanto al comercio de productos procesados industrialmente a base de piña; el comercio mundial de jugo simple, es ofertado por Filipinas y Tailandia ya que ambas naciones proveen el 65% del volumen total, mientras que Indonesia es el líder mundial en el abasto de jugo concentrado (70%); los dos productos tienen un mayor precio por tonelada, que la piña enlatada. La cual en términos generales es el producto más importante dentro del comercio mundial de piña y derivados aunque su precio en economías a escala no sea el mejor.

El consumo de piña enlatada se eleva sustancialmente al final de cada año en los principales mercados debido a la temporada navideña. Tailandia, Filipinas e Indonesia proveen cerca del 80% de la oferta que se comercializa en el mercado mundial, donde Estados Unidos y Alemania adquieren la mayor parte de dicha oferta, aunque desde 1990 la demanda en estos dos mercados ha fluctuado continuamente. (COVECA, 2002). Por otro lado, los productos pre-cortados, empacados al vacío y almacenados en frío que presentan la facilidad de consumirse en el momento y que no requieren tiempo de preparación, están ganando rápidamente terreno en Japón y Hawái, donde el 20% de la piña se consume bajo esta forma (MA-JC, 2000).

2.6 EXPORTACIÓN DE PIÑA

Los datos recolectados por la FAO indican que el aumento de las importaciones mundiales de piña fresca fue del 35% para el año 2005, alcanzando las 922,000 toneladas. La mayor parte de este crecimiento correspondió a los países desarrollados, cuya proporción en el total mundial pasó del 89% al 90%, mientras que la proporción de las importaciones de los países en desarrollo bajó del 11% al 10%. Cabe prever que Europa fue el mayor mercado de importación para el año 2005, con 484,000 toneladas.

Las importaciones de Europa, ascendieron a 461,000 toneladas, que representa el 60% de las importaciones mundiales de piña. Una proporción considerable de las importaciones de Europa correspondieron a Francia. Para el año 2005, las proyecciones indican que los envíos a este país fueron de 133,000 toneladas, un 20% de las importaciones totales de Europa.

Costa Rica y Costa de Marfil son los líderes en el abasto mundial de piña fresca a pesar de ocupar la octava y décima quinta posición como productores. Bélgica, Francia, Alemania y Países Bajos se integran al comercio mundial mediante la re-exportación. A excepción de Filipinas, los seis productores de piña más importantes entre ellos: Costa de Marfil con el 82.2, Bélgica 78.9, Costa Rica 67.9, Honduras 61.3, Francia 52.2, Ghana 36.4 en el mundo aportan una mínima cantidad al comercio de producto en fresco, (Anexo 1).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La empresa “Corporación Frutera del Pacífico S.A.”, está ubicada en el norte de Panamá, en la provincia de Chiriquí. Dispone de condiciones climatológicas ideales para el cultivo de Piña. La altura oscila entre los 400 y los 494 msnm, con clima tropical de sabana y temperaturas medias anuales superiores a los 27°C. La pluviosidad promedio está entre los 2,000 y los 2,500 mm anuales. Las actividades productivas realizadas en la empresa iniciaron en el año 2001, con clientes en los mercados de Italia, Estados Unidos y Holanda.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

- Hoja de verificación de piña a descartar.
- Hoja de verificación de piña aprobada y descartada.
- Hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña.
- Formato para la identificación de tiempos en el flujo de procesos de lavado y empaque de piña.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Análisis de la calidad del proceso de empaque de Piña.

En este segmento se presentarán los indicadores de control de calidad de piña para exportación, así como la inspección de los requerimientos de calidad del proceso de empaque de piña, los principales defectos de la piña originados en el campo, la cantidad promedio de piña aprobada y descartada por Bin procesado, el análisis de las mezclas de químicos aplicados, la detección de los puntos críticos de control y el tiempo promedio del flujo de procesos.

3.3.1.1 Identificación de los indicadores de control de calidad de piña para exportación. Se realizó por medio del uso de indicadores de calidad establecidos por cada comprador, los cuales son:

- Chiquita Brands, Tabla de Color CB
- Latina Fresh Inc., Tabla de Color LF Inc.
- Hage International, Tabla de Color HI
- Tabla de Traslucidez Corporación Frutera del Pacífico S.A.
- Tabla de Tamaño Corporación Frutera del Pacífico S.A:

3.3.1.2 Requerimientos de calidad en el proceso de empaque de piña.

Se realizó una investigación de los parámetros de calidad en el proceso de empaque de piña establecidos por el IICA con el propósito de determinar los principales estándares de calidad en el fruto, cáscara y corona, que se deben cumplir para la comercialización local y la exportación hacia los mercados de Estados Unidos y Europa.

Se presenta información sobre los estándares de calidad de la piña en la etapa de procesamiento y su respectiva selección por categoría, de acuerdo a la ausencia de los defectos evaluados en la fruta para exportación, dividiendo las piñas en tres categorías que son: “Extra” para exportación, “Categoría I” para mercado interno, “Categoría II” para uso agroindustrial, tomando en cuenta los estándares de calidad del producto final y estándares de calidad del empaque de piña.

3.3.1.3 Descripción del proceso de empaque de piña y estimación del tiempo promedio que tarda el fruto en pasar por cada uno de los puntos del flujo de procesos de lavado y empaque.

Se realizó un estudio de los tiempos que tardan los frutos en ser empacados desde la entrada a la planta hasta la salida como producto final.

Con el propósito de estimar cuanta piña se puede procesar por día, para establecer ordenes de cantidad de fruto a cosechar y así poder reservar la cantidad de contenedores que se deben embarcar, para no tener problemas por límites de espacio y evitar pérdidas de producto por no embarcación, preservando la calidad del producto, con la intención de facilitar la comercialización en los puntos de destino y no afectar los ingresos por deducciones de producto en mal estado.

Se evaluó el tiempo que dura cada uno de los procesos descritos en el Diagrama de Flujo de Procesos de lavado y empaque de piña, tomando en cuenta el diseño de la planta, mediante un muestreo aleatorio de tres unidades por Bin procesado, a las cuales se les colocó una cinta roja, amarilla o azul en la corona, para darles seguimiento durante todo el proceso a través del uso de un cronometro, con el que se registraron los tiempos promedio que tardó la unidad seleccionada en cada etapa. La cinta roja corresponde a una de las primeras unidades en flotar después de que el fruto se sumerge en la Tina de lavado inicial

que las transporta mediante una banda con agua hacia la siguiente etapa, la cinta amarilla representa una piña seleccionada a la mitad del proceso de inmersión y la banda azul a una piña seleccionada al final, con el propósito de espaciar de forma equitativa las mediciones de las tres unidades por Bin muestreado.

Para determinar el tamaño de la muestra se consideró un promedio de población de 27 Bines procesados por día, con un 95% de confianza que corresponde a una constante $K=1.96$, con un error del 5% y una probabilidad de ocurrencia del 50%. La fórmula utilizada fue la siguiente:

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

Descripción:

n = tamaño de la muestra requerido.

K^2 = nivel de confiabilidad del 95%, (valor z estándar de $1.96 = (1.96)^2 = 3.8416$).

p = probabilidad de ocurrencia de 40%, (0.4).

q = 1 menos la probabilidad de ocurrencia de 40% (1-0.4).

N = población (producción promedio diaria) = 27 Bines.

e^2 = margen de error de 5% (valor estándar de $0.05 = (0.05)^2 = 0.0025$).

Mediante el desarrollo de la fórmula se obtiene un resultado de 25.22 muestras, redondeado a 25 muestras y considerando que la probabilidad de ocurrencia es del 40%, se decidió muestrear 10 bins diarios puesto que representan aproximadamente el 37% de la producción diaria, por tanto se obtuvieron 25 muestras conformadas por 10 Bines cada una, para un total de 250 Bines muestreados durante un período de 25 días.

3.3.1.4 Identificación de los principales problemas de la piña, originados en el campo.

Por medio del uso de una hoja de verificación por atributos de piña a descartar, se determinó la media de ocurrencia de los principales defectos provocados por las actividades de siembra, manejo y cosecha del cultivo, las cuales han sido clasificadas en siete categorías que son: defectos fisiológicos, defectos por manejo inadecuado, defectos en el cuello, defectos en la corona, defectos en el pedúnculo, defectos por exceso de humedad en la base y defectos por contaminación ambiental. De esta forma se facilitará el manejo de datos y análisis de la información de los procesos.

Se desarrollo un gráfico de control np para cada una de las categorías con el propósito de analizar cuáles tienen un mayor número de observaciones y determinar mediante un Diagrama de Pareto que categoría es la más incidente para recomendar medidas de control que disminuyan el número de unidades con los defectos más usuales presentados en el campo.

Se desarrolló una gráfica de control np para la media de todos los defectos registrados por Bin muestreado y una gráfica de control np para la media de los defectos en 25 lotes conformados por 10 Bines cada uno, con la finalidad de determinar las medias de la piña a descartar por Bin cosechado e identificar las principales causas de la variabilidad en el proceso.

3.3.1.5 Comparación de las concentraciones de los químicos aplicados a la piña durante el proceso de lavado.

Por medio del uso de la hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña, se muestrearon las cantidades presentes en las mezclas de las cuatro marmitas de lavado, con el propósito de comparar las muestras tomadas con los parámetros establecidos por Corporación Frutera de Pacífico S.A., por lo cual se desarrollaron gráficos de control X y R para el Acido Fosfórico en cc y Clorox Granular al 65% en g, presentes en la mezcla N°1 de la “Tina de Lavado Inicial”; el acido cítrico en g y el Bayleton en g, en la mezcla N°2 del “Primer Baño por Catarata”; el Acido Fosfórico en g, la cera líquida en L y el Clorox Granular al 65% en g, en la mezcla N°3 del “Segundo Baño por Catarata con 120 L/H₂O”; el Sulfato de Aluminio en 40 g x L y el Biocto en 1 cc x L, en la mezcla N°4 del “Baño para el pedúnculo con 20L/H₂O”, todos con su respectivo recálculo del gráfico de control X, con el propósito de estandarizar los procesos.

Se realizaron gráficos de comparación entre las medias de las muestras y los parámetros de la cantidad ideal para cada insumo utilizado durante el proceso de lavado, con la finalidad de determinar cuál presenta mayor pérdida de concentración mediante el uso de un Diagrama de Pareto, para recomendar medidas de control que eviten la pérdida de concentración del insumo y por lo tanto se mantenga la calidad de la piña durante todo su ciclo de vida, con el propósito de reducir costos por producto dañado a lo largo de la cadena de comercialización.

3.3.2 Identificación de los principales costos involucrados en el proceso de lavado y empaque de piña.

La compañía “Corporación Frutera del Pacífico S.A.” ha observado una disminución en los ingresos, por producto que ha sido identificado en mal estado al momento de la inspección en el punto de destino, el cual es descontado del pago, al momento de realizar la transferencia de efectivo, puesto que las compañías clientes revisan el producto, y desechan el que no cumple sus parámetros de calidad.

Se determinó el costo de producción por unidad de piña, mediante el cálculo de los costos promedio por proceso, que incluyen el tiempo que tarda la piña en pasar por dicho proceso, la mano de obra empleada, los insumos aplicados y los gastos indirectos, en los que se incurre, con la finalidad de determinar el costo de producir una caja de piña, para reflejar mediante una comparación del producto rechazado por mal estado en el punto de entrega y los costos de producirlo, las pérdidas financieras en las que incurre la planta al

permitir procesos que no cumplen los estándares de calidad establecidos para el empaque de piña fresca.

Los tiempos que tarda el fruto en cada proceso, se calcularon mediante la observación de 25 muestras conformadas por 10 Bines cada una, a las cuales se les estimó con el uso de un cronometro, el tiempo promedio que puede estar una piña en cada etapa.

La mano de obra se calculó mediante una revisión al organigrama de la planta, en el que se establecen la cantidad de operarios y salario base por proceso, determinándose el costo de una hora de trabajo equivalente a USD\$ 1.30.

El costo de los insumos aplicados se determinó mediante el análisis de las cantidades requeridas por cada una de las mezclas utilizadas en el proceso.

El costo del agua potable en galones y el consumo de energía eléctrica en kwh, componen los gastos indirectos de fabricación, que fueron prorrateados para cada proceso de acuerdo a la exigencia de la maquinaria empleada.

El cálculo de los costos de fabricación está disponible en el Anexo 8, el resumen de dichos datos se presenta en la sección de resultados de la identificación de los costos generales de producción, donde se indican los costos de producir una unidad de piña y una caja de los diferentes tamaños exportados, para posteriormente ilustrar por medio de un ejemplo los costos en los que se incurre cuando una compañía cliente rechaza producto que no cumple los estándares de calidad establecidos, al momento de realizar la inspección en el punto de entrega.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL PROCESO DE EMPAQUE DE PIÑA.

El sistema de BPM de piña, presenta un enfoque preventivo de gestión de la inocuidad mediante la identificación, evaluación y control de los peligros implicados en el proceso empaque, reduciendo las pérdidas económicas atribuibles a productos en mal estado o con calidad inaceptable, que se han dañado en el período de transporte, por causas originadas en la manipulación del fruto durante el flujo de procesos. El BPM es una parte de los sistemas de calidad que permiten, a través de un control estadístico, controlar y realizar los ajustes necesarios para satisfacer las necesidades de los clientes.

Por tanto a continuación se presentan una serie de resultados y análisis basados en mediciones referentes al manejo de la calidad en la planta, con el propósito de identificar los procesos que tienen variaciones y que puedan ser corregidos, para asegurar la calidad de la piña, desde la planta de poscosecha hasta su comercialización en los mercados de Estados Unidos y Europa.

4.1.1 Indicadores de control de calidad de piña.

Corporación Frutera del Pacífico S.A., tiene una cartera de clientes conformada por tres compañías de procesamiento de frutas tropicales, que son: Chiquita Brands Intl. (CB) de Italia, Latina Fresh Inc. (LF) de Estados Unidos y Hage International (HI) de Holanda. A continuación se presentan los parámetros de calidad establecidos por cada cliente sobre el color, la translucidez y el tamaño de la piña, basados en sus requerimientos particulares de producción.

4.1.1.1 Color de la cáscara.

La cáscara de la piña cambia de verde a amarillo. El porcentaje del área de la fruta con coloración amarilla en el momento de la cosecha depende de la variedad y del mercado final a que se dirige el producto.

Las escalas de color varían dependiendo de la variedad de la piña y la compañía comercializadora pero todas ellas se refieren al cambio de color de verde a amarillo de la fruta, que se inicia en la base de la fruta.

Se utilizan escalas de 0 a 5 y de 0 a 6 grados de coloración, para las cuales el 0 se refiere a la fruta verde (*full green*) y el número mayor de la escala, describe frutas que tienen 100% de coloración amarilla (*full gold*). El Figura 1 muestra la escala de color requerida para Chiquita Brands Intl. (CB), La Figura 2 la escala de Latina Fresh Inc. (LF) y la Figura 3 la escala de Hage International (HI).

Para el mercado de EE.UU. se requiere fruta con mayor coloración amarilla que para el mercado Europeo, por los cambios de color que ocurren durante el transporte y la diferencia en los tiempos de transporte a estos mercados. Es importante tomar en cuenta que el color externo de las frutas debe ser uniforme dentro de cada uno de los empaques.



Figura 1. Colores requeridos por la compañía Chiquita Brands Intl.
Fuente: Chiquita Gold Extra Sweet Pineapple Color Stage Guide.



Figura 2. Colores requeridos por la compañía Latina Fresh Inc.
Fuente: Colores de la piña, Latina Fresh Inc.2008.



Figura 3. Colores requeridos por la compañía Hage Inc.
Fuente: Pineapple Color Chart, Hage Inc.2008.

4.1.1.2 Traslucidez.

Es una forma de expresar el color de la pulpa de la piña, que cambia de una apariencia opaca (no transparente) cuando está inmadura, a una apariencia vidriosa y jugosa, debida al aumento en la cantidad de líquido contenido en las células a medida que las frutas se maduran. Estos cambios se deben a que la fruta inmadura contiene aire y menos jugo, situación que cambia conforme la fruta se va madurando. A mayor translucidez mayor susceptibilidad a daños mecánicos. Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A, adaptado por el autor.

Para medir la translucidez, se hace un corte transversal a la fruta, y se mide el % de área del corte con zonas translúcidas, utilizando distintas escalas (según la empacadora). Generalmente la fruta con más del 50% de área translúcida ha pasado su madurez óptima y es más susceptible a los daños mecánicos. Sin embargo, la translucidez también se asocia a condiciones climáticas de temperatura y lluvias en la etapa pre-cosecha.

El Cuadro 1 muestra la escala de translucidez utilizada por Corporación Frutera del Pacífico S.A.; dado que depende de factores asociados al manejo del cultivo, se utiliza dicha escala para las tres compañías clientes.

4.1.1.3 Tamaño.






Las cajas se empacan con un peso neto mínimo de 10 kg para fruta de tamaño 10, hasta un peso máximo de 14.4 kg para fruta de tamaño 5. El Cuadro 2 muestra la asignación de tamaño de acuerdo al peso mínimo y máximo en gramos que debe tener el fruto y el Cuadro 3 presenta una escala de unidades y rangos de pesos por caja de acuerdo al tamaño.

Cuadro 1. Tamaño del fruto de la piña de acuerdo al rango de peso.

Tamaño del fruto	Peso mínimo (g)	Peso máximo (g)
10	1,000	1,200
9	1,201	1,400
8	1,401	1,600
7	1,601	1,920
6	1,921	2,300
5	2,301	2,880







Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

Cuadro 2. Escala de traslucidez de Corporación Frutera del Pacífico S.A.

Grado	Especificaciones	Muestra
0	Traslucidez baja, no aceptable	
0.5	Traslucidez media, aceptable solo para Chiquita Brands Italia y Hage International.	
1	Traslucidez Deseable	
2	Traslucidez Deseable	
3	Traslucidez alta, no aceptable	

Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

Cuadro 3. Escala de unidades y rango de pesos por caja de acuerdo a tamaño.

Tamaño y und. por caja	Rango de pesos por caja	Muestra
10	10 kg a 12 kg	
9	10.81 kg a 12.6 kg	
8	11.21 kg a 12.8 kg	
7	11.21 kg a 13.44 kg	
6	11.51 kg a 13.98 kg	
5	11.51 kg a 14.4 kg	

Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

Requerimientos de calidad en el proceso de empaque de piña.

Según el IICA 2006, en su “Guía Práctica para la Exportación de Piña” los principales estándares que se deben cumplir para exportar son:

- El fruto se corta en un estado de madurez “sazón”.
- El tamaño del fruto debe ser de mediano a grande, es decir que tenga un peso aproximado de 1 a 2.2 kilos (2.2 a 5 libras).
- El fruto debe estar bien formado, con la cáscara sana, es decir, libre de golpes, heridas o daños causados por insectos y enfermedades.
- El pedúnculo debe estar bien recortado, sin desprender la parte carnosa del fruto.
- La corona debe tener una posición erecta y presentar un color verde brillante y estar bien unida al fruto. El tamaño de la corona debe ser proporcional o similar al tamaño del fruto.

Las frutas se deben empacar en cajas de cartón parafinadas o en cajas de madera de pino. De acuerdo a la primer opción, se acomodan de pie o traslapadas con separadores internos de cartón para evitar el roce entre las frutas. En la segunda opción los frutos se colocan únicamente traslapados tratando de no poner más de dos capas de fruta. En este tipo de caja se utiliza material de relleno o amortiguador para evitar el magullamiento del fruto. El número de frutas que se empacan por caja varía según su tamaño y peso, habiendo cajas de 5, 6, 7 y hasta 10 frutos. El peso neto de la caja depende de la cantidad de fruta y oscila entre los 10 kg y 15 kg.

La vida aproximada del fruto cuando está en tránsito y almacenamiento es de 2 a 4 semanas, con una temperatura de 7 a 13°C (45-55°F) y una humedad relativa de 85% a 90% cuidando que no se presenten daños por enfriamiento al presentarse una temperatura menor de 7°C (45°F).

4.1.1.4 Calidad requerida del fruto.

De acuerdo al Informe del Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, publicado por FAO, en la sección de disposiciones relativas a la calidad del fruto de la piña, se deben cumplir en todas las categorías, de conformidad con las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas para tener un producto de calidad exportable, los requisitos que a continuación se presentan:

- Enteras, con la corona o sin ella.
- Frescas, incluidas en su caso las coronas, que deberán estar exentas de hojas muertas o desecadas.
- Sanas y exentas de podredumbre, que haga que no sean aptas para el consumo.
- Limpias y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible.
- Exentas de manchas oscuras internas.
- Prácticamente exentas de plagas que afecten al aspecto general del producto.
- Prácticamente exentas de daños causados por plagas.

- Exentas de magulladuras pronunciadas.
- Exentas de daños causados por altas y/o bajas temperaturas.
- Exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Exentas de cualquier olor y/o sabor extraños.
- Cuando tengan pedúnculo, su longitud no deberá ser superior a 2 cm, y el corte deberá ser transversal, recto y limpio.
- El fruto deberá ser fisiológicamente maduro, es decir, no presentar señales de inmadurez, (opacidad, falta de sabor, pulpa demasiado porosa o de madurez excesiva, pulpa demasiado traslúcida o fermentada).

Las piñas deberán haberse recolectado cuidadosamente y haber alcanzado un grado apropiado de desarrollo y madurez, de acuerdo con los criterios peculiares de la variedad y/o tipo comercial y la zona en que se producen.

El desarrollo y condición de las piñas deberán ser tales que les permitan soportar el transporte, la manipulación y la capacidad de llegar en estado satisfactorio al lugar de destino.

4.1.1.5 Estándares de calidad de la piña en la etapa de cosecha.

El Fruto debe ser fresco y sano sin elementos extraños o presencia de daños por insectos, con una textura firme y sin deformaciones puesto que la fruta de forma cónica se considera de segunda calidad. En cuanto al pedúnculo se considera que debe estar seco y tener leves protuberancias en la base. El grado de maduración debe ser estimado de acuerdo el tiempo aproximado de traslado a su destino con una maduración promedio de 1/2 a 3/4 el momento de la llegada.

Los estándares de calidad en la cáscara son:

- Sin quemaduras químicas o por el sol (la quemadura química que no afecte a la pulpa se acepta como de segunda).
- Cuello leve o inexistente (daño medio es fruta de segunda).
- Ausencia de daño por picudo, corcho, Thielaviopsis y gomosis.
- Sin humedad externa, manchas de sol, lesiones, cicatrices o signos de plagas o enfermedades.

Los estándares de calidad para la corona de la piña de exportación son:

- Una corona limpia, derecha y bien formada (múltiples coronas, corona doblada o corona pequeña es de segunda).
- Las hojas de la corona deben ser verdes y frescas, sin espinas prominentes.
- Ausencia de insectos.

4.1.1.6 Estándares de calidad de la piña en la etapa de procesamiento.

Dentro de los requisitos de procesado, se debe considerar el contenido total de sólidos solubles en la pulpa del fruto, que deberá ser como mínimo de 12°Brix, los cuales se determinarán mediante la toma de muestras representativas del jugo de la fruta entera, tomando en cuenta que antes de la selección por tamaño se realiza la clasificación de las piñas en tres categorías que se definen a continuación:

1. Categoría “Extra” para exportación: Las piñas de esta categoría serán posteriormente seleccionadas de acuerdo a su tamaño (que varía entre 5 y 10), deberán ser de calidad superior y no tener defectos, su calidad y estado de conservación.
La corona deberá ser, simple, recta y sin brotes con una longitud entre el 50% y el 150% de la longitud del fruto, para las piñas con coronas sin recortar.
2. Categoría “I” para mercado interno: Las piñas de esta categoría deberán ser de buena calidad y pueden presentar defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad y estado de conservación.
Los defectos permisibles son de forma, de coloración (incluyendo manchas producidas por el sol) y de la piel (es decir, rasguños, cicatrices, raspaduras y magulladuras) que no excedan del 4% de la superficie total. Los defectos no deberán afectar en ningún caso a la pulpa del fruto.
La corona deberá ser simple y recta o ligeramente curvada y sin brotes, y de una longitud que represente entre el 50% y el 150% de la longitud del fruto para las piñas con coronas recortadas o sin recortar.
3. Categoría “II” para uso agroindustrial: Esta categoría comprende las piñas que no clasifican para los mercados de producto fresco, por lo que serán destinadas para la elaboración de productos agroindustriales como la jalea, bebidas instantáneas y otros productos a base de piña.

4.1.1.7 Estándares de calidad del producto final.

El producto final se determina por el peso medio del fruto. En el Cuadro 4, se puede observar los diferentes pesos promedio por calibre con corona y sin corona. Lo cual se logra después de completar la caja de piña, a través de una pesa eléctrica.

Cuadro 4. Pesos promedio de la piña con corona y sin corona.

Código de calibre	Peso medio	
	Con corona (g)	Sin corona (g)
A (5)	2300	1910
B (6)	1900	1580
C (7)	1600	1330
D (8)	1400	1160
E (9)	1200	1000
F (10)	1000	830

Fuente: Informe del Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, FAO (2009), adaptado por el autor.

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y estar constituido únicamente por piñas del mismo origen, variedad, y/o tipo comercial, calidad y calibre. Las piñas de la Categoría “Extra” deberán ser de color y madurez homogéneos. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el contenido.

Las piñas deberán empacarse de manera que el producto quede debidamente protegido. El material utilizado en el interior de los envases deberá ser nuevo, estar limpio y ser de calidad tal que impida que se provoquen daños externos o internos al producto. Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxicos.

Las piñas deberán comercializarse en cajas que se ajusten al Código Internacional de Prácticas Recomendado para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas las cuales deberán satisfacer las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia necesarias para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiados de las piñas, además de estar exentas de cualquier materia u olor extraños. Si el producto no es visible desde el exterior, cada caja deberá etiquetarse con el nombre del producto y facultativamente con el de la variedad y además debe indicarse la ausencia de la corona. A continuación se enlista una serie de parámetros oficiales sobre el etiquetado de cajas:

- Identificación: Nombre y dirección del exportador, envasador y/o expedidor, con su respectivo código de identificación.
- Naturaleza del producto: Nombre del producto si el contenido no es visible desde el exterior, nombre de la variedad y/o tipo comercial y deberá indicarse la ausencia de la corona en caso de no tenerla.
- Origen del producto: País de origen y nombre del lugar, distrito o región de producción.
- Identificación comercial: Que incluye categoría, calibre (código de calibre o peso medio en gramos), número de unidades y peso neto; y,
- Marca de inspección oficial.

4.1.1.8 Empacado de piña.

Consiste en colocar dentro de cajas de cartón corrugado las frutas uniformizando según tamaño y color de las mismas. El empaque es una labor delicada ya que el trato que hay que dar a la fruta debe ser muy sutil para no provocar daños por manipulación a la misma. Este procedimiento debe ser supervisado por todo el personal que labora en el empaque de la fruta, como también el gerente de producción y el supervisor de planta.

Antes de ingresar a la planta los empleados deben colocarse el delantal, la redcilla y las botas de hule cumpliendo con las medidas de seguridad e higiene establecidas por la planta empacadora teniendo el cuidado de pasar por la pila de lavado de zapatos, para desinfectarlos con una solución de amonio cuaternario. Después se deben lavar las manos, dedos, uñas y codos con abundante jabón y agua, teniendo el cuidado de secarse las manos con el secador de manos.

Se deben preparar los materiales que se requieren en el puesto de trabajo como lo son el rollo de etiquetas adhesivas, el número de empacador, los divisores y los esquineros. En la banda transportadora aérea se encuentran las cajas vacías lo que facilita al empacador alcanzarlas y colocarlas en las mesas de empacado.

Clasificar y empacar la fruta por tamaño y color uniforme, con un sistema de empaque horizontal (frutas acostadas) y amarrado es decir se pone una fruta hacia una dirección y la que sigue en posición contraria. La persona que empaca debe colocar y pegar la etiqueta del empacado y el número personal de empacador.

Una vez empacada la fruta el empacador coloca la caja en la banda corrediza y esta se mueve por gravedad. Se verifica el peso de la caja llena, el tamaño de la fruta la uniformidad del color y la presentación de la caja. La colilla sirve para identificar la marca de la empresa comercializadora. Debe ser puesta en las hojas inferiores de la corona por medio de un sujetador plástico.

La caja tipo bandeja de cartón parafinado es la más usada en la actualidad por la mayoría de plantas empacadoras de piña con actividades de exportación. En el Cuadro 5 se muestran las dimensiones de los tamaños comercializados en el mercado internacional.

Cuadro 5. Dimensiones de las cajas de cartón parafinado usadas en el empaque de piña.

Tamaño	Peso Mínimo (kg)	Peso Máximo (kg)	Peso Promedio (kg)	Peso por caja (kg)
5	2.31	2.80	2.46	12.5
6	1.93	2.20	2.05	12.5
7	1.64	1.91	1.78	12.5
8	1.43	1.62	1.53	12.0
9	1.22	1.40	1.31	12.0
10	0.91	1.10	1.00	10.0

Fuente: Informe del Comité del Codex sobre Frutas y Hortalizas Frescas, FAO (2009), adaptado por el autor.

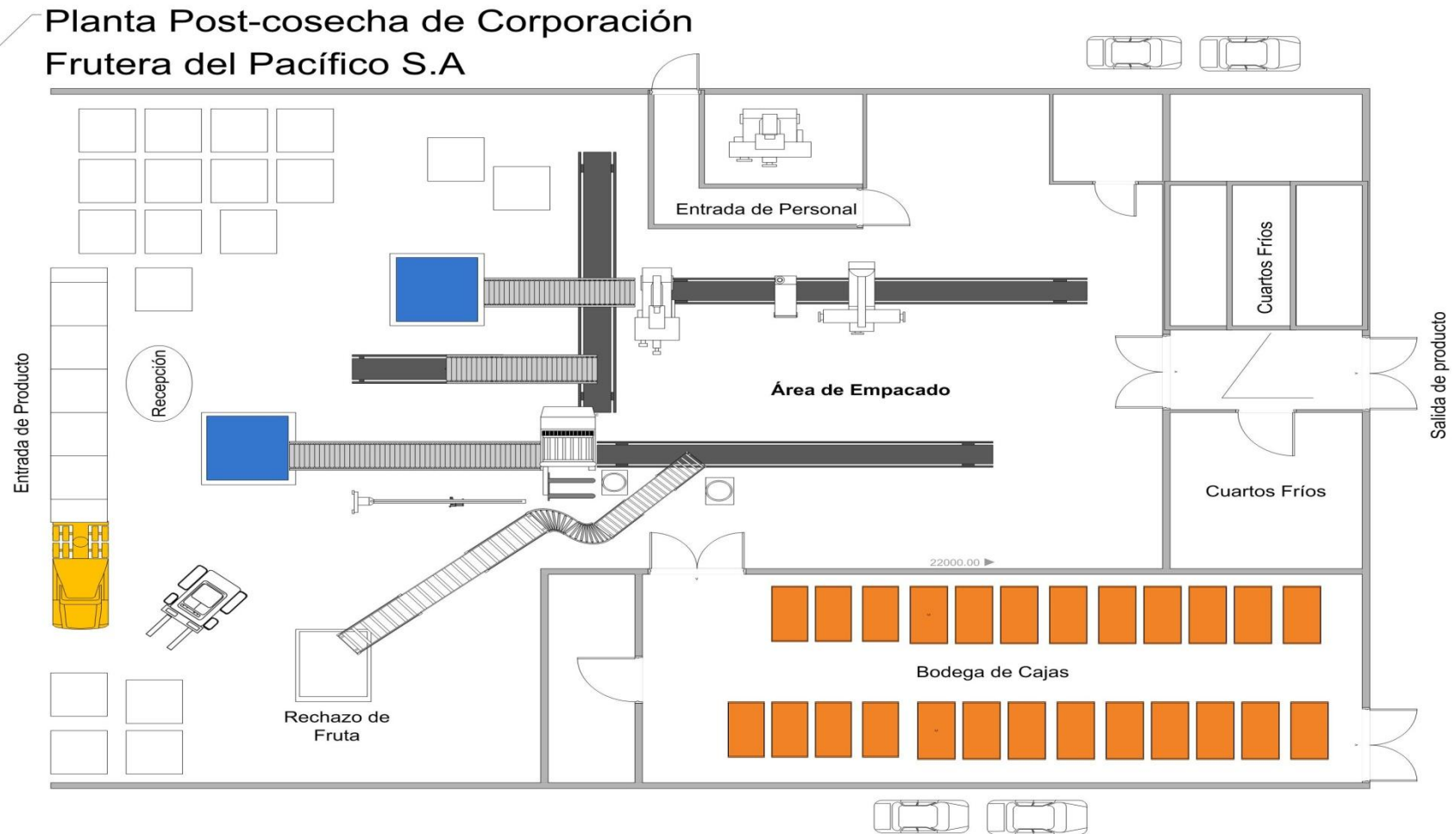
4.1.2 Descripción del proceso de empacado de piña y estimación del tiempo promedio que tarda el fruto en pasar por cada uno de los puntos del flujo de procesos de lavado y empaque.

Con base a observación directa se realizó un diagrama de flujo que detalla el proceso a seguir con esto se permitió realizar una medición del tiempo que tardan los frutos en ser empacados, desde la entrada a la planta hasta la salida como producto final. Así mismo, esta información ayudó a desarrollar gráficos de control X y R para cada una de las etapas del proceso.

Por medio del uso de los datos observados, se determinaron valores medios para cada etapa, las cuales fueron utilizadas para realizar un cuadro de costos promedio por proceso. Dicho cuadro incluye el tiempo que tarda la piña en pasar por el proceso, la mano de obra empleada, los insumos aplicados y los gastos indirectos, en los que se incurre, con la finalidad de determinar el costo de producir una caja de piña, para reflejar mediante una comparación del producto rechazado por mal estado en el punto de entrega y los costos de producirlo, las pérdidas financieras en las que incurre la planta al permitir procesos que no cumplen los estándares de calidad establecidos para el empaque de piña fresca.

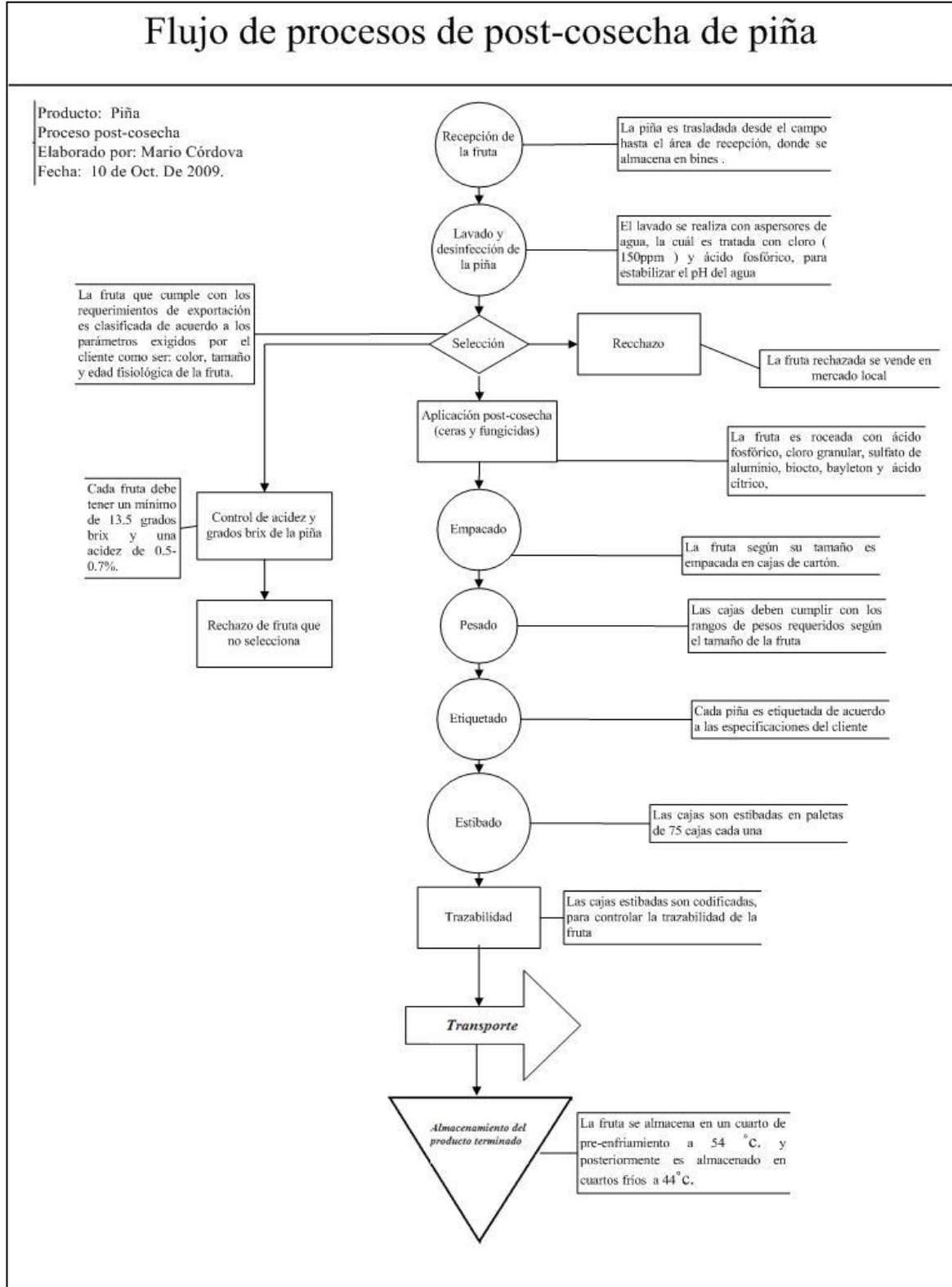
A continuación se presenta el diseño de planta junto con el diagrama de Flujo de Procesos de post-cosecha de piña con su respectiva descripción. La información de los tiempos promedio de la piña por proceso se recopiló durante un período de 25 días del 2 de marzo de 2009 al 3 de abril de 2009, en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los cuales representan el valor promedio diario de la muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. La información sobre los datos recolectados está disponible en el Anexo 9

4.1.2.1 Diseño de la Planta Post-cosecha de Corporación Frutera del Pacífico S.A.






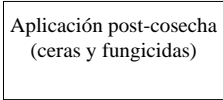



Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

4.1.2.2 Diagrama de flujo de procesos de post-cosecha de piña, en la planta Corporación Frutera del Pacífico S.A.



Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

4.1.2.3 Descripción del flujo de procesos de post-cosecha de piña, en la planta Corporación Frutera del Pacífico S.A.

Símbolo	Número de operación	Descripción	Materiales y Equipos	Tiempo (min)
	1	La piña es trasladada desde el campo hasta el área de recepción, donde se almacena en bins.	Casco de seguridad. Zapato cerrado para el operador del montacargas. Lingas. Botas de hule	8.50
	2	El lavado se realiza con aspersores de agua, la cuál es tratada con cloro (150ppm) y ácido fosfórico, para estabilizar el pH del agua.	Bomba de agua. Peachímetro. Cloro granulado.	10.76
	3	La fruta rechazada se vende en mercado local.	Cuchillos, Botas de hule, Guantes plásticos, Delantal, Tabla de Defectuoso y colores.	2.48
	4	La fruta es tratada con ácido fosfórico, cloro granular, sulfato de aluminio, biocto, bayleton y ácido cítrico.	Redecilla, Guantes, Delantal, Botas de hule, Mascarilla, Refractómetro, Pesa digital, Clorímetro, Peachímetro, Probeta, etc.	4.63
	5	La fruta según su tamaño es empacada en cajas de cartón.	Cajas de cartón, Etiquetas de número del empacador. Delantal plástico, Redecilla, Guantes de hule.	1.49
	6	Las cajas deben cumplir con los rangos de pesos requeridos según el tamaño de la fruta.	Bascula Tabla de pesos requeridos.	15.25
	7	Cada piña es etiquetada de acuerdo a las especificaciones del cliente	Etiquetas, Plastiflechas, Pistola de plastiflechas	1.52

	8	Las cajas son estibadas en paletas de 75 cajas cada una.	Tarimas, Calcamonias para identificar el tamaño de las cajas de la paleta.	4.02
	9	Las cajas estibadas son codificadas, para controlar la trazabilidad de la fruta.	Sello Crayola Rollos de Marquilla.	23.71
	10	Movilización de las tarimas al cuarto de pre-enfriamiento, Haiter.	Haiter.	220
	11	La fruta se almacena en un cuarto de pre-enfriamiento a 54 °c. Y posteriormente es almacenado en cuartos fríos a 44 °c.	Tarimas, Haiter	4.05

Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

4.1.3 Principales defectos de la piña originados en el campo.

Usando el diagrama de flujo y apoyado en el uso de una hoja de verificación por atributos de piña a descartar, se realizó una medición del porcentaje de ocurrencia de los principales defectos provocados por las actividades de siembra, manejo y cosecha del cultivo. Esto en vista que afectan el proceso de empaclado.

La toma de datos consistió en un muestreo aleatorio de la cantidad total de piñas descartadas por presentar defectos y piñas aprobadas con calidad de exportación de 10 bienes diarios durante 25 días. En la etapa de selección por atributos del flujo de procesos, se define que producto pertenece a la categoría “Extra” aprobada para la exportación y que producto está dentro de la “Categoría I” de venta en el mercado local así como la “Categoría II” que será descartada para venderse como materia prima de productos agroindustriales.

Los datos fueron tomados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009, sumando un total de 250 mediciones, provenientes de 10 Bines muestreados por día durante un período de 25 días. Los defectos que se evaluaron en el fruto son los siguientes:

Cuadro 6. Los defectos fueron agrupados en siete categorías, con el propósito de determinar la media de ocurrencia de la categoría que tiene un mayor número de observaciones por procedimientos inadecuados en las actividades de siembra, manejo y cosecha del cultivo, las cuales son:

<i>Defectos fisiológicos</i>	<i>Manejo inadecuado</i>	<i>Defecto en el cuello</i>	<i>Defectos en la corona</i>	<i>Defecto en el pedúnculo</i>	<i>Defecto en la base</i>	<i>Daño por contaminación ambiental</i>
Fruta Verde	Quema del Sol	Cuello Doblado	Descoronación en el Campo	Exceso de Pedúnculo	Café en la Base	Daño de Roedores
Fruta Madura	Estrés	Cuello en la Base	Corona Quemada	Pedúnculo Viejo	Bolsa de Cuero	Gumosis
Fruta mal Formada	Golpe Fuerte		Corona Dañada	Pedúnculo Rajado		Cochinilla
Fruta Pequeña	Cascara Rayada		Corona Pequeña			Erwinia
Fruta Grande	Daño Mal Amarre					
Fruta Cónica	Mal Corte					

Fuente: Corporación Frutera del Pacífico S.A., (2009), adaptado por el autor.

Se desarrollaron gráficas de control “np” para cada una de las categorías de defectos que puede presentar la piña en la etapa de selección, basadas en los datos recolectados con la hoja de verificación por atributos de piña a descartar utilizándose las formulas de cálculo expuestas en la Figura 4.

$$\begin{aligned}
 LCS &= n\bar{p} + 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \\
 LC &= n\bar{p} \\
 LCI &= n\bar{p} - 3 \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}
 \end{aligned}
 \qquad
 \bar{p} = \frac{\Sigma \text{ Defectuosos}}{n \times \# \text{ muestras}}$$

Figura 4. Formulas usadas para el cálculo de gráficas “np”.

Fuente: Ing. Rosa A. Zelaya, Materiales de clase, Curso de Gestión de la Calidad Total, Carrera de Ingeniería en Administración de Agronegocios, EAP - Zamorano (2008).

4.1.3.1 Diagrama de Pareto.

Mediante la frecuencia de ocurrencia de defectos evaluados para obtener piñas con calidad de exportación, clasificados en categorías que contengan defectos similares, se desarrolló un Diagrama de Pareto para identificar la mayor incidencia en los defectos originados en el campo que tienen mayor número de observaciones, con el propósito de recomendar medidas de control que disminuyan el número de unidades con defectos provenientes del campo por las prácticas incorrectas o factores externos controlables.

Los datos usados proceden de la hoja de verificación de piña a descartar, con los cuales se trabajó calculándose en primer lugar la media de incidencia de cada defecto por Bin muestreado para obtener la media de los 25 lotes conformados por 10 Bines cada uno.

Con la media de los defectos por lotes, disponible en el Anexo 10, se procedió a calcular la media de las categorías de los defectos, con el propósito de obtener los datos para desarrollar el diagrama de Pareto presentados en el Cuadro 7, que refleja el promedio de defectos por lote y por categoría, la cantidad acumulada de defectos, el porcentaje de participación de cada categoría de defectos y el porcentaje acumulado de dichas categorías.

Cuadro 7. Datos para el Diagrama de Pareto de las categorías de defectos que causan daño en el fruto.

Categorías de defectos	Cantidad	Acumulado	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado %
Fisiológicos	15.06	15.06	22.3	22
Manejo Inadecuado	15.01	30.06	22.2	45
Contaminación Vectorial	10.03	40.10	15	59
Corona	9.76	49.85	14	74
Pedúnculo	7.56	57.41	11	85
Cuello	5.12	62.53	8	93
Exceso de Humedad en la Base	4.99	67.52	7	100
Suma	67.52	322.53	100	

La Figura 5. muestra el Diagrama de Pareto en el cual se observa en el eje vertical primario la cantidad promedio de defectos por Bin, en el eje vertical secundario el porcentaje de la cantidad de defectos y en el eje horizontal las categorías de defectos evaluados en la etapa de selección de la piña con calidad de exportación.

Se observa que las categorías de defectos con mayor incidencia fueron los Defectos Fisiológicos con 22.3% de participación, seguido de los Defectos por Manejo Inadecuado de la piña con un 22.2%, que contienen factores como: fruta verde, fruta madura, fruta mal formada, fruta pequeña, fruta grande y fruta cónica en el caso de los defectos fisiológicos y quema del sol, estrés, golpe fuerte, cáscara rayada, daño mal amarre y mal corte en el caso de los defectos por manejo inadecuado.

El diagrama nos ayuda a focalizar los esfuerzos del análisis en las principales causas de defectos fisiológicos, Manejo Inadecuado, Contaminación Vectorial, Corona, Pedúnculo, Cuello y Exceso de Humedad en la Base.

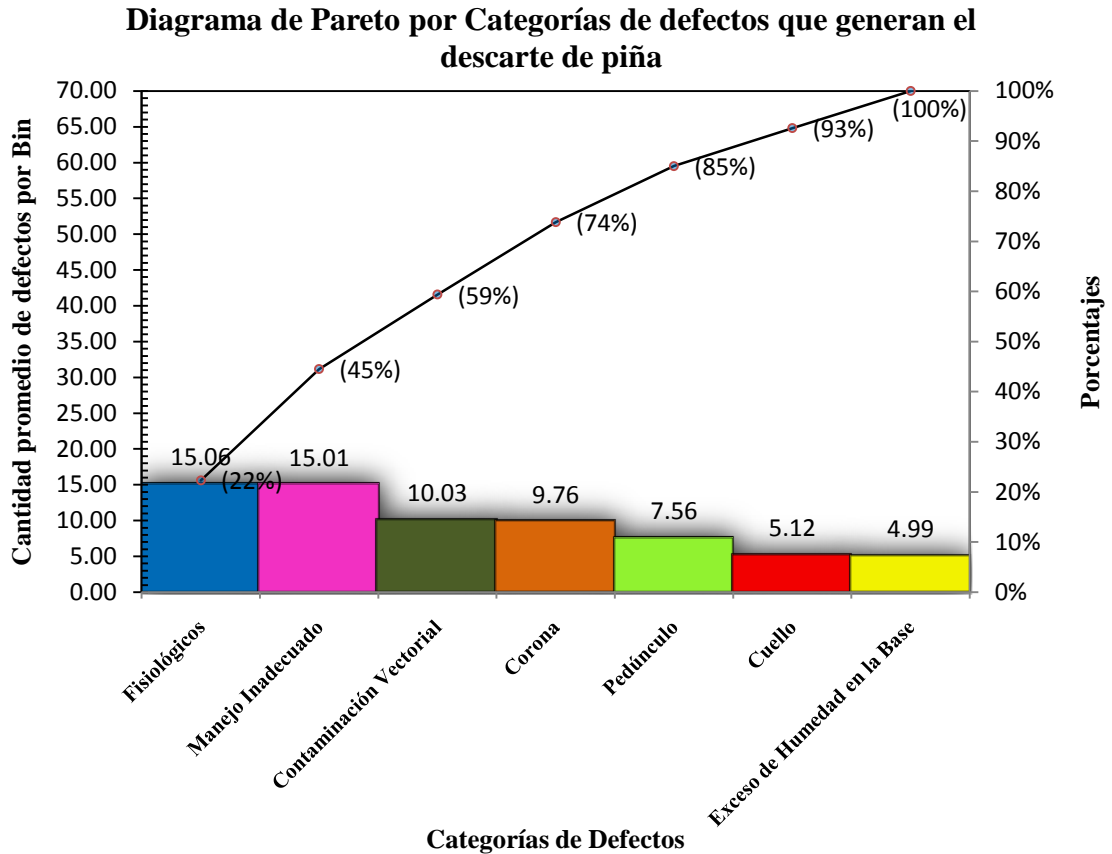


Figura 5. Diagrama de Pareto por la media de incidencia de acuerdo a las categorías de defectos.

4.1.3.2 Recolección de datos y gráficos de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.

Mediante el uso de la hoja de verificación de piña a descartar disponible en el Anexo 3 y los datos de las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote disponibles en el Anexo 11, se calculó las medias de los defectos por Fruta Verde, Fruta Madura, Fruta mal Formada, Fruta Pequeña, Fruta Grande y Fruta Cónica, agrupados en la categoría de Defectos Fisiológicos obteniéndose el gráfico de control np para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote. El Cuadro 8 contiene la suma de los promedios de aparición de defectos fisiológicos de la piña descartada por lote, en cual se calculó el n de la población de la muestra equivalente a 397 y el p de la fracción de piñas no conformes equivalente a 0.0379.

Cuadro 8. Suma de las Medias de defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.

Lote	Media und./Bin	Suma Defectos fisiológicos
1	557	16
2	396	15
3	382	14
4	406	15
5	366	15
6	416	15
7	431	16
8	383	14
9	336	15
10	396	16
11	392	14
12	416	15
13	336	14
14	415	17
15	362	14
16	429	13
17	428	15
18	367	17
19	495	16
20	392	18
21	395	16
22	365	16
23	372	16
24	333	14
25	357	13
Suma	9,923	376
n	397	
p (fracción de piñas no conformes)	0.0379	

El Cuadro 9. contiene los cálculos sobre los límites de control “np” superior e inferior usados para el desarrollo del gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.

Cuadro 9. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.

Límites “np” para las medias de los defectos fisiológicos			
n	397	LCSnp	26.4737
p (fracción de piñas no conformes)	0.0379	LCnp	15.0560
		LCInp	3.6383

La Figura 6 expone el gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote, aquí se observa que la mayoría de puntos de control están alrededor de la línea central “np”, indicando que todos los Bines muestreados presentaron un número medio de piñas con defectos fisiológicos aceptable no mayor al límite de control superior de 26 und./Bin y no menor al límite de control inferior de 4 und./Bin. La mayoría de los puntos se mueven alrededor de la línea central indicando que el proceso esta ajustado. Las muestras con menor número de defectos fueron los lotes 16 y 25 con una media de 13 und./Bin y las muestras con mayor número de defectos fueron los lotes 18 y 20 con una media de 17 y 18 und./Bin respectivamente, determinándose que la variación en el proceso de selección de piña mediante la evaluación por defectos fisiológicos es consistente y está bajo control, indicando que el promedio de los defectos fisiológicos se encuentran alrededor de la línea central, por lo cual los limites tanto superior como inferior se deben de ajustar al promedio de defectos en la piña.

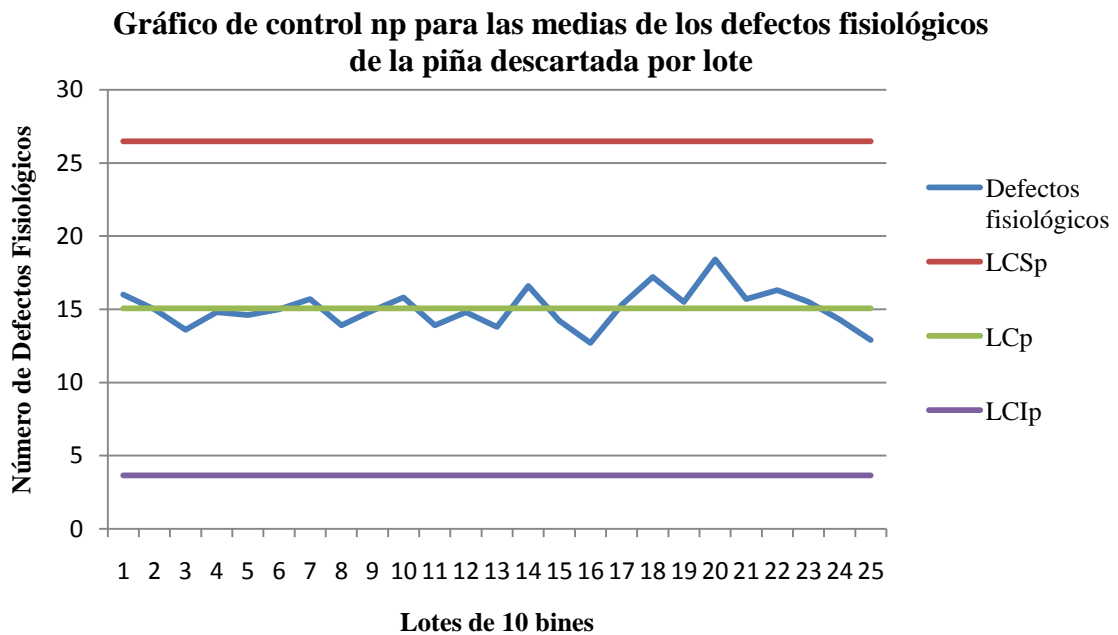


Figura 6. Gráfico de control “np” para las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote.

4.1.3.3 Recolección de datos y gráficos de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.

Mediante el uso de la hoja de verificación de piña a descartar disponible en el Anexo 3 y los datos de las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote disponibles en el Anexo 12, se calculó las medias de los defectos por Quema del sol, Estrés, Golpe Fuerte, Cáscara Rayada, Daño mal Amarre y Mal Corte, agrupados en la categoría de Defectos por Manejo Inadecuado obteniéndose el gráfico de control np para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote. El Cuadro 10 contiene la suma de las Medias de defectos por manejo inadecuado, en cual se calculó el n de la población de la muestra equivalente a 397 y el p de la fracción de piñas no conformes equivalente a 0.0378.

Cuadro 10. Suma de las Medias de defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.

Lote	Media und./Bin	Suma Defec. por manejo inad.
1	557	13
2	396	15
3	382	16
4	406	16
5	366	15
6	416	15
7	431	15
8	383	14
9	336	16
10	396	16
11	392	17
12	416	15
13	336	16
14	415	15
15	362	14
16	429	14
17	428	16
19	495	14
20	392	15
21	395	14
22	365	15
23	372	14
24	333	14
25	357	17
Suma	9,923	375
n	397	
p (fracción de piñas no conformes)	0.0378	

El Cuadro 11. contiene los cálculos sobre los límites de control “np” superior e inferior usados para el desarrollo del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.

Cuadro 11. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.

Límites “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado			
n	397	LCSnp	26.4082
p (fracción de piñas no conformes)	0.0378	LCnp	15.0080
		LCInp	3.6078

La Figura 7 expone el gráfico de control np para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote, en el cual se observa que la mayoría de puntos de control están alrededor de la línea central np, indicando que todos los Bines muestreados presentaron un número medio de piñas con defectos por manejo inadecuado aceptable no mayor al límite de control superior de 26 und./Bin y no menor al límite de control inferior de 4 und./Bin. Las muestras con menor número de defectos fueron los lotes 16 y 19 con una media de 14 und./Bin y las muestras con mayor número de defectos fueron los lotes 11, 17 y 25 con una media de 17, 16 y 17 und./Bin respectivamente, determinándose que la variación en el proceso de selección de piña mediante la evaluación de defectos por manejo inadecuado es consistente y está bajo control, indicando que el promedio de los defectos fisiológicos se encuentran alrededor de la línea central, por lo cual los límites tanto superior como inferior se deben de ajustar al promedio de defectos en la piña.

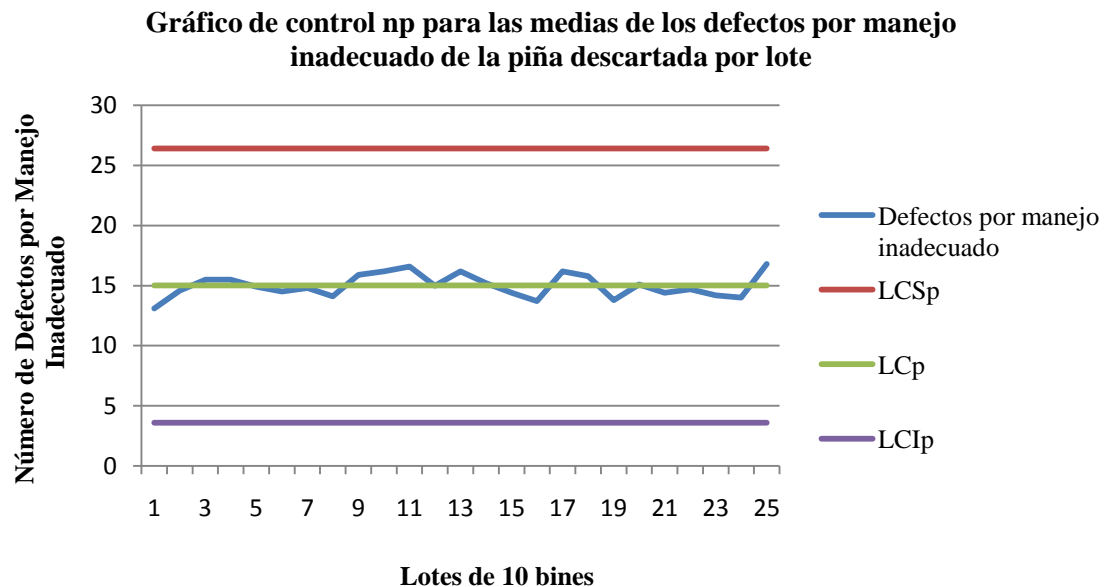


Figura 7. Gráfico de control “np” para las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote.

4.1.3.4 Recolección de datos y gráficos de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.

Mediante el uso de la hoja de verificación de piña a descartar disponible en el Anexo 3 y los datos de las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote disponibles en el Anexo 13, se calculó las medias de los defectos por Daño de Roedores, Gumosis, Cochinilla y Erwinia, agrupados en la categoría de Defectos por Contaminación Vectorial, obteniéndose el gráfico de control np para las medias de los defectos por Contaminación Vectorial por lote. El Cuadro 12 contiene la suma de las Medias de defectos por contaminación vectorial, en cual se calculó el n de la población de la muestra equivalente a 397 y el p de la fracción de piñas no conformes equivalente a 0.0253.

Cuadro 12. Suma de las Medias de defectos por contaminación vectorial.

Lote	Media und./Bin	Suma Defectos por contam.
1	557	10
2	396	9
3	382	9
4	406	10
5	366	10
6	416	10
7	431	10
8	383	10
9	336	10
10	396	11
11	392	9
12	416	10
13	336	12
14	415	11
15	362	11
16	429	9
17	428	10
18	367	11
19	495	10
20	392	11
21	395	10
22	365	9
23	372	10
25	357	9
Suma	9,923	251
n	397	
p (fracción de piñas no conformes)	0.0253	

El Cuadro 13. contiene los cálculos sobre los límites de control “np” superior e inferior usados para el desarrollo del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.

Cuadro 13. Límites del gráfico de control “np” para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.

Límites “np” para las medias de los defectos en el pedúnculo			
n	397	LCSnp	19.4132
p (fracción de piñas no conformes)	0.0190	LCnp	10.0320
		LCInp	0.6508

La Figura 8. expone el gráfico de control “np” para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote, en el cual se observa que la mayoría de puntos de control están alrededor de la línea central “np”, indicando que todos los Bines muestreados presentaron un número medio de piñas con defectos por contaminación vectorial aceptable no mayor al límite de control superior de 19 und./Bin y no menor al límite de control inferior de 1 und./Bin. Las muestras con menor número de defectos fueron los lotes 22 y 25 con una media de 9 und./Bin y las muestras con mayor número de defectos fueron los lotes 13 y 20 con una media “np” de 11 und./Bin respectivamente, determinándose que la variación en el proceso de selección de piña mediante la evaluación de defectos por contaminación vectorial es consistente y está bajo control.

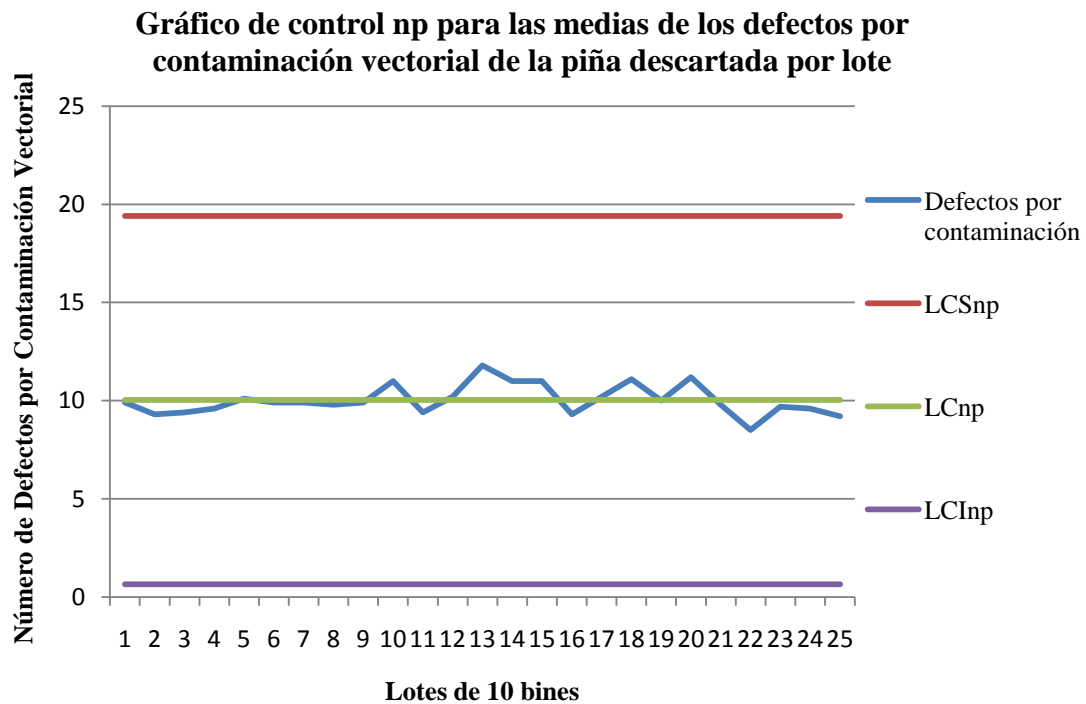


Figura 8. Gráfico de control np para las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote.

4.1.3.5 Diagrama de Pareto para la identificación de los insumos con mayor pérdida de concentración.

Así como los defectos descritos en las secciones anteriores, los tratamientos que se somete la piña durante el empacado, pueden ser el objeto de variaciones que afectan su calidad. Por lo anterior se procedió a desarrollar un análisis similar.

Las medias de las muestras, utilizadas para realizar las comparaciones entre los parámetros ideales de concentración de los insumos en las cuatro mezclas aplicadas a la piña durante el proceso de lavado y la cantidad presente observada, se organizaron mediante una distribución gráfica en orden descendente, de izquierda a derecha y agrupados en barras, con el propósito de determinar un orden entre los insumos que menos concentración perdieron y los insumos que necesitan ser recargados durante la jornada de operación. Los datos utilizados para la realización del diagrama se muestran en el Cuadro 14.

El diagrama de la Figura 8, muestra gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales) ya que varios de los insumos (Acido Cítrico, Cera Líquida etc.) tienen una relevancia media puesto que no influyen directamente en el tratamiento de potenciales vectores de pudrición o enfermedades, ya que su función es cuidar la apariencia del fruto, frente a unos pocos de alta consideración como el Biocto y el Clorox Granular cuya función es la eliminación de hongos y bacterias en la cáscara, corona y pedúnculo. Los cálculos realizados para el desarrollo del diagrama están disponibles en el Anexo 14.

Cuadro 14. Perdida de concentración de los insumos del proceso de lavado.

<i>Insumos del proceso de lavado</i>	<i>Diferencia Registrada %</i>	<i>Dif. Reg. Acumulada</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje Acumulado</i>
Bio - 4 ^a	28.2	0.28	18.68	18.68
CG - 1 ^b	17.1	0.45	11.35	30.03
CG - 3 ^c	16.5	0.62	10.95	40.98
AF - 1 ^d	16.2	0.78	10.72	51.70
AF - 3 ^e	16.0	0.94	10.59	62.29
BY - 2 ^f	15.8	1.10	10.47	72.76
SA - 4 ^g	15.0	1.25	9.94	82.71
AC - 2 ^h	14.8	1.40	9.80	92.51
CL - 3 ⁱ	11.3	1.51	7.49	100

^(a)Bio - 4 = Biocto en la Mezcla 4 "Baño para el pedúnculo 20 L/H₂O" (1 cc x L).

^(b)CG - 1 = Clorox Granular al 65% en la Mezcla 1 "Tina de Lavado Inicial" (cc).

^(c)CG - 3 = Clorox Granular al 65% en la Mezcla 3 "Segundo baño por catarata 120 L/H₂O" (g).

^(d)AF - 1 = Acido Fosfórico en la Mezcla 1 "Tina de Lavado Inicial" (cc).

^(e)AF - 3 = Acido Fosfórico en la Mezcla 3 "Segundo baño por catarata 120 L/H₂O" (g).

^(f)BY - 2 = Bayleton en la Mezcla 2 "Primer Baño por Catarata" (g).

^(g)SA - 4 = Sulfato de Aluminio en la Mezcla 4 "Baño para el pedúnculo 20 L/H₂O" (40g x L).

^(h)AC - 2 = Acido Cítrico en la Mezcla 2 "Primer Baño por Catarata" (g).

⁽ⁱ⁾CL - 3 = Cera Líquida en la Mezcla 3 "Segundo baño por catarata 120 L/H₂O" (L).

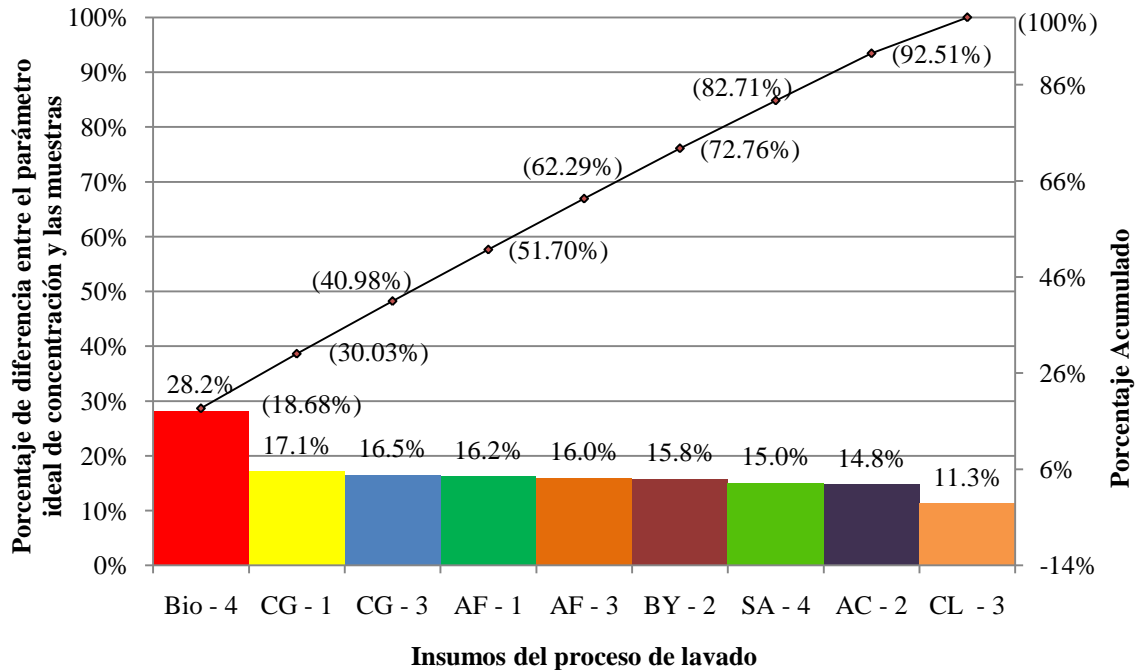


Figura 9. Diagrama de Pareto de los insumos del proceso de lavado en cada una de las cuatro marmitas.

De todos los insumos utilizados en el proceso de lavado y desinfección de piña, el Biocto y el Cloro Granular al 65%, Acido Fosfórico demostraron ser los que más pérdida de concentración en las mezclas registraron, con valores de 28.2%, 17.1% y 16.2% respectivamente.

4.1.4 Comparación de las concentraciones de los químicos aplicados a la piña durante el proceso de lavado.

Los datos recolectados mediante el uso de la hoja de verificación de mezclas de insumos aplicados a la piña, disponibles en el Anexo 15; se utilizaron como base para calcular la media y el rango de las muestras de las concentraciones de insumos en grupos de 10 Bines, con el propósito de obtener 25 muestras representativas, a las cuales se les calcularon los límites de control superior e inferior de la media y el rango, para el desarrollo de las gráficas de control X y R, con la finalidad de determinar los puntos fuera de control, si la variación del proceso es atribuible al proceso (bajo control) o no atribuible (fuera de control).

La Figura 9. indica las formulas utilizadas para el cálculo de los límites de control superior e inferior de las graficas de control X y R para 25 muestras, con un valor constante A_2 equivalente a: 0.153, para el gráfico de control X y valores constantes D_4 y D_3 equivalentes a: 1.541 y 0.459, respectivamente para el gráfico de control R. Estos valores se obtuvieron de la tabla de factores para la construcción de cartas de control.

	\bar{X}	R
LCS	$\bar{\bar{X}} + A_2R$	$D_4 \bar{R}$
$\bar{\bar{X}}$	$\Sigma \bar{x}_i$	$\Sigma \bar{R}$
LCI	$\bar{\bar{X}} - A_2R$	$D_3 \bar{R}$

Figura 10. Formulas para el cálculo de los límites de control X y R.

4.1.4.1 Gráficos de control X y R de Biocto (1 cc x L) en la Mezcla 4 del "Baño para el pedúnculo 20 L/H₂O".

El Biocto es un fungicida, bactericida y viricida sistémico, 100% orgánico, biodegradable y se aplica para el control de enfermedades al nivel pre y poscosecha en la piña. El ingrediente activo principal es el extracto de semillas de cítricos y está compuesto además por ácido ascórbico y ácidos grasos. No es tóxico para humanos, animales o plantas y no provoca impactos negativos al ambiente (Biogenéticos 2001).

Es recomendable aplicar el Biocto, junto con una cera que reduzca la deshidratación del fruto y su tasa de respiración, porque cuando el Biocto se aplica solo, los ácidos presentes inducen un incremento de los niveles de ADP y NAD, favoreciéndose la estimulación del catabolismo de los carbohidratos. Las enzimas que degradan estos carbohidratos simplificados incrementan la maduración del banano (Seymour, citado por Demerutis 2000). En la etapa de maduración la pectinasa y posiblemente la fosfofructokinasa (enzimas), varían la permeabilidad de las membranas celulares, provocando pérdida de humedad (Demerutis 2000). El agua sin tratamiento de purificación, puede crear un medio propicio para el desarrollo de los hongos causantes de la pudrición de la corona.

Los datos de las muestras y los cálculos realizados para obtener los gráficos de control X y R de la cantidad de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4 están disponibles en el Anexo 16.

El propósito es obtener datos representativos, por lo cual se recolectaron las mediciones de la concentración de Biocto (1cc x L) en la Mezcla 4, durante 25 días, en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los datos fueron recolectados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009. Estos datos representan el valor promedio diario de la

muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. Las 25 mediciones se presentan a continuación:

El Cuadro 15 presenta los datos sobre los valores de las muestras, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 10, que refleje si el proceso está o no bajo control.

Cuadro 15. Cantidad de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Muestra	X Media por día	Rango
1	13.7	11
2	14.5	12
3	13.8	11
4	15.3	10
5	13.7	12
6	13.3	13
7	15.3	10
8	12.9	13
9	13.9	12
10	13.1	12
11	15.2	10
12	15.5	9
13	14.7	11
14	13.5	12
15	14.9	11
16	15.3	10
17	15.5	9
18	13.5	12
19	13.7	11
20	13.6	12
21	14.8	11
22	14.6	10
23	15.3	11
24	15.3	11
25	14.2	12
Media de las medias: 14.36		Media de los rangos: 11.12

El Cuadro 16. muestra los resultados del cálculo de la línea central y límites de control superior e inferior de los gráficos de control X y R para la cantidad de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Cuadro 16. Límites de control X y R del Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Límites de control de X		Límites de control de R	
LCSx	16.0654	LCSR	17.1359
LCx	14.36	LCR	11.12
LCIx	12.6626	LCIR	5.10408

Con la información proyectada por el Cuadro 15 y Cuadro 16, se desarrolló la Figura 10 y Figura 11, que muestran los gráficos de control X y R para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Gráfico de control X para el Biocto (1 cc x L) en la Mezcla 4

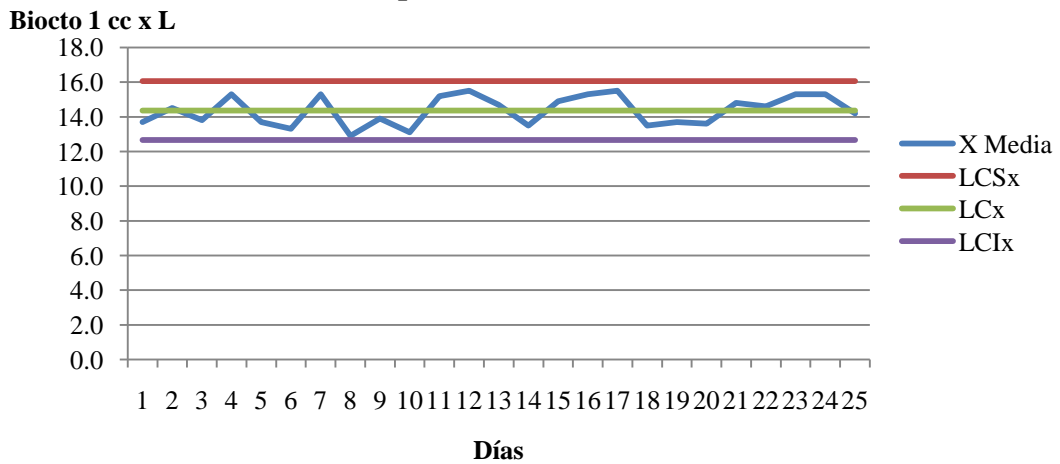


Figura 11. Gráfico de control X para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Gráfico de control R para el Biocto (1 cc x L) en la Mezcla 4

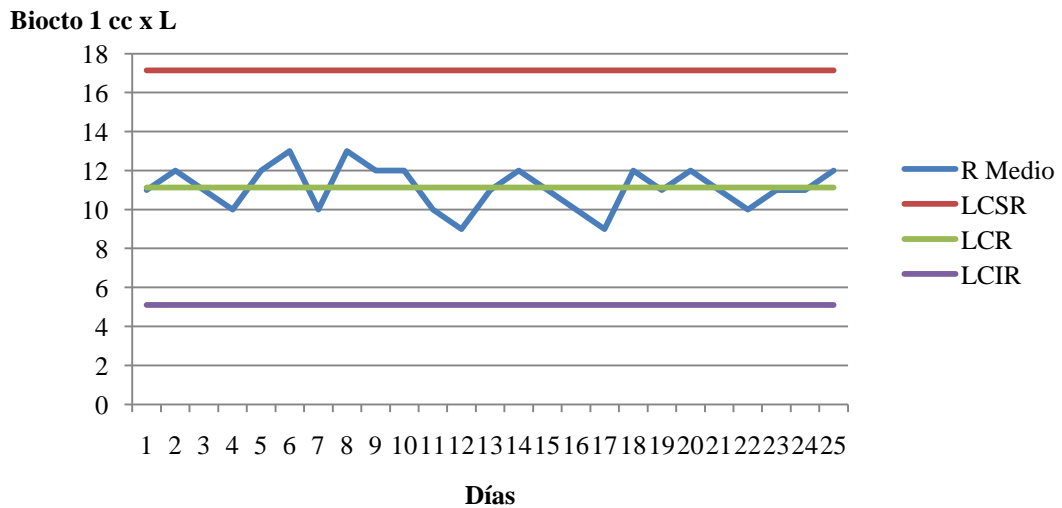


Figura 12. Gráfico de control R para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

La gráfica de control X para el Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4, demuestra una variación sin tendencias en todas sus muestras, mismas que se agrupan alrededor de la línea central de X; en ningún momento se rebasa los límites de control superior e inferior, lo que indica que el gráfico está bajo control.

La gráfica de control R, muestra que los rangos de las 25 muestras compuestas por 10 bins cada una oscilan alrededor de la línea central sin una tendencia en específico debido a que los puntos se distribuyen de forma equitativa en ambas direcciones del área de control; esto significa que las 10 observaciones realizadas respecto a la cantidad de Biocto (1cc x L) medida durante un día de toma de datos, tienen rangos similares. Sus variaciones son mínimos los valores determinados son cercanos a la media central de 11.2 ubicada entre el valor máximo y el valor mínimo de la media de los rangos de las muestras.

4.1.4.2 Gráficos de control X y R del Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 1 de la "Tina de Lavado Inicial".

Los datos de las muestras y los cálculos realizados para obtener los gráficos de control X y R de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1 están disponibles en el Anexo 17.

A fin de obtener datos representativos se recolectaron las mediciones de la concentración del Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 1, durante 25 días, en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los datos fueron recolectados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009. Estos datos cuales representan el valor promedio diario de la muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. Las 25 mediciones se presentan en el cuadro 16.

El dicho cuadro se presenta los datos sobre los valores de las muestras, obteniéndose de la media de las medias y la media de los rangos, para desarrollar una gráfica estandarizada como se muestra en la Figura 12, que refleje si el proceso está o no bajo control.

Cuadro 17. Cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.

Muestra	X Media	Rango
1	6028.1	2429
2	5710.2	2670
3	6352.8	2327
4	5971.7	2646
5	6056.4	2689
6	6133.2	2389
7	5578.1	2673
8	5819.8	2423
9	6135.1	2397
10	5913.7	2566
11	6356.7	2169
12	5927.2	2718
13	6583.9	1954
14	6072.7	2539
15	6070.6	2702
16	6033.1	2621
17	5789.2	2688
18	5820.2	2629
19	6180.1	2322
20	6048.1	2559
21	5864.5	2707
22	6286.1	2452
23	6576.3	1609
24	6227.2	2729
25	6331.8	2644
Media de las medias: 6074.7		Media de los rangos:2490.04

El cuadro 18 muestra los resultados del cálculo de la línea central y límites de control superior e inferior de los gráficos de control X y R para la cantidad de Clorox Granular al 65 % (g) presente en la Mezcla 1.

Cuadro 18. Límites de control X y R del Clorox Granular al 65% (g) presente en la mezcla 1.

Límites de control de X		Límites de control de R	
LCSx	6455.65	LCSR	3837.15
LCx	6074.67	LCRR	2490.04
LCIx	5693.70	LCIR	1142.93

Con la información proyectada por el Cuadro 17 y Cuadro 18, se desarrolló la Figura 13 y Figura 14, que muestran los gráficos de control X y R para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.

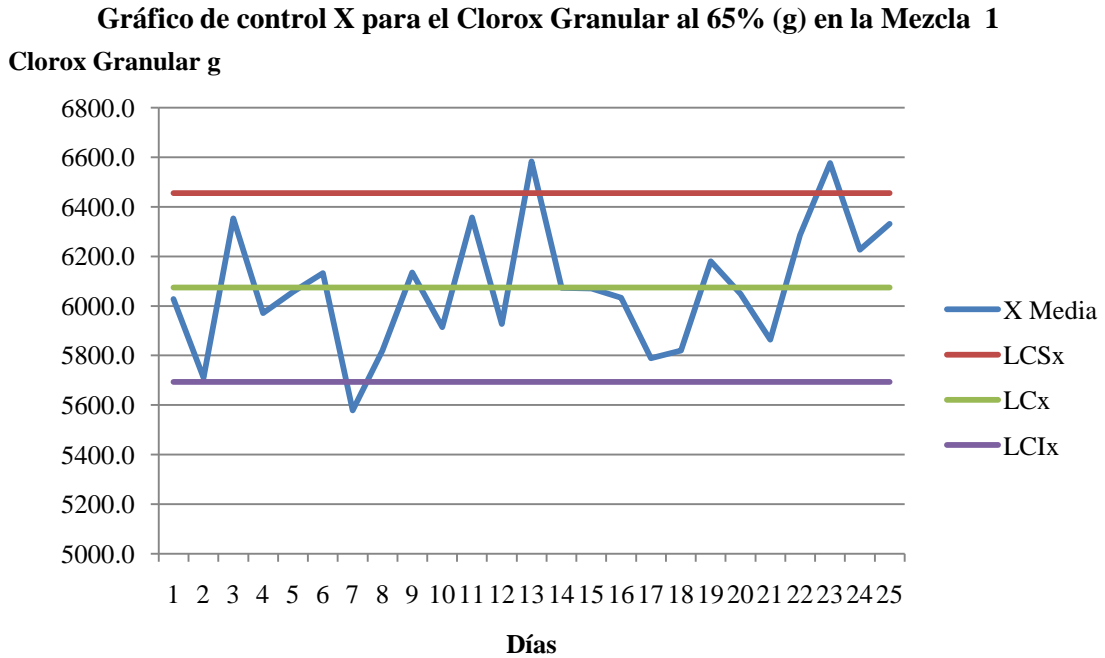


Figura 13. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1.

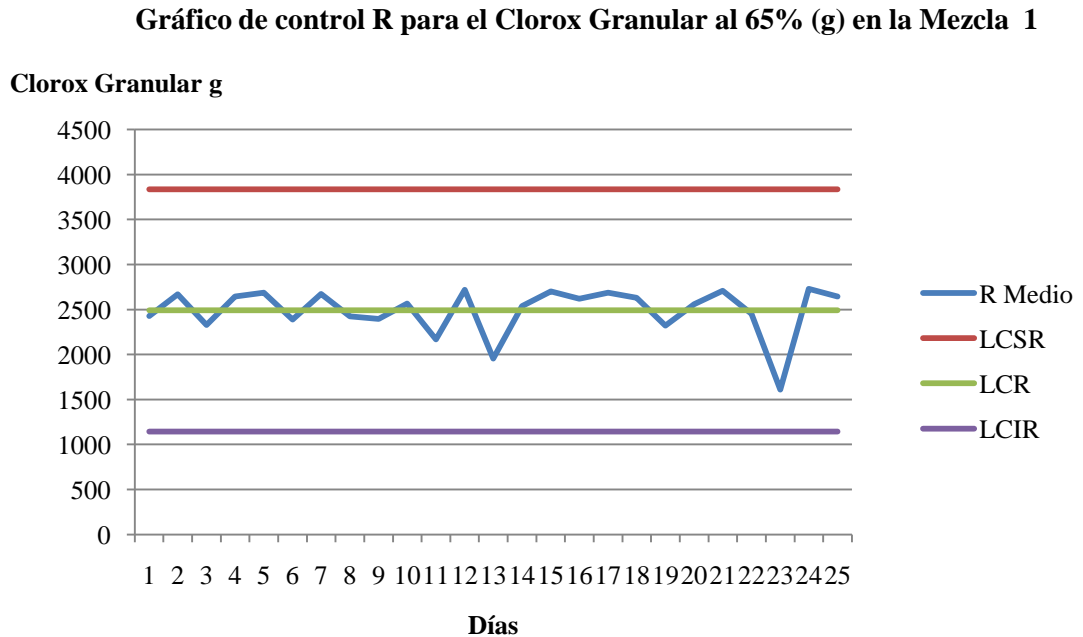


Figura 14. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1.

La gráfica de control X para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1, demuestra variación del proceso diferente la mayoría de las muestras que oscilan alrededor de la línea central de X. A excepción del punto 13 y 23 con un valor de 6,583.9 y 6,576.3 g, se salen del límite de control superior de 6,455.65 g, lo que indica que las mediciones realizadas el día 13 y 23 obtuvieron en promedio una mayor concentración de Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 1, en comparación a las mediciones realizadas los otros días, debido a que probablemente se procesó un menor número de piñas.

El punto 7 con un valor de 5,578.1 g, también se encuentra fuera del área de control, puesto que es menor al límite de control inferior de 5,693.70 g, indicando que las mediciones realizadas el día 7, presentaron en promedio una menor concentración que la media mínima establecida, debido probablemente a un mayor número de piñas procesadas.

Los datos anteriores muestran que el gráfico no está bajo control, por lo cual se procedió a realizar un recálculo de los límites de control, eliminando los datos que se ubicaron fuera del área permisible, establecida por las medias de las muestras con el propósito de estandarizar la gráfica, mostrada en la Figura 15. Estos serán los límites de prueba que se usaran en un siguiente periodo de análisis del proceso

Al mismo tiempo la gráfica de control R, muestra que los rangos de las 25 muestras compuestas por 10 bins cada una oscilan alrededor de la línea central con una tendencia hacia abajo puesto que la mayoría de puntos están por arriba de dicha línea. Las 10 observaciones realizadas respecto a la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) medida durante un día de toma de datos, tienen rangos similares.

Los valores determinados se ubican cercanos a la media central equivalente a 2490.04 g de los rangos de las muestras. Por consiguiente las variaciones mostradas son atribuibles al proceso.

El Cuadro 19 presenta el resumen de los datos sobre los valores de las muestras que están bajo control, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos recalculados. Esto se hace sin incluir los puntos que se ubicaron fuera de los límites de control superior e inferior, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 15, que permite su utilización a futuro.

Cuadro 19. Resumen del recálculo de las cantidades de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.

Muestra	Media de las medias	Media de los rangos
21	6067.50	2540.24
Límites de control X recalculados	LCSx	6456.19
	LCx	6067.54
	LCIx	5678.88

Gráfico de control recalculado X para el Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 1

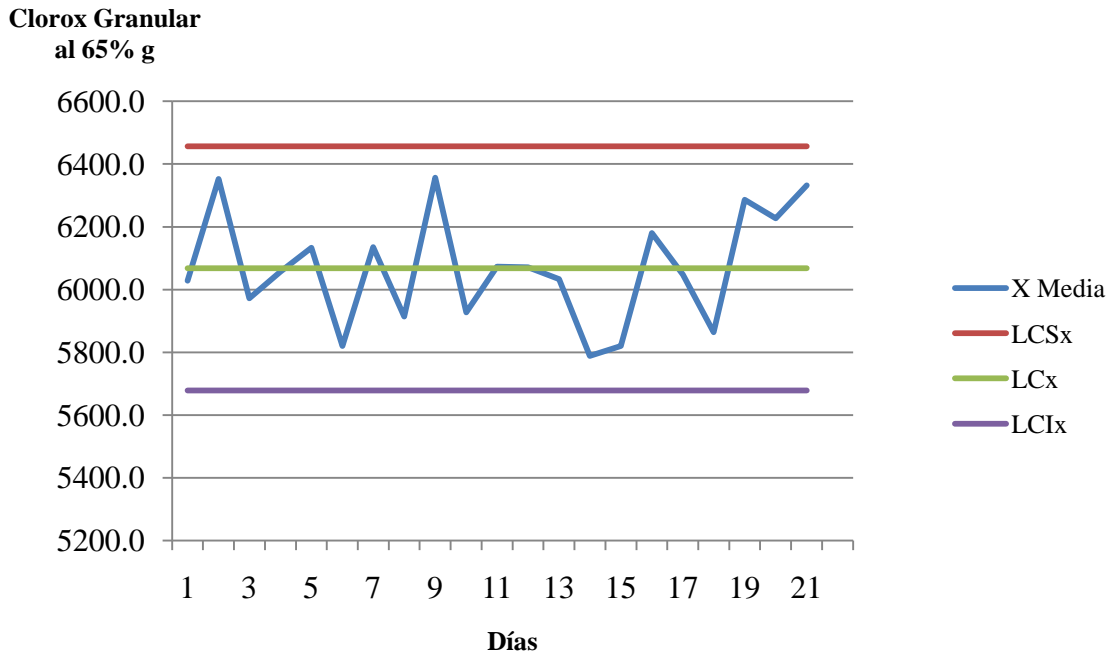


Figura 15. Gráfico de control X recalculado, para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.

4.1.4.3 Gráficos de control X y R de Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 3 "Segundo baño por catarata 120 L/H₂O".

Los datos de las muestras y los cálculos realizados para obtener los gráficos de control X y R de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3 están disponibles en el Anexo 17.

A fin de obtener datos representativos, se recolectaron las mediciones de la concentración de Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 3, durante 25 días, en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los datos fueron recolectados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009. Estos datos representan el valor promedio diario de la muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. Las 25 mediciones se presentan en el cuadro 20.

El Cuadro 20 presenta los datos sobre los valores de las muestras, obteniéndose la media de las medias y la media de los rangos, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 16, que refleje si el proceso está o no bajo control.

Cuadro 20. Cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

Muestra	X Media	Rango
1	200.8	77
2	205.9	64
3	186.6	75
4	200.7	72
5	193.0	77
6	202.8	75
7	204.4	75
8	204.4	72
9	196.2	76
10	198.8	76
11	196.1	66
12	202.2	72
13	214.5	51
14	196.7	74
15	210.9	65
16	197.0	76
18	210.6	69
19	192.9	74
20	204.4	65
21	204.7	66
22	195.0	64
23	192.1	76
24	202.9	73
25	201.9	77
Media de las medias: 200.35		Media de los rangos: 71.08

El Cuadro 21. muestra los resultados del cálculo de la línea central y límites de control superior e inferior de los gráficos de control X y R para la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

Cuadro 21. Límites de control X y R del Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

Límites de control de X		Límites de control de R	
LCSx	211.227	LCSR	109.534
LCx	200.35	LCR	71.08
LCIx	189.477	LCIR	32.6257

Con la información proyectada por el Cuadro 21 y Cuadro 21, se desarrolló la Figura 16 y Figura 17, que muestran los gráficos de control X y R para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

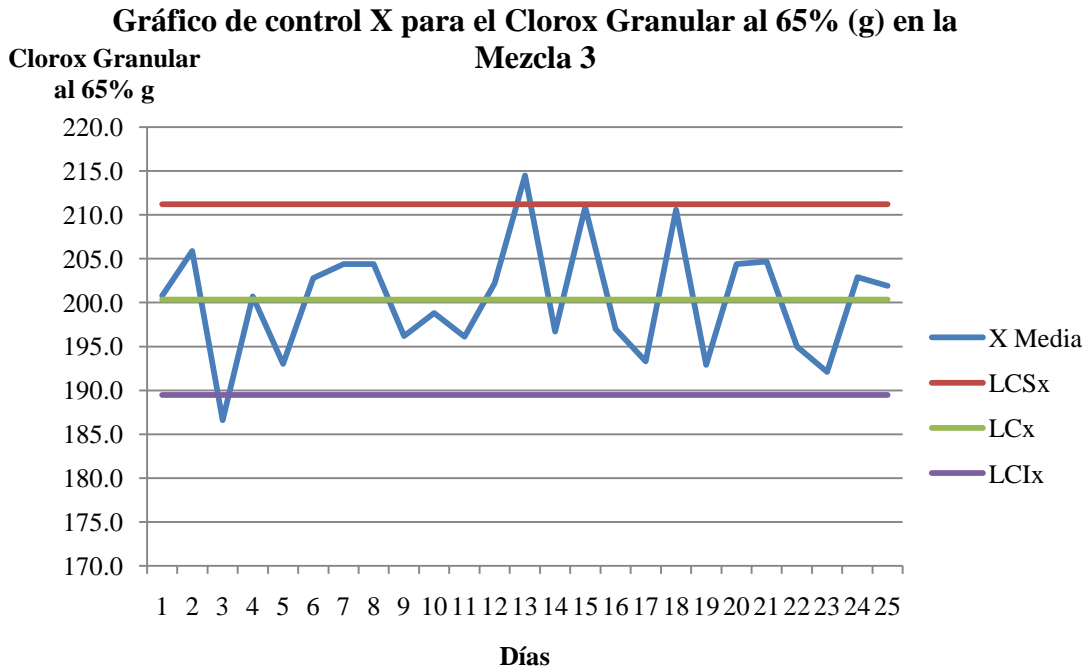


Figura 16. Gráfico de control X para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 3.

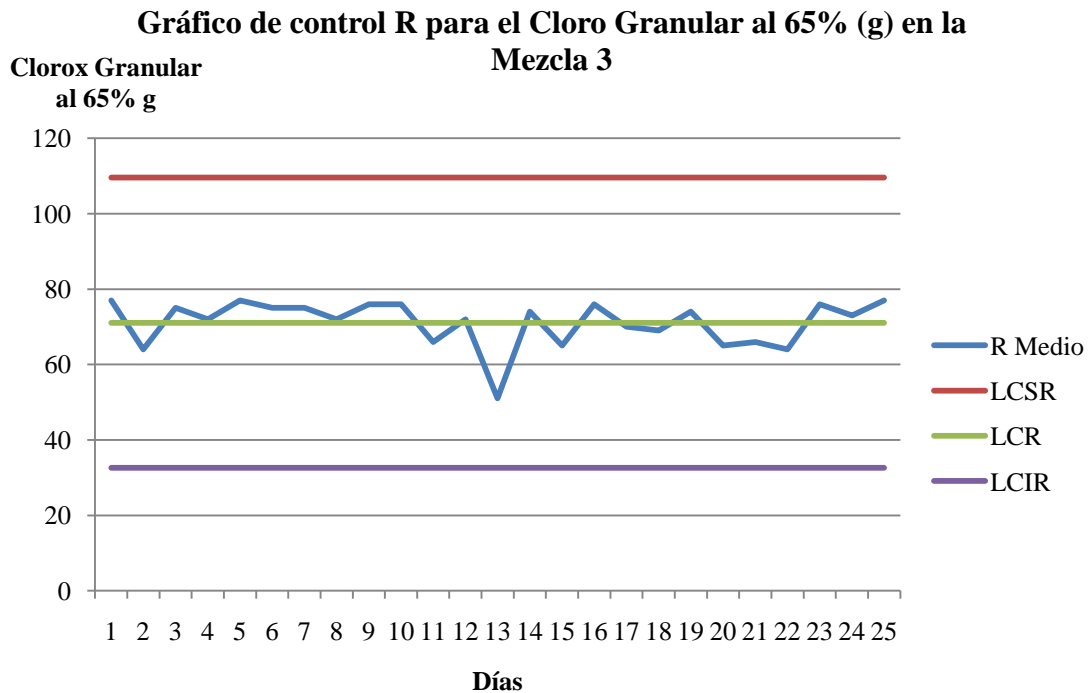


Figura 17. Gráfico de control R para el Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 3.

La gráfica de control X para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3, demuestra variación del proceso consistente en la mayoría de las muestras que oscilan alrededor de la línea central de X, A excepción del punto 13 con un valor de 214.5 g, que rebasa el límite de control superior de 211.227 g, lo que indica que las mediciones realizadas el día 13 obtuvieron en promedio una mayor concentración de Clorox Granular al 65% (g) en la Mezcla 3, en comparación a las mediciones realizadas los otros días, debido a que probablemente se procesó un menor número de piñas o las diferentes medidas de insumos.

El punto 3 con un valor de 186.6, también se encuentra fuera del área de control, puesto que es menor al límite de control inferior de 189.477 g, indicando que las mediciones realizadas el día 3, presentaron en promedio una menor concentración que la media mínima establecida, debido probablemente a un mayor número de piñas procesadas.

Los datos anteriores muestran que el gráfico no está bajo control., por lo cual se procedió a realizar un recálculo de los límites de control, eliminando los datos que se ubicaron fuera del área permisible, establecida por las medias de las muestras con el propósito de estandarizar la gráfica, mostrada en la Figura 18.

La gráfica de control R, muestra que los rangos de las 25 muestras compuestas por 10 bins cada una oscilan alrededor de la línea central con una tendencia a desplazarse hacia arriba puesto que la mayoría de puntos están por arriba de dicha línea, esto significa que las 10 observaciones realizadas respecto a la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) medida durante un día de toma de datos, tienen rangos similares. Los valores determinados son cercanos a la media central equivalente a 71.08 g, de los rangos de las muestras.

El Cuadro 22 presenta el resumen de los datos sobre los valores de las muestras que están bajo control, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos recalculados, sin los puntos que se ubicaron fuera de los límites de control superior e inferior, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 19, que permita reflejar un proceso a futuro.

Cuadro 22. Resumen del recálculo de las cantidades de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

Muestra	Media de las medias	Media de los rangos
22	199.85	72.0909
Límites de control X recalculados	LCSx	210.884
	LCx	199.85
	LCIx	188.825

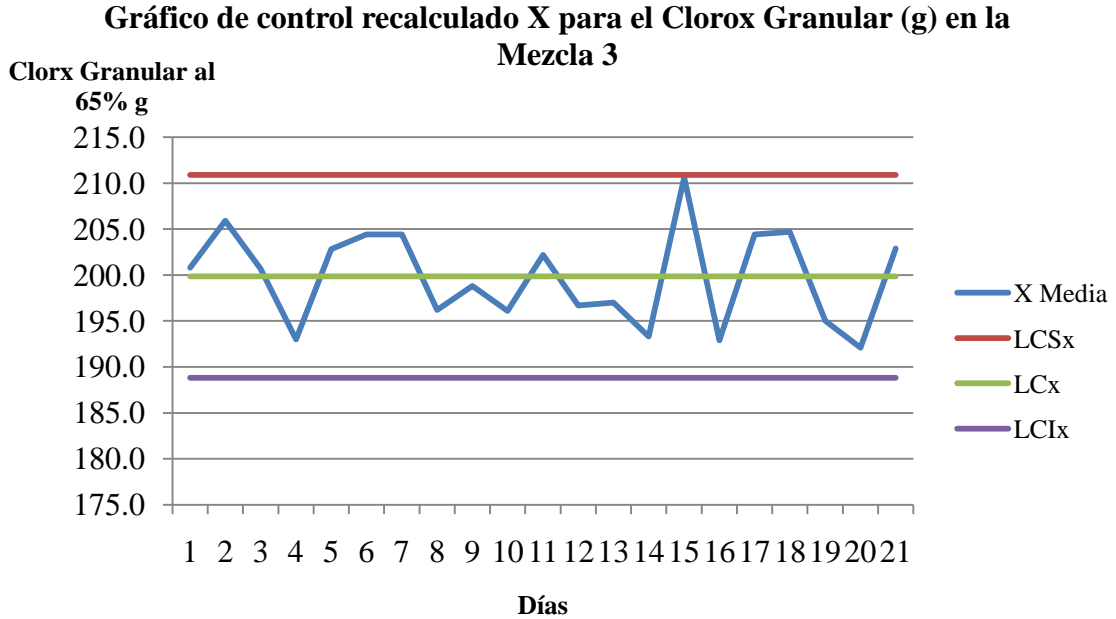


Figura 18. Gráfico de control X recalculado para el Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3.

4.1.4.4 Gráficos de control X y R del Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 1 de la "Tina de Lavado Inicial".

Los datos de las muestras y los cálculos realizados para obtener los gráficos de control X y R de la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1 están disponibles en el Anexo 25. Con el propósito de obtener datos representativos, se recolectaron las mediciones de la concentración de Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 1 durante 25 días en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los datos fueron recolectados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009, los cuales representan el valor promedio diario de la muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. Las 25 mediciones se presentan a continuación en el cuadro 23.

Cuadro 23. Cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

Muestra	X Media	Rango
1	1193.4	542
2	1283.9	429
3	1214.3	521
4	1213.4	522
5	1354.8	384
6	1207.2	478
7	1269.8	472
8	1275.3	498
9	1178.3	529
10	1211.3	531
11	1305.3	503
12	1257.6	515
13	1231.9	451
14	1274.5	426
15	1220.1	520
16	1330.0	440
17	1211.0	541
18	1315.0	377
19	1263.1	509
20	1293.1	387
21	1285.7	525
22	1231.2	533
23	1270.1	536
24	1267.4	510
25	1276.2	476
Media de las medias: 1257.4		Media de los rangos: 486.2

El Cuadro 24 muestra los resultados del cálculo de la línea central y límites de control superior e inferior de los gráficos de control X y R para la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

Cuadro 24. Límites de control X y R del Acido Fosfórico (g) presente en la mezcla 1.

Límites de control de X		Límites de control de R	
LCSx	1331.74	LCSR	749.234
LCx	1257.36	LCR	486.2
LCIx	1182.97	LCIR	223.166

Con la información proyectada por el Cuadro 23 y Cuadro 24, se preparan las Figura 19 y Figura 20, que muestran los gráficos de control X y R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 1

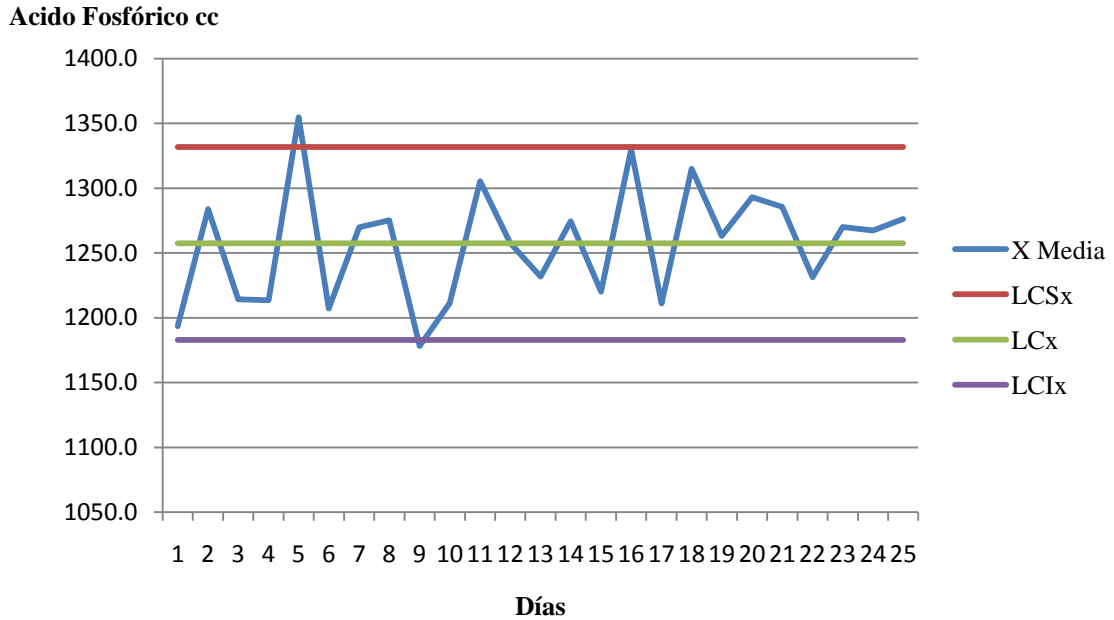


Figura 19. Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

Gráfico de control R para el Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 1

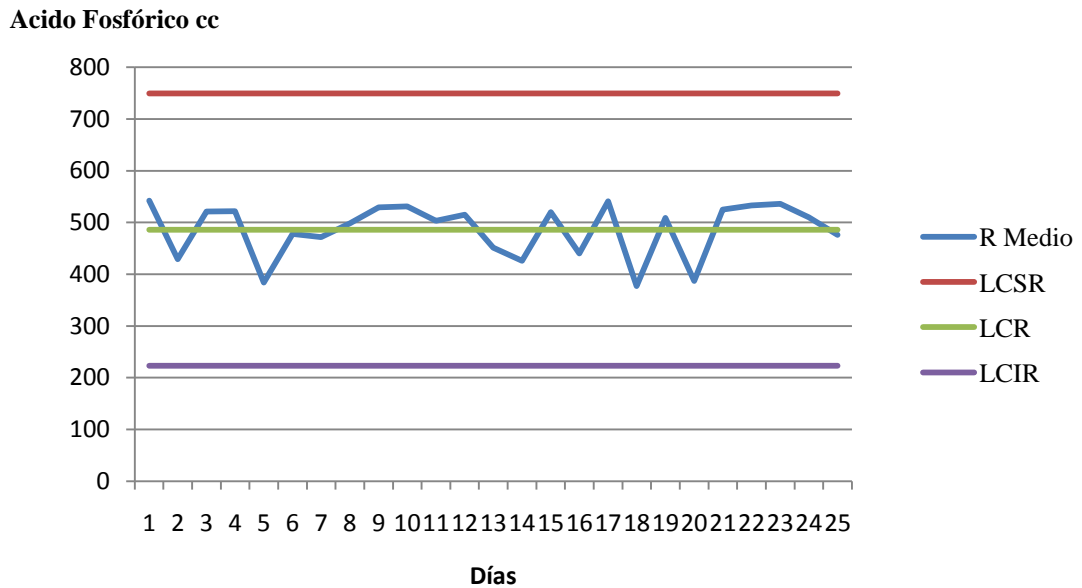


Figura 20. Gráfico de control R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

La gráfica de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1, presenta una variación del proceso comparado con la mayoría de las muestras que oscilan alrededor de la línea central de X. A excepción del punto 5 con un valor de 1,354.8 g, que rebasa el límite de control superior de 1331.74 g, lo que indica que las mediciones realizadas el día 5 obtuvieron en promedio una mayor concentración de Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 1, en comparación a las mediciones realizadas los otros días, debido a que en estos en días se estimo una cantidad inferior a la recibida el día 5.

El punto 9 con un valor de 1,182.97 g, también se encuentra fuera del área de control, mostrándose menor que el límite de control inferior de 1,178.30 g. Esto indica que las mediciones realizadas el día 9, presentaron en promedio una menor concentración que la media mínima establecida, debido probablemente a un mayor número de piñas procesadas.

Los datos anteriores muestran que el gráfico no está bajo control, por lo cual y con el fin de hacer proyecciones de límites para un futuro se procedió a realizar un recálculo de los límites de control, eliminando los datos que se ubicaron fuera del área permisible, establecida por las medias de las muestras con el propósito de estandarizar la gráfica, mostrada en la Figura 21.

Por su parte la gráfica de control R, muestra que los rangos de las 25 muestras compuestas por 10 bins cada una oscilan alrededor de la línea central con una tendencia hacia arriba ya que la mayoría de puntos están por arriba de dicha línea. Las 10 observaciones realizadas respecto a la cantidad de acido fosfórico medida durante un día de toma de datos, tienen rangos similares, puesto que los valores determinados son cercanos a la media central equivalente a 486.2 g los rangos de las muestras.

El Cuadro 25 presenta el resumen de los datos sobre los valores de las muestras que están bajo control, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos recalculados, sin los puntos que se ubicaron fuera de los límites de control superior e inferior, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 22, que refleje un proceso bajo control.

Cuadro 25. Resumen del recálculo de las cantidades de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

Muestra	Media de las medias	Media de los rangos
22	1,253.22	491
Límites de control X recalculados	LCSx	1,328.34
	LCx	1,253.21
	LCIx	1,178.09

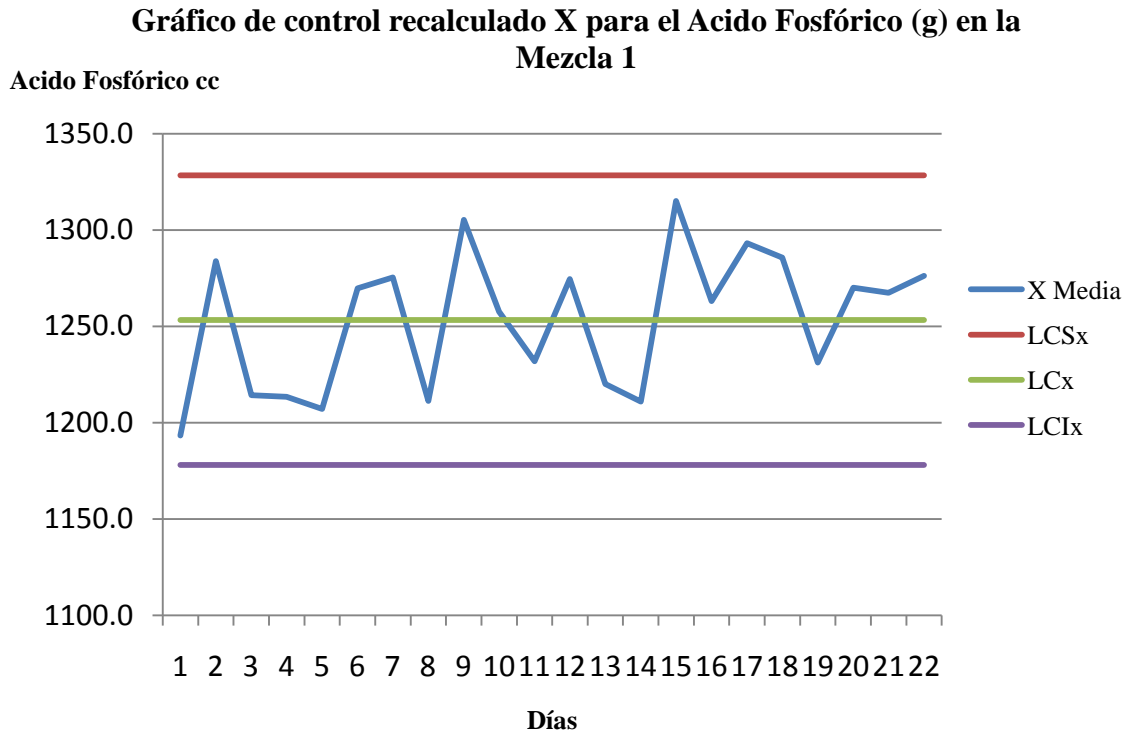


Figura 21. Gráfico de control X recalculado, para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 1.

4.1.4.5 Gráficos de control X y R del Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 3 del "Segundo baño por catarata 120 L/H₂O".

Los datos de las muestras y los cálculos realizados para obtener los gráficos de control X y R de la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3 están disponibles en el Anexo 18.

A fin de obtener datos representativos, se recolectaron las mediciones de la concentración del Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 3, durante 25 días, en los cuales se tomó 1 muestra de tamaño 10 al azar. Los datos fueron recolectados del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009. Estos datos representan el valor promedio diario de la muestra conformada por 10 Bines, así como el rango calculado de dicha muestra. Las 25 mediciones se presentan en el cuadro 25.

El Cuadro 25 presenta los datos sobre los valores de las muestras, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos, para desarrollar la gráfica mostrada en la Figura 29, que refleje un si el proceso esta o no bajo control.

Cuadro 26. Cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Muestra	X Media	Rango
1	86.4	30
2	86.9	29
3	84.7	30
4	83.5	32
5	80.0	30
6	84.9	32
7	81.1	30
8	79.7	32
9	81.8	28
10	87.7	30
11	84.8	27
12	83.4	33
13	85.2	31
14	85.0	27
15	87.9	27
16	80.7	32
17	85.8	32
18	86.7	25
19	86.2	24
20	86.1	26
21	83.6	29
22	83.4	32
23	77.0	32
24	82.6	32
25	85.4	23
Media de las medias: 84.02		Media de los rangos: 29.40

El Cuadro 26 muestra los resultados del cálculo de la línea central y límites de control superior e inferior de los gráficos de control X y R para la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Cuadro 27. Límites de control X y R del Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Límites de control de X		Límites de control de R	
LCSx	88.5182	LCSR	45.3054
LCx	84.02	LCR	29.4
LCIx	79.5218	LCIR	13.4946

Con la información proyectada por el Cuadro 25 y Cuadro 26, se prepararon las Figura 22 y Figura 23, que muestran los gráficos de control X y R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 3

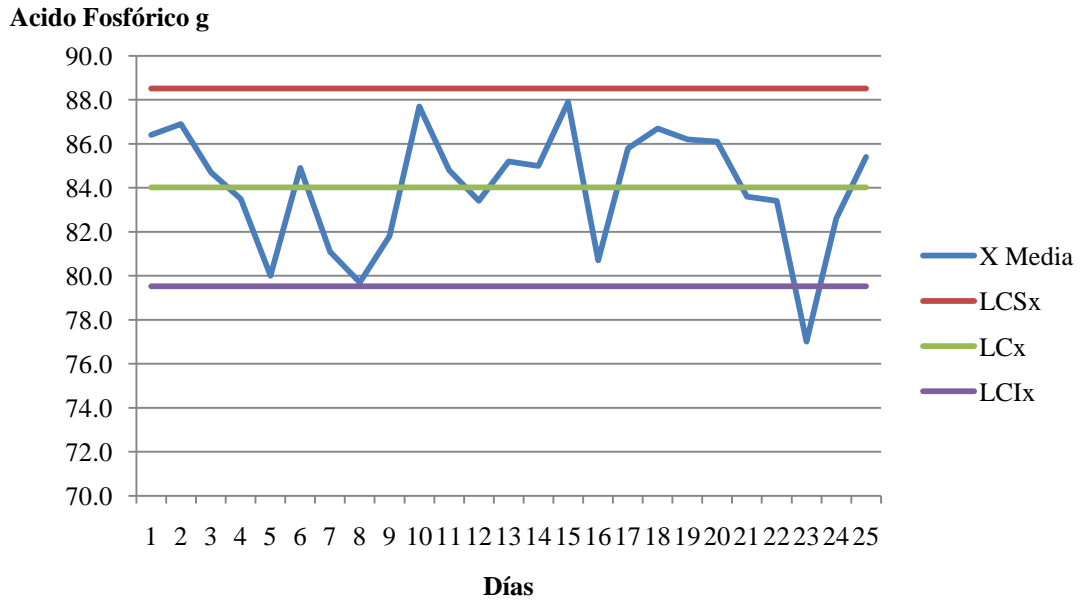


Figura 22. Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Gráfico de control X para el Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 3

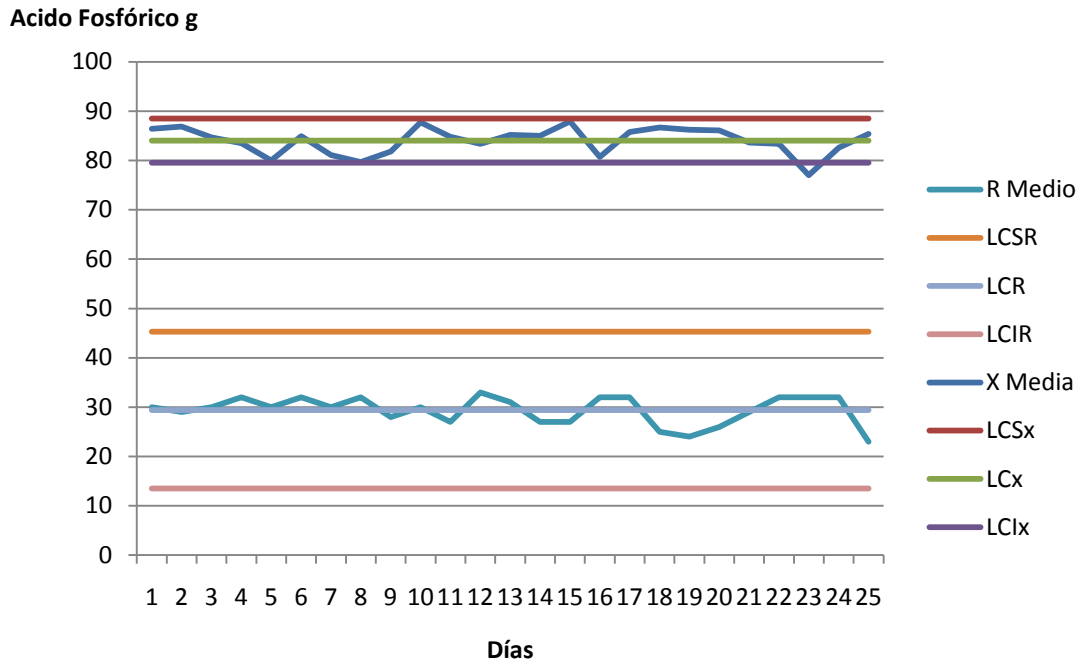


Figura 23. Gráfico de control R para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

La gráfica de control X para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3, demuestra variación en la mayoría de las muestras que oscilan alrededor de la línea central de X, a excepción del punto 23 con un valor de 77.0 g, que se encuentra fuera del área de control. Ya que este punto es menor al límite de control inferior de 79.5218 g, indica que las mediciones realizadas el día 23, presentaron en promedio una menor concentración que el límite mínimo establecido, debido probablemente a un mayor número de piñas procesadas.

Los datos anteriores muestran que el gráfico no está bajo control, estadístico por lo cual se procedió a realizar un recálculo de los límites de control, eliminando el dato que se ubicó fuera del área permisible, establecida por las medias de las muestras con el propósito de estandarizar la gráfica, mostrada en la Figura 24. Esto ayudará a la toma de datos de los siguientes períodos

La gráfica de control R, muestra que los rangos de las 25 muestras compuestas por 10 bins cada una oscilan alrededor de la línea central con una tendencia hacia arriba ya que la mayoría de puntos están por arriba de dicha línea. Las 10 observaciones realizadas respecto a la cantidad de Acido Fosfórico (g) medida durante un día de toma de datos, tienen rangos similares, puesto que los valores determinados son cercanos a la media central equivalente a 29.4 g, de los rangos de las muestras.

El Cuadro 27 presenta el resumen de los datos sobre los valores de las muestras que están bajo control, con el propósito de obtener la media de las medias y la media de los rangos recalculados, sin los puntos que se ubicaron fuera de los límites de control superior e inferior, para desarrollar una gráfica estandarizada mostrada en la Figura 26, que refleje un proceso bajo control.

Cuadro 28. Resumen del recálculo de las cantidades de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

Muestra	Media de las medias	Media de los rangos
23	84.51	29.17
Límites de control X recalculados	LCSx	88.9767
	LCx	84.51
	LCIx	80.0494

Gráfico de control recalculado X para el Acido Fosfórico (g) en la Mezcla 3

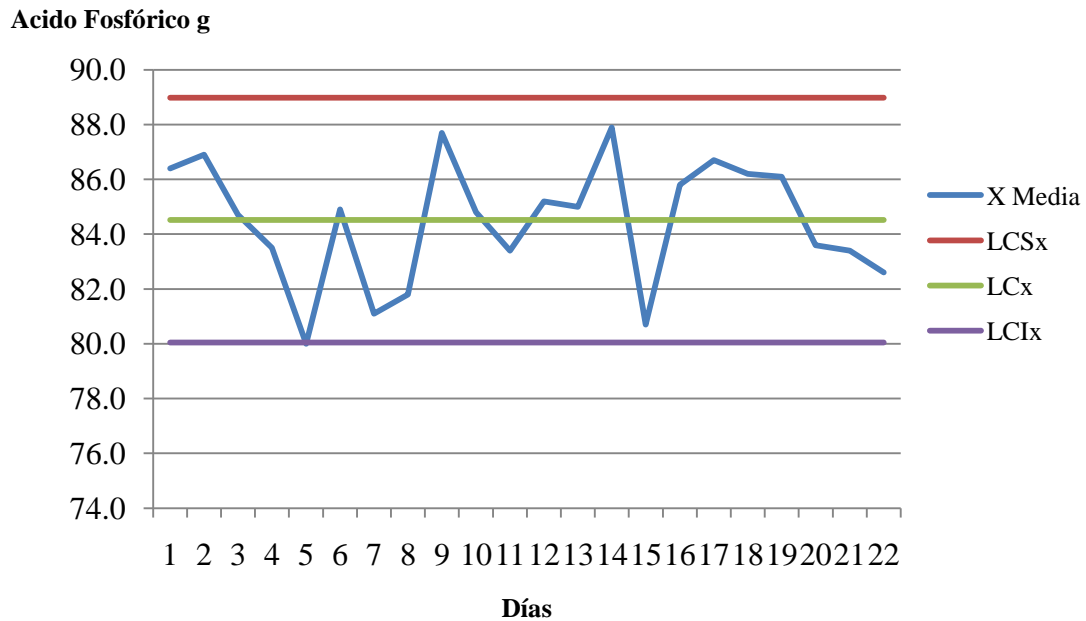


Figura 24. Gráfico de control X recalculado para el Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3.

1.1.6. Gráficos de control X para la comparación de la cantidad ideal de los insumos y las medias muestreadas.

Con la información obtenida mediante el cálculo de las medias de las 25 muestras analizadas y los parámetros de concentración ideal de insumos durante el proceso de lavado, en las cuatro mezclas aplicadas a la piña, en la Tina de Lavado Inicial, la marmita del Primer Baño por Catarata, la marmita del Segundo Baño por Catarata con 120 L/H₂O y el Baño para el Pedúnculo con 20 L/H₂O, disponibles en el Anexo 6, se realizó una comparación entre el parámetro ideal de la cantidad de cada uno de los insumos que debe estar presentes en la mezcla y los datos obtenidos mediante de un medidor de concentraciones. Se realizó el cálculo de diferencia tanto para biocto, clorox granular como para acido fosfórico. Los cálculos realizados para la obtención de los resultados presentados en este segmento, están disponibles en el Anexo 19

Cuadro 29. Medias por muestra de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4.

Muestra	Parámetro Ideal	Promedios	% Diferencia
1	20	13.7	32
2	20	14.5	28
3	20	13.8	31
4	20	15.3	24
5	20	13.7	32
6	20	13.3	34
7	20	15.3	24
8	20	12.9	36
9	20	13.9	31
10	20	13.1	35
11	20	15.2	24
12	20	15.5	23
13	20	14.7	27
14	20	13.5	33
15	20	14.9	26
16	20	15.3	24
17	20	15.5	23
18	20	13.5	33
19	20	13.7	32
20	20	13.6	32
21	20	14.8	26
22	20	14.6	27
23	20	15.3	24
24	20	15.3	24
25	20	14.2	29
Media de la Diferencia:			28

La Figura 25 muestra el gráfico de control X para la comparación entre el parámetro ideal de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4 y las medias muestreadas en cc. Se observa que la diferencia promedio es del 28%, (la más alta registrada en este estudio), lo que indica que es necesario realizar una recarga de este insumo, preferiblemente a la mitad de la jornada de trabajo, con el propósito de mantener el nivel óptimo de producto presente en la Mezcla 4.

El Biocto tiene como función eliminar y/o evitar la reproducción y crecimiento de hongos en el pedúnculo de la piña, lo que puede ser un potencial factor de pérdidas en los ingresos por producto rechazado en la zona de recepción, debido a que el fruto se pudre, durante el transporte desde la zona de producción en la provincia de Chiriquí, Panamá hacia los mercados de Estados Unidos, Italia y Holanda.

Gráfico de comparación entre la cantidad ideal de Biocto (1cc x L) presente en la Mezcla 4 y las medias muestreadas

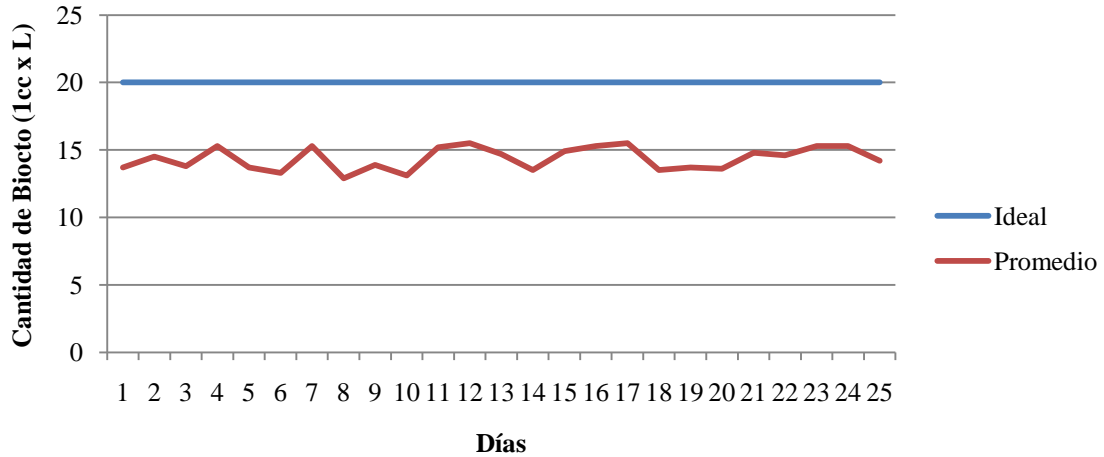


Figura 25. Comparación entre el parámetro ideal del Biocto (1cc x L), presente en la Mezcla 4 y las medias muestreadas (cc).

La siguiente comparación que se calculó fue para el clorox granular, siempre cuando se como base los parámetros ideales establecidos. A continuación los resultados obtenidos en el cuadro 28.

La Figura 26 muestra el gráfico de control X para la comparación entre el parámetro ideal de Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1 y las medias muestreadas en g. Se observa que la diferencia es del 17%, entre la media de la medias de las observaciones y la concentración adecuada de Clorox Granular al 65%, que tiene como función en la Mezcla 1, la desinfección inicial de la piña, debido a su alta eficacia para eliminar bacterias.

Cuadro 30. Medias por muestra de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1.

Muestra	Parámetro Ideal	Promedio	% Diferencia
1	7330	6028.1	18
2	7330	5710.2	22
3	7330	6352.8	13
4	7330	5971.7	19
5	7330	6056.4	17
6	7330	6133.2	16
7	7330	5578.1	24
8	7330	5819.8	21
9	7330	6135.1	16
10	7330	5913.7	19
11	7330	6356.7	13
12	7330	5927.2	19
13	7330	6583.9	10
14	7330	6072.7	17
15	7330	6070.6	17
16	7330	6033.1	18
17	7330	5789.2	21
18	7330	5820.2	21
19	7330	6180.1	16
20	7330	6048.1	17
21	7330	5864.5	20
22	7330	6286.1	14
23	7330	6576.3	10
24	7330	6227.2	15
25	7330	6331.8	14
Media de la Diferencia:			17

Gráfico de comparación entre la cantidad ideal de Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1 y las medias muestradas (g)

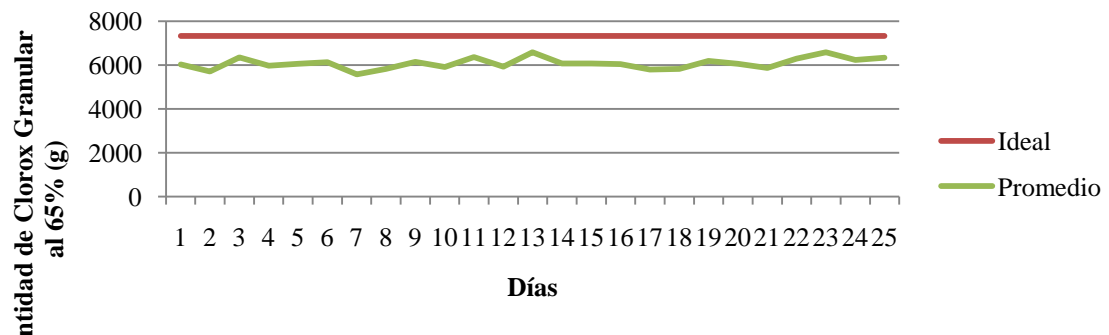


Figura 26. Comparación entre el parámetro ideal de Clorox Granular al 65% presente en la Mezcla 1 y las medias muestradas (g).

La tercera comparación se da entre el parámetro ideal de la cantidad de Acido Cítrico en g, que debe estar presente en la Mezcla 2 del "Primer Baño por Catarata" y las mediciones obtenidas. Los resultados aparecen en el cuadro 29.

Cuadro 31. Medias por muestra de la cantidad de Acido Fosfórico (cc) presente en la Mezcla 1.

Muestra	Parámetro Ideal	Promedio	% Diferencia
1	1500	1193.4	20
2	1500	1283.9	14
3	1500	1214.3	19
4	1500	1213.4	19
5	1500	1354.8	10
6	1500	1207.2	20
7	1500	1269.8	15
8	1500	1275.3	15
9	1500	1178.3	21
10	1500	1211.3	19
11	1500	1305.3	13
12	1500	1257.6	16
13	1500	1231.9	18
14	1500	1274.5	15
15	1500	1220.1	19
16	1500	1330.0	11
17	1500	1211.0	19
18	1500	1315.0	12
19	1500	1263.1	16
20	1500	1293.1	14
21	1500	1285.7	14
22	1500	1231.2	18
23	1500	1270.1	15
24	1500	1267.4	16
25	1500	1276.2	15
Media de la Diferencia:			16%

La Figura 27 muestra el gráfico de promedio para la comparación entre el parámetro ideal de Acido Fosfórico presente en la Mezcla 1 y las medias muestreadas en cc. Se observa que la diferencia es del 16%, entre la media de la medias de las observaciones y la concentración adecuada de Acido Fosfórico, que tiene como función regular el ph de la Mezcla 1, debido a que el Clorox Granular aporta un alto grado de acidez.

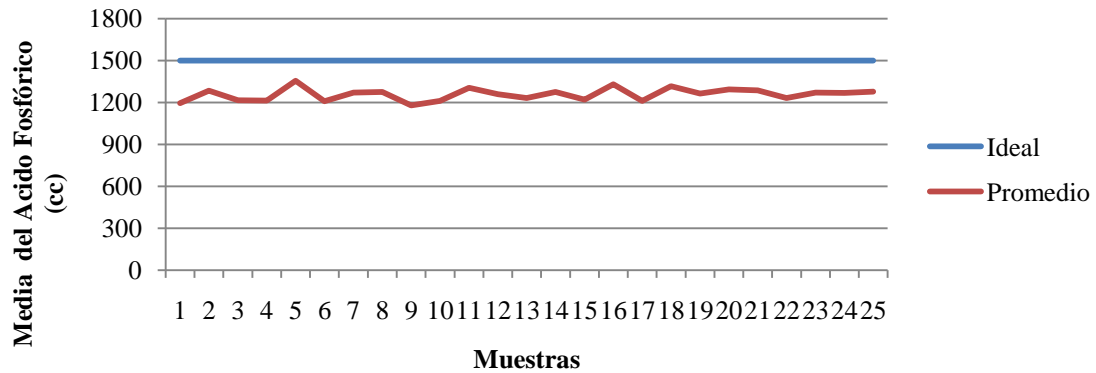


Figura 27. Comparación entre el parámetro ideal de Acido Fosfórico presente en la Mezcla 1 y las medias muestreadas (cc).

La segunda comparación se da entre el parámetro ideal de la cantidad de Clorox Granular al 65% en g, que debe estar presente en la Mezcla 1 de la "Tina de Lavado Inicial" y las mediciones obtenidas.

A través de la comparación entre el parámetro ideal de los diferentes insumos evaluados, pudimos observar que el biocto tiene como función eliminar y/o evitar la reproducción y crecimiento de hongos en el pedúnculo de la piña, lo que puede ser un potencial factor de pérdidas en los ingresos por producto rechazado en la zona de recepción, debido a que el fruto se pudre, durante el transporte y es el que tiene mayor disminución en la concentración, porque tiende a perder más rápido el ingrediente activo, para esto es necesario hacer un reforzamiento en la concentración de la mezcla o cambiarla en 2 ocasiones durante el proceso de empaque de piña.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS PRINCIPALES COSTOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE LAVADO Y EMPAQUE DE PIÑA.

Utilizando los datos observados, se determinaron tiempos medios para cada etapa. Estos datos fueron usados para preparar los cuadros de costos promedio por proceso, que incluye el tiempo que tarda la piña en pasar por dicho proceso, la mano de obra empleada, los insumos aplicados y los gastos indirectos, en los que se incurre; con la finalidad de determinar el costo de lavar y empacar una caja de piña. El objetivo es reflejar mediante una comparación entre el producto rechazado por mal estado en el punto de entrega y los costos de producirlo, las pérdidas financieras en las que incurre la planta al permitir procesos que no cumplen los estándares de calidad establecidos para el empaque de piña fresca.

Con la información obtenida en los cuadros de costos por procesos de la planta post-cosecha de piña, se determinó el costo de producción de una unidad de piña es equivalente a USD\$ 0.292388 con una aproximación de USD\$ 0.30. Con esta información se puede estimar el costo de una caja de piña, para cada uno de los diferentes tamaños clasificados con calidad de exportación. El Figura 42 presenta dichos costos por tamaño de piña empacada.

Cuadro 32. Costos por caja de piña producida.

Tamaño (N° de piñas por caja)	Costo por und. de piña (USD\$)	Costo por caja (USD\$)
5	0.292388	1.46
6	0.292388	1.75
7	0.292388	2.05
8	0.292388	2.34
9	0.292388	2.63
10	0.292388	2.92

Aquí observamos que el costo por piña producida es igual para todos los tamaños, debido a que la piña transita por un único flujo de procesos independientemente del tamaño que presente. El costo solo cambia al momento de ubicar el fruto por cajas, puesto que los costos de los insumos son iguales para todos los frutos procesados.

El costo de producción más bajo, lo presentó la piña de tamaño 5 con USD\$ 1.46, debido a que: a menor cantidad de unidades por caja, menor incidencia en costos de post-cosecha producción por unidad; en caso contrario: a mayor cantidad de unidades por caja, mayor incidencia en costos de post-cosecha producción por unidad, como es el caso de la piña de tamaño 10, que presentó un costo de producción de post-cosecha USD\$ 2.92, puesto que tiene más unidades por caja.

4.2.1 Escenario de pérdidas en ingresos por producto rechazado, que no cumple con los estándares de calidad en el punto de entrega.

A continuación Cuadro 33, muestra una orden de pedido realizada por Chiquita Brands Intl., para el día 5 de marzo de 2009, a la cual se le descargo el 5.23% del contenido por producto rechazado.

Cuadro 34, presenta un escenario de rechazo de producto que registró la Compañía Corporación Frutera del Pacífico S.A., cuando la empresa Chiquita Brands Intl, encontró unidades en calidad no apropiada para la comercialización en el mercado de Italia.

Cuadro 33. Orden de Pedido Chiquita Brands Intl. Italia.

Fecha:	5 de marzo de 2009		Destino:	Chiquita Brands Intl. Italia	
Tamaño	Total de Cajas	Total de fruta	Palets (75 Cajas)		
5	1578	7890	21		
6	1096	6576	15		
7	843	5901	11	3 Contenedores (20 palets de 75 cajas por cada uno).	
8	496	3968	7		
9	247	2223	3		
10	240	2400	3		
Total:	4500	28958	60		

Cuadro 34. Rechazo de piña por contenedor.

T ¹	Contenedor 1		Contenedor 2			Contenedor 3		
	Cajas A ²	Cajas NA ³	T	Cajas A	Cajas NA	T	Cajas A	Cajas NA
5	1376	124	5	58	17	5	---	---
6	---	---	6	1103	22	6	---	---
7	---	---	7	263	37	7	505	20
8	---	---	8	---	---	8	521	4
9	---	---	9	---	---	9	216	9
10	---	---	10	---	---	10	223	2
Total:	1376	124	Total:	1424	76	Total:	1465	35
	Total: 1,500 Cajas			Total: 1,500 Cajas			Total: 1,500 Cajas	
	Total de cajas aceptadas: 4265 (94.77%)			Total de cajas rechazadas: 235 (5.23%)				

1T = Tamaño.

2Cajas A. = Cajas Aceptadas.

3Cajas NA = Cajas No Aceptadas.

Como se puede observar en el Cuadro 34, de las 4,500 cajas enviadas, 235 (5.23%) fueron rechazadas por contener unidades en mal estado, las cuales probablemente se dañaron durante la trayectoria hacia el puerto de llegada, a causa de procesos inadecuados durante el flujo de producción.

Cuadro 35. Resumen de pérdidas por unidad de piña.

Tamaño	Nº de Cajas rechazadas	Nº de und. rechazadas	Costo por und. de piña (USD\$)	Perdida por und. (USD\$)
5	141	705	0.292388	206.13
6	22	132	0.292388	38.60
7	57	399	0.292388	116.66
8	4	32	0.292388	9.36
9	9	81	0.292388	23.68
10	2	20	0.292388	5.85
Total:	235	1369		400.28

El Cuadro 35 muestra el resumen de pérdidas por costos de producción de la unidad de piña, para una orden de pedido efectuada por la empresa Chiquita Brands Intl. La pérdida total de acuerdo al costo de una unidad producida equivale a USD\$ 400.28; es necesario indicar que la deducción hecha al pedido corresponde a más de USD\$ 1,400.00, ya que el precio de venta de una caja independientemente del tamaño es de USD\$ 6.00, más costos de flete e incineración de producto rechazado, puesto que Chiquita se encarga de desechar dicho producto en Italia, pero los costos del procedimiento los asume Corporación Frutera del Pacífico S.A., ya que devolver el producto sería más costoso. El aproximado de contenedores anuales en la empresa es de 291, con una pérdida anual de USD\$ 38,827.16.

5. CONCLUSIONES

- La cantidad de datos que se recopiló en la empresa Corporación Frutera del Pacífico S.A., durante un período de 25 días del 31 de agosto de 2009 al 2 de octubre de 2009, sumando un total de 250 mediciones, provenientes de 10 Bines muestreados por día, fueron suficientes para lograr realizar los diferentes análisis en los defectos de la piña y en la disminución de las concentraciones de los químicos. Ellos evidenciaron las condiciones en que se desarrollo el proceso, considerando tanto causas atribuibles como no atribuibles.
- A pesar de la variedad de defectos que presenta la piña, al hacer el estudio se observa que las categorías de defectos con mayor incidencia fueron los Defectos Fisiológicos con 22.3% de participación, seguido de los Defectos por Manejo Inadecuado de la piña con un 22.2%.
- No hay definidos procesos específicos para la aplicación de los insumos y en particular el Biocto, considerando esto hay múltiples factores que pueden alterar la calidad del producto entre estos factores están: cambio de empleados, falta de instrumentos de medición de fácil manejo, como las más evidentes. Los insumos que controlan la calidad del proceso de empaçado se degradan en mayor cantidad cuando la fruta trae exceso de suciedad, esto reduce la efectividad de los diferentes químicos.
- De todos los insumos utilizados en el proceso de lavado y desinfección de piña, el Biocto y el Cloro Granular al 65%, Acido Fosfórico demostraron ser los que más pérdida de concentración en las mezclas registraron, con valores de 28.2%, 17.1% y 16.2% respectivamente. Estos químicos son de gran importancia en las diferentes mezclas del proceso, ya que su función es la eliminación de hongos y bacterias en la cáscara, corona y pedúnculo.
- Con la información obtenida en los cuadros de costos por procesos de la planta post-cosecha de piña, se determinó el costo de post-cosecha de una unidad de piña es equivalente a USD\$ 0.292388 con una aproximación de USD\$ 0.30. Con esta información se puede estimar el costo total aproximado de pérdidas, siendo aproximadamente un total de USD\$ 38,827 en relación al costo del Biocto y la mano de obra que es de USD\$ 3,197. Para cada uno de los diferentes tamaños clasificados con calidad de exportación. Con este estudio se logra poner en claro las pérdidas financieras en las que incurre la planta al permitir procesos que no cumplen los estándares de calidad establecidos para el empaque de piña fresca.

6. RECOMENDACIONES

- Se debe impartir charlas a todos los empleados de Corporación Frutera del Pacífico S.A., para que tengan conocimiento de un mejor manejo pre y post cosecha de piña, logrando reducir el porcentaje de los defectos fisiológico, manejo inadecuado y contaminación vectorial.
- Hacer un diagnostico técnico del porqué de los defectos fisiológicos y el manejo inadecuado de la piña, para así hacer las mejoras pertinentes aplicando las buenas prácticas agrícolas.
- Hacer un reforzamiento en la concentración de la mezcla o cambiarla en 2 ocasiones durante el proceso de empaque de piña y dejar a una persona o asignada en las mezclas, para evitar deficiencia en la preparación de cada una de las marmitas. Así lograr mantener la concentración ideal en cada uno de los insumos.
- Designar a una sola persona en el área de mezclas, Ya sea a tiempo parcial o total e implementar un sistema a prueba de errores (sistemas poka joke) o tener tazas medidoras, formulaciones y código de colores. Estos sistemas son cualquier aditamento, instrumento o procedimiento que impida que se cometa un error involuntario y que facilite la ejecución de la actividad.
- Se debe tomar en cuenta las razones por las cuales el producto es rechazado por la empresa Chiquita Brands Intl. Considerando que las devoluciones en una orden de pedido son debido a la presencia de hongos en la base de la piña. La pérdida total de acuerdo al costo de una unidad producida equivale a USD\$ 400.28; es necesario indicar que la deducción hecha al pedido corresponde a más de USD\$ 1,400.00, ya que el precio de venta de una caja independientemente del tamaño es de USD\$ 6.00, más costos de flete e incineración de producto rechazado, ya que devolver el producto sería más costoso.

7. BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor de la FAO, consultado en línea, disponible en: <http://www.fao.org/inpho/> consulta realizada el 4 de junio del 2009.

Deming, W.E. (1989), Calidad, productividad y competitividad, Madrid.

Evans, J.R. y Lindsay, WM., Administración y control de calidad, Grupo Editorial Iberoamericana, 1995.

Feigenbaum, A.V. (1989), Control total de la calidad, CENSA, México.

Instituto Tecnológico del estado de Veracruz, México, consultado en línea, disponible en: <http://www.itver.edu.mx> consulta realizada el 2 de junio del 2009.

Materiales de clase, Curso sobre Gestión de la Calidad Total, Rosa Amada Zelaya, M.Sc., 2008, Carrera de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Portal de Calidad, Informe sobre el impacto de los costos de calidad sobre los costos totales de un producto, consultado en línea, disponible en: <http://www.portalcalidad.com> consulta realizada el 5 de junio del 2009.

Rosander, A.C. Applications of Quality Control in the service Industries. Nueva York: Marcel Dekker y ASQ Quality Press, 1985.

8. ANEXOS

Anexo 1. Exportación en fresco (%) respecto a la producción.

País	Exportación en fresco respecto a la producción
Países Bajos	88.9
Costa De Marfil	82.2
Bélgica	78.9
Costa Rica	67.9
Honduras	61.3
Francia	52.2
Ghana	36.4
Malasia	14.7
Nicaragua	12.9
Estados Unidos	12.5
Alemania	11.2
Filipinas	8.9
Ecuador	5.1
México	4.7
Brasil	1.2
Tailandia	0.2
China	0.2
India	0.1
Colombia	0.02
Nigeria	0.00

Fuente: Base de datos estadísticos en porcentaje de la exportación en fresco respecto a la producción, FAO 2009.

Anexo 2. Principales países productores de piña, de acuerdo a la FAO 2009.

Producción de piña (TM)	Año 2003	Producción de piña (TM)	Año 2003
Tailandia	1,700,000	Martinique	20,800
Filipinas	1,650,000	Jamaica	20,571
Brazil	1,400,190	Papúa New Guinea	18,000
China	1,316,280	Camboya	16,000
India	1,100,000	Puerto Rico	15,000
Nigeria	889,000	Central African Republic	13,800
Costa Rica	725,224	Mozambique	13,000
México	720,900	Japan	13,000
Kenya	600,000	Reunion	10,000
Indonesia	467,395	Liberia	7,000
Venezuela	383,922	Guadeloupe	6,975
Colombia	353,000	El Salvador	5,800
Viet Nam	338,000	Sudan	5,200
Estados Unidos	285,760	Samoa	4,600
Malaysia	255,000	Mauritius	4,560
Cote d'Ivoire	225,000	Guyana	4,500
Congo,	192,080	Trinidad and Tobago	3,800
South Africa	167,724	Fiji Islands	3,662
Bangladesh	153,000	Haiti	3,500
Peru	150,000	French Polynesia	3,500
Australia	140,000	Congo, Republic of	3,294
Republica Dominicana	110,000	Argentina	3,200
Guinea	105,000	Pineapples Production (Mt)	2003
Guatemala	102,299	Portugal	2,000
Ecuador	89,504	French Guiana	1,810
Benin	87,000	Belize	1,662
Tanzania	77,500	Uganda	1,650
Cameroon	76,365	Korea	1,057
Honduras	61,814	Brunei Darussalam	1,000
Ghana	60,000	Gabon	700
Bolivia	58,098	Togo	550
Madagascar	51,000	Suriname	375
Sri Lanka	50,500	Timor-Leste	200
Nicaragua	48,000	Guinea-Bissau	200
Paraguay	42,500	Antigua And Barbuda	185
Cuba	40,543	Seychelles	160
Angola	40,000	Zimbabwe	120
Laos	36,000	Cook Islands	25
Swaziland	32,000	Samoan Americana	20
Panama	24,000	Wallis And Futuna Is	5

Anexo 4. Hoja de verificación de piña aprobada y descartada.

Corporación Frutera del Pacífico S.A.							
Hoja de verificación de las unidades de piña aprobada y descartada							
Fecha:				Recolector:			
Bin	Und. Desc.	Und. Apr.	Total Und.	Bin	Und. Des.	Und. Apr.	Total Und.
Media de las medias diaria:							
Observaciones:							

Anexo 5. Hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña.

Corporación Frutera del Pacífico S.A.								
Hoja de Verificación para Concentraciones de Mezclas								
Día y Fecha:		Finca:		Muestras				
				Bin:	Bin:	Bin:	Bin:	Bin:
N. de Mezcla	Tipo de Marmita	Químico	Unidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
1	Tina de Lavado	Acido fosfórico	cc					
		Clorox Granular al 65%	g					
2	Primer Baño por Catarata	Acido Cítrico	g					
		Bayleton	g					
3	Segundo Baño por Catarata 120 L	Acido fosfórico	g					
		Cera Liquida	L					
		Clorox Granular al 65%	g					
3	Segundo Baño por Catarata 90 L	Acido fosfórico	g					
		Cera Liquida	L					
		Clorox Granular al 65%	g					
3	Segundo Baño por Catarata 60 L	Acido fosfórico	g					
		Cera Liquida	L					
		Clorox Granular al 65%	g					
3	Segundo Baño por Catarata 30 L	Acido fosfórico	g					
		Cera Liquida	L					
		Clorox Granular al 65%	g					
4	Baño para el pedúnculo	Sulfato de aluminio	40 g x L					
		Biocto	1 cc x L					

Anexo 6. Parámetros para las hojas de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña.

Anexo 7. Primera mezcla: tina de lavado.

Primera Mezcla: Tina de Lavado.				
N. Mezcla	Volumen de agua:	39,742	L	Orden de Mezclas
	Químico	Con. ¹	Unidad	
1	Acido fosfórico	1,500	cc	Primero
	Clorox Granular al 65%	7,330	g	Segundo

¹ Con. = abreviatura de concentración.

Anexo 8. Segunda mezcla: primer baño por catarata.

Segunda Mezcla: Primer baño por catarata.				
N. Mezcla	Volumen de agua:	586	L	Orden de Mezclas
	Químico	Con. ¹	Unidad	
2	Acido cítrico	20	cc	Primero
	Bayleton	20	g	Segundo

¹ Con. = abreviatura de concentración.

Anexo 9. Tercer mezcla: segundo baño por catarata.

Tercera Mezcla: Segundo baño por catarata.									
N° Mezcla	Volumen de agua:	120	L	90	L	60	L	30	L
	Químico	Conc.	Uni.	Conc.	Uni.	Conc.	Uni.	Conc.	Uni.
3	Cera líquida	12.2	L	9.0	L	6.0	L	3.0	L
	Acido fosfórico	100	g	225	g	150	g	75	g
	Cloro granular al 65%	240	g	180	g	120	g	60	g

Anexo 10. Cuarta mezcla: baño por el pedúnculo, aplicación por aspersión.

Cuarta Mezcla: Baño para el Pedúnculo, aplicación por aspersión				
N. Mezcla	Volumen de Agua:	20	L	Orden de Mezclas
	Químico	Concentración		
4	Sulfato de aluminio	40 g x L de H2O		Primero
	Biocto	1 cc x L de H2O		Segundo

Anexo 11. Formato para la identificación de tiempos en el flujo de procesos de lavado y empaque de piña.

Corporación Frutera del Pacífico S.A.	Fecha de la Inspección:	Hora de la Inspección:
Formato para la identificación de tiempos en el flujo de procesos		
Lote:	Finca:	
Hora de inicio del proceso:		
Observaciones:		
Hora de entrada a las tinajas de lavado y desinfección:		
Observaciones:		
Hora de entrada al área de selección por fisonomía:		
Observaciones:		
Hora de entrada a la marmita de aplicación de fungicidas:		
Observaciones:		
Hora de entrada a la marmita de aplicación de cera:		
Observaciones:		
Hora de entrada a la secadora:		
Observaciones:		
Hora de entrada al área de selección por tamaño y colocación en cajas:		
Observaciones:		
Hora de inicio del proceso de pesado de cajas de acuerdo al tamaño:		
Observaciones:		
Hora de inicio del etiquetado:		
Observaciones:		
Hora de inicio del paletizado de las cajas:		
Observaciones:		
Hora de inicio de la descripción de trazabilidad del fruto:		
Observaciones:		
Hora de finalización del proceso:		
Observaciones:		
Hora de traslado a los cuartos pre-enfriadores:		
Observaciones:		
Hora de traslado a los cuartos fríos de almacenamiento:		
Observaciones:		
Lugar: Planta de Procesamiento	Nombre del recolector de datos:	Firma del recolector:

Anexo 12. “Cálculos para la estimación de los costos de producción por proceso”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 43 con la descripción. 43_Datos_de_Producción.

Anexo 13. “Datos de los tiempos de duración de los procesos”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 29 con la descripción. 29_Tiempos.

Anexo 14. “Datos para el Diagrama de Pareto de las categorías de defectos que causan daño en el fruto provocando su descarte”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 10 con la descripción: 10_Diag_Pareto.

Anexo 15. “Datos de las medias de los defectos fisiológicos de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 3 con la descripción: 3_Desc._DFis.

Anexo 16. “Datos de las medias de los defectos por manejo inadecuado de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 4 con la descripción: 4_Desc._MI.

Anexo 17. “Datos de las medias de los defectos por contaminación vectorial de la piña descartada por lote”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 9 con la descripción: 9_Desc._CV.

Anexo 18. “Cálculos para el desarrollo del Diagrama de Pareto del porcentaje de pérdida de concentración de los insumos del proceso de lavado”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 28 con la descripción. 28_Pareto_mezclas.

Anexo 19. “Datos de la hoja de verificación de mezclas de los insumos aplicados a la piña”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 17 con la descripción. 17_Datos_Mezclas

Anexo 20. “Datos de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 1 de la Tina de Lavado Inicial”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 19 con la descripción. 19_CG_M1.

Anexo 21. “Datos de la cantidad de Clorox Granular al 65% (g) presente en la Mezcla 3 del Segundo Baño por Catarata 120 L/H₂O”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 24 con la descripción. 24_CG_M3.

Anexo 22. “Datos de la cantidad de Acido Fosfórico (g) presente en la Mezcla 3 del Segundo Baño por Catarata 120 L/H₂O”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 22 con la descripción. 22_AF_M3.

Anexo 23. “Datos de la comparación de la cantidad ideal de los insumos y las medias muestreadas”, está disponible en la copia digital adjunta, en la hoja de trabajo N° 27 con la descripción. 27_Comp_mezclas.