

**ANÁLISIS TEÓRICO-PRÁCTICO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE
ACEITE CRUDO DE PALMA EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE PALMAS
DEL CESAR S.A., UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE MINAS, SUR DEL
CESAR**

GUSTAVO ADOLFO URIBE SANTOS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2011

**ANÁLISIS TEÓRICO-PRÁCTICO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE
ACEITE CRUDO DE PALMA EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE PALMAS
DEL CESAR S.A., UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE MINAS, SUR DEL
CESAR**

GUSTAVO ADOLFO URIBE SANTOS

**Trabajo de Grado en Modalidad de Práctica Empresarial para optar al
Título de Ingeniero Químico**

Director:

Ph.D MARIO ÁLVAREZ CIFUENTES

Co-director:

CARLOS ALBERTO FERNÁNDEZ BOTÍA

Ingeniero Químico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

BUCARAMANGA

2011

DEDICATORIA

*A Dios, a mi papá, a mi mamá, a mi hermano, a mi hermana y a mi novia,
quienes han estado siempre animándome en mi recorrido por la vida.*

*Al Doctor Fabio González quien muy amable, cordial y desinteresadamente me
dio la oportunidad de trabajar en su empresa.*

*A mis amigos de Colegio y Universidad quienes han sido testigos de mi
desarrollo.*

*En fin a todos aquellos que en algún momento dado participaron en la
realización y revisión de este libro muchas gracias por sus aportes correcciones
o regaños, los cuales me guiaron en la consecución y desarrollo de este
proyecto.*

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento al Co-director de este proyecto el Ingeniero Carlos Alberto Fernández Botía, al Director P.hD Mario Álvarez Cifuentes, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

A las Directivas de Recursos Humanos de Palmas del Cesar S.A, encabezadas por el Doctor Gilberto Serrano, por permitirme trabajar y desarrollar este proyecto en su empresa, facilitando todos los medios posibles para su culminación.

A los operarios de la planta, al personal de laboratorio y al Ingeniero Ray Stewenson Carreño, por sus aportes y observaciones.

A Doña Marta por acogerme en su casa de manera desinteresada y alegre.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1 AGROINDUSTRIA DE LA PALMA	19
1.1 Descripción general de la industria del aceite de Palma	19
2 CONCEPTOS TEÓRICOS	20
2.1 Descripción del Proceso de extracción de aceite de palma	20
3 DESARROLLO EXPERIMENTAL	22
3.1 Revisión bibliográfica.....	22
3.2 Experiencia preliminar.	22
3.3 Medidas experimentales.....	22
3.4 Análisis y comparación entre teoría y práctica.....	23
3.5 Conclusiones.	23
3.6 Recomendaciones.....	23
4 RESULTADOS Y ANÁLISIS	24
5 CONCLUSIONES	38
6 RECOMENDACIONES	39
7 BIBLIOGRAFÍA	41
8 ANEXOS	44

LISTA DE TABLAS

1. TABLA 1. CLASIFICACIÓN DEL FRUTO SEGÚN MADUREZ.....	60
2. TABLA 2. PRESIÓN EN LA LÍNEA DE ADMISIÓN DE VAPOR Y PRESIÓN INTERNA DEL ESTERILIZADOR.....	60
3. TABLA 3. NÚMERO DE RAQUIS MAL DESGRANADOS LUEGO DE LA DESFRUTACIÓN.....	61
4. TABLA 4. OBSERVACIONES DE LA DESPRESURIZACIÓN.....	61
5. TABLA 5. NIVELES DE PÉRDIDA DE ACEITE EN AGUAS RESIDUALES.....	62
6. TABLA 6. COLORES DE ALMENDRAS.....	62
7. TABLA 7. PÉRDIDA DE ACEITE EN RAQUIS.....	63
8. TABLA 8. PÉRDIDA DE FRUTOS EN RAQUIS.....	63
9. TABLA 9. CANTIDAD DE TUSAS PARA RECICLO.....	64
10. TABLA 10. TEMPERATURA DE DIGESTORES.....	64
11. TABLA 11. AMPERAJE DE LAS PRENSAS.....	65
12. TABLA 12. PÉRDIDA DE ACEITE EN FIBRAS DE PRENSAS.....	65
13. TABLA 13. DILUCIÓN DE AGUA Y ACEITE EN EL LICOR DE PRENSA.....	66

14. TABLA 14. ATASCAMIENTOS EN LAS PRENSAS.....	66
15. TABLA 15. TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE EBULLICIÓN.....	67
16. TABLA 16. TEMPERATURA EN SEDIMENTADORES.....	67
17. TABLA 17. TEMPERATURA DEL CLARIFICADOR.....	68
18. TABLA 18. TEMPERATURA DEL TANQUE DE LODOS.....	68
19. TABLA 19. CANTIDAD DE ACEITE EN LODOS DE CLARIFICACIÓN.....	69
20. TABLA 20. CANTIDAD DE ACEITE EN RECUPERADO EN LAS CENTRÍFUGAS.....	69
21. TABLA 21. CANTIDAD DE ACEITE PERDIDO EN LAS DESCARGAS DE LAS CENTRIFUGAS.....	70
22. TABLA 22. CANTIDAD DE ACEITE PERDIDO EN EFLUENTES.....	70
23. TABLA 23. TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE SECADO.....	71
24. TABLA 24. VACÍO EN LA COLUMNA DE SECADO.....	71
25. TABLA 25. TEMPERATURA DEL ACEITE EN EL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	72

26. TABLA 26. ACIDEZ HUMEDAD E IMPUREZAS EN EL ACEITE ALMACENADO.....	73
27. TABLA 27. CARACTERIZACIÓN DE LA ALMENDRA ESTERILIZADA.....	55

LISTA DE GRÁFICAS

1. DIAGRAMA 1. PROCESO DE BENEFICIO DEL ACEITE DE PALMA.....	21
2. GRÁFICA 1. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	24
3. GRÁFICA 2. COMPORTAMIENTO DE LA PRESIÓN DE LA LÍNEA DE ADMISIÓN DURANTE LA ESTERILIZACIÓN.....	25
4. GRÁFICA 3. NÚMERO DE RAQUIS MAL DESGRANADOS LUEGO DE LA DESFRUTACIÓN.....	26
5. GRÁFICA 4. ESCAPES DE VAPOR OBSERVADOS DURANTE LA ESTERILIZACIÓN.....	26
6. GRÁFICA 5. PÉRDIDA DE ACEITE EN CONDENSADOS DE ESTERILIZACIÓN	27
7. GRÁFICA 6. CANTIDAD DE ALMENDRAS DE ACUERDO A SU COLOR.....	27
8. GRÁFICA 7. PÉRDIDA DE ACEITE EN RAQUIS.....	28
9. GRÁFICA 8. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DE LOS DIGESTORES	28
10. GRÁFICA 9. TEMPERATURA DEL AGUA DE DILUCIÓN	29
11. GRÁFICA 10. COMPORTAMIENTO DEL AMPERAJE DE LAS PRENSAS.....	29

12. GRÁFICA 11. COMPORTAMIENTO DEL AMPERAJE DE LOS DIGESTORES.....	30
13. GRÁFICA 12. COMPORTAMIENTO DE LAS PÉRDIDAS DE ACEITE EN LAS FIBRAS DE PRENSA.....	30
14. GRÁFICA 13. CONCENTRACIONES DE AGUA Y ACEITE EN EL LICOR DE PRENSA.....	31
15. GRÁFICA 14. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE EBULLICIÓN	31
16. GRÁFICA 15. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DE LOS SEDIMENTADORES.....	32
17. GRÁFICA 16. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL CLARIFICADOR.....	32
18. GRÁFICA 17. COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DEL TANQUE DE LODOS.....	33
19. GRÁFICA 18. CANTIDAD DE ACEITE EN LODOS A CLARIFICAR	33
20. GRÁFICA 19. CANTIDAD DE ACEITE RECUPERADO EN LAS CENTRIFUGAS.....	34
21. GRÁFICA 20. COMPORTAMIENTO DE LAS PÉRDIDAS SIMULTÁNEO.....	34
22. GRÁFICA 21. TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE SECADO.....	35

23. GRÁFICA 22. VACÍO EN LA COLUMNA DE SECADO.....	35
24. GRÁFICA 23. ACIDEZ DEL ACEITE DE PALMA EN DIFERENTES DESPACHOS.....	36
25. GRÁFICA 24. ACIDEZ EN EL ACEITE ALMACENADO.....	36
26. GRÁFICA 25. PORCENTAJE DE HUMEDAD EN ACEITE.....	36
27. GRÁFICA 26. PORCENTAJE DE IMPUREZAS EN ACEITE.....	37

LISTA DE ANEXOS

1. ANEXO A. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA PARA NUEVA EVALUACIÓN DE CALIDAD.....	44
2. ANEXO B. CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA PARA EL ANÁLISIS DE IMPUREZAS.....	47
3. ANEXO C. PLANO DE LA UBICACIÓN DE LA CASETA.....	53
4. ANEXO D. CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS ALMENDRAS.....	54
5. ANEXO E. PROCESO DE BENEFICIO DEL ACEITE DE PALMA POR EQUIPOS.....	56
6. ANEXO F. RECOMENDACIONES DETALLADAS.....	57

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS TEÓRICO-PRÁCTICO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE PALMA EN LA PLANTA DE BENEFICIO DE PALMAS DEL CESAR S.A, UBICADA EN EL CORREGIMIENTO DE MINAS, SUR DEL CESAR*

AUTOR: URIBE SANTOS, Gustavo Adolfo**

PALABRAS CLAVES: Racimos, Recepción, Esterilización, Desfrutación, Digestión, Prensado, Clarificación, Secado.

DESCRIPCIÓN: La agroindustria del aceite de palma en Colombia y en el mundo es una de las actividades económicas de mayor proyección. Según el anuario estadístico de Fedepalma del 2010, Colombia ocupa el quinto lugar en el escalafón mundial de productores de aceite de palma con 360.537 hectáreas de palma de aceite sembradas equivalentes al 2% del área mundial sembrada, la cual lidera Malasia con un 40,3% del área total, lo que impulsa a esta industria a liderar mundialmente la innovación y mejoramiento constante del proceso de beneficio, con el fin de tener un proceso productivo cada vez más eficiente y competitivo.

La planta de beneficio Palmas del Cesar S.A, se dedica a la extracción de aceite de palma y de palmiste. Este proyecto se enfoca al análisis comparativo del proceso de beneficio del aceite de palma implementado en esta planta con el propuesto por la bibliografía especializada, buscando encontrar debilidades y fortalezas en su aplicación, para proponer estrategias de mejoramiento que beneficien a la empresa.

Este trabajo contiene estrategias y alternativas que de ser adoptadas por esta empresa, pueden mejorar la eficiencia de las diferentes etapas del proceso, obteniendo un mayor control del mismo, aumentando los niveles de calidad del aceite, mejorando la logística del proceso de beneficio, haciéndolo más competitivo.

* Práctica empresarial, Palmas del Cesar S.A. Planta Minas

** Escuela de Ingeniería Química., Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes, Universidad Industrial de Santander, Co-Director; Ing. Carlos Alberto Fernández Botía., Palmas del Cesar S.A.

ABSTRACT

TITLE: THEORETICAL AND PRACTICAL STUDY OF THE PROCESS OF EXTRACTION OF CRUDE OIL OF PALM IN THE PLANT OF BENEFIT OF PALMAS DEL CESAR S.A., LOCATED IN THE CORREGIMIENTO OF MINAS, SOUTH OF THE CESAR *

AUTHOR: URIBE SANTOS, Gustavo Adolfo **

KEYWORDS: bunches, reception, sterilization, treshing, digestion, pressing, clarification, drying.

DESCRIPTION: the Agribusiness of palm oil in Colombia and in the world is one of the more important economic activities with a big projection. According to the 2010 Fedepalma Statistical Yearbook, Colombia ranks fifth in the ranking world of producers of palm oil with 360.537 oil palm hectares planted equivalent to 2% of the global area planted, which leads Malaysia with 40.3% of the total area that drives this industry worldwide leading innovation and constant improvement process benefit for a productive process more efficient and competitive.

The Benefit Plant of Palmas del César S.A. is dedicated to the extraction of oil palm and kernel. This project focuses on the comparative analysis of the benefit of deployed in this plant with the proposed by the specialist literature, looking to find strengths and weaknesses in your application, to propose strategies for improvement that will benefit the company and the palm oil process.

This work contains strategies and alternatives to be taken by this company, can improve the efficiency of the different stages of the process, getting a greater control, increasing levels of oil quality, improving the logistics of the benefit process, making it more competitive.

* Industrial Internship, Palmas del Cesar S.A. Planta Minas

** Chemical Engineering Department, Director: Ph.D. Mario Álvarez Cifuentes, Universidad Industrial de Santander, Co-Director: Ing. Carlos Alberto Fernández Botía., Palmas del Cesar S.A.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio analiza en forma teórica y posteriormente práctica los parámetros que influyen en el procesamiento del fruto de palma de aceite en la Planta de Beneficio de la Empresa Palmas del Cesar S.A., ubicada en el corregimiento de Minas, sur del Cesar.

Esto con el propósito de comparar los parámetros y técnicas que dicta la bibliografía especializada, con los que gravitan en la Planta de Beneficio de Palmas del Cesar S.A, para reconocer las fortalezas y debilidades del proceso llevado a cabo en la extractora, y formular recomendaciones que fortalezcan las debilidades y mejoren las fortalezas de la extracción.

Al principio de este trabajo se define la estructura de la palma de aceite y el proceso de extracción, con el fin de ubicar al lector en el tema. Se definen cada una de las etapas del proceso de extracción y respectivos parámetros de referencia. Finalmente se expone el ejercicio práctico, los resultados del mismo, las comparaciones teoría-práctica y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

Buscando de esta manera generar conocimiento práctico que permita proponer desde una perspectiva real, sugerencias específicas en la Planta de Beneficio de Palmas del Cesar S.A., reafirmando, los conocimientos del estudiante en Ingeniería Química, específicamente en el área del proceso de extracción de aceite de palma.

El proceso de extracción en la planta de beneficio de Palmas del Cesar S.A., genera pérdidas de aceite en los equipos de esterilización, desfrutación, prensado y centrifugación. Estas etapas del proceso producen pérdidas que pueden llegar a disminuir hasta en un 3% el porcentaje de extracción de

aceite en masa de fruto, lo que ocasiona detrimentos económicos para la empresa.

Teniendo en cuenta trabajos anteriores realizados en otras empresas e información recolectada desde el año 1998 hasta 2010, el porcentaje de extracción de aceite puede llegar teóricamente hasta un 25%. Estos estudios incluyeron revisiones bibliográficas y trabajos de campo en las etapas de esterilización, desfrutación, digestión y prensado, los cuales permitieron identificar fallas en la ejecución de los procesos llevados a cabo. Sin embargo las falencias de ejecución se siguen presentando debido a la dificultad económica de modernizar las técnicas y equipos del proceso.

Por lo anterior el departamento de calidad de la organización ha decidido identificar sus debilidades y fortalezas en la logística del proceso, buscando diferentes alternativas que puedan mejorar la estabilidad del porcentaje de extracción actual y su posible aumento.

Actualmente en la empresa según datos del año 2011, tiene un porcentaje de extracción que oscila entre un 18% y un 21%, valores por debajo de la meta establecida de un 23%, siendo de suma importancia disminuir las pérdidas de aceite y de fruto en cada una de las etapas del proceso, controlando de mejor manera la calidad de la materia prima y las técnicas del proceso, permitiendo aminorar los costos operativos y de producción.

1 AGROINDUSTRIA DE LA PALMA

La palma de aceite, es una planta monocotiledónea de tronco único de hojas pinnadas con foliolos insertados irregularmente que dan un aspecto plumoso. Esta produce flores masculinas con 6 estambres que producen frutos de forma ovoide, que unidos a la tusa o raquis, forman racimos en la parte alta de la planta. El fruto de palma posee varias capas, como lo son el exocarpio, el mesocarpio, el endocarpio y el endospermo¹.

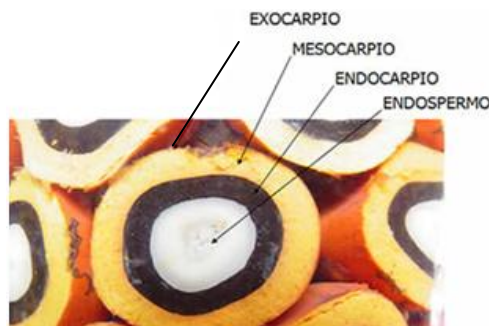


Ilustración 1

Fuente: http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_aceite2.htm

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL ACEITE DE PALMA

El proceso de extracción de aceite es llevado a cabo en las plantas extractoras, donde el fruto es sometido a procesos físicos para obtener aceite rojo de la pulpa o mesocarpio del fruto y aceite de palmíste o amarillo de la almendra del fruto. Los frutos son esterilizados, desfrutados, digestados y prensados, el aceite resultante se clarifica, se seca y se almacena para su posterior despacho.

¹Ver ilustración 1. Borrero, Cultivo de la Palma de aceite (*Elaeis Guineensis* Jacq.), pág.

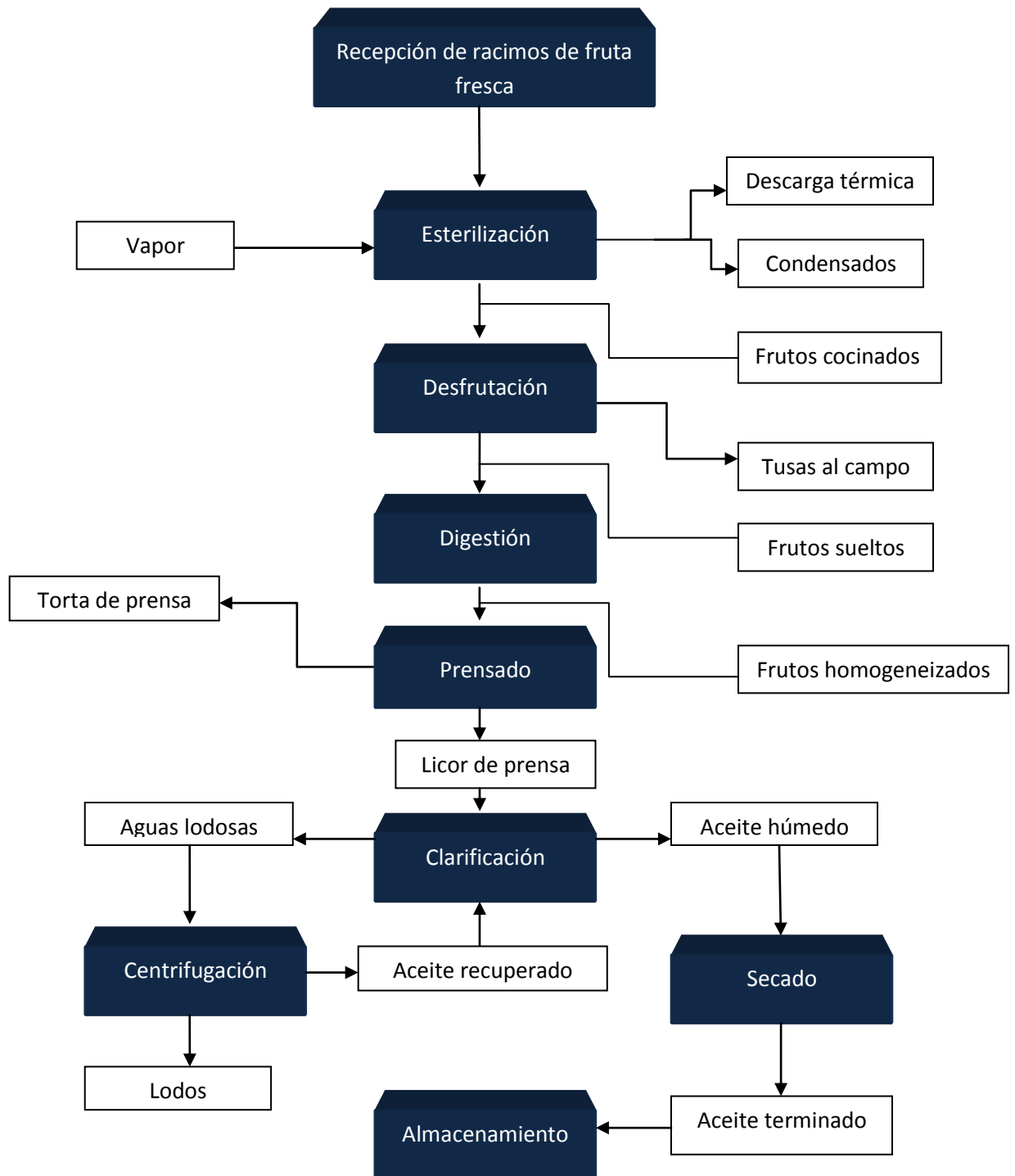
2 CONCEPTOS TEÓRICOS

En este capítulo se resumen el proceso de extracción de aceite de palma en el diagrama 1 y los parámetros de trabajo usados comúnmente en las extractoras de aceite de palma del mundo obtenidos de la bibliografía, para establecer los criterios de comparación entre la teoría y la práctica y construir las tablas del ejercicio práctico de auditoría, buscando establecer semejanzas y diferencias entre la bibliografía y la realidad de la planta analizada.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA

El proceso de beneficio del aceite de palma, incluye diferentes etapas (ver diagrama 1), donde cada una maneja las siguientes variables de proceso que van ser estudiadas en este trabajo: **1. Recepción:** Calidad de fruto según madurez; **2. Esterilización:** Presión interna del esterilizador, presión de la línea de admisión de vapor, tiempo de esterilización, temperatura de la línea de admisión de vapor y pérdida de aceite en condensados; **3. Desfrutación:** Revoluciones del desfrutador y tiempo de residencia del racimo; **4. Digestión y prensado:** Amperaje de los digestores y prensas, pérdida de aceite en fibras, temperatura del agua de dilución, temperatura de los digestores; **5. Clarificación y secado:** Temperatura del tanque pre clarificador, clarificador, sedimentadores, tanque de lodos, columna de ebullición, vacío del secador, temperatura interna del secador de vacío; **6. Almacenamiento:** Acidez, impurezas y humedad del aceite. Las etapas en detalle del proceso pueden ser fundamentadas en la bibliografía del presente texto.

Diagrama 1. PROCESO DE BENEFICIO DEL ACEITE DE PALMA



Fuente: el autor

3 DESARROLLO EXPERIMENTAL

En este capítulo se expone la metodología usada en cada una de las etapas y las diferencias encontradas entre los parámetros de trabajo de la empresa y los de la bibliografía.

3.1 Revisión bibliográfica: En esta etapa se revisó la forma y los parámetros de operación y control más comunes usados en cada una de las etapas del proceso. Recepción, esterilización, desfrutación, digestión, prensado, clarificación, secado, almacenamiento.

3.2 Experiencia preliminar: En esta etapa se reconoció el modo de operación y los parámetros de procesamiento implementados en Palmas del Cesar S.A. por medio de una pequeña auditoría a cada operario presente en cada etapa del proceso de extracción con base en la revisión bibliográfica del sistema de gestión de calidad de la empresa, con el fin de reconocer el campo de trabajo y los equipos industriales.

3.3 Medidas experimentales: En base al modo de operación de Palmas del Cesar S.A y a los parámetros encontrados en la bibliografía, se diseñó un sistema de auditoría con tablas de medición (ver lista de tablas) para cada etapa, con el propósito de verificar el cumplimiento de los parámetros de operación estipulados en el sistema de gestión de calidad de la empresa, el cual permitió medir y comparar los parámetros de operación de la teoría con los de la planta analizada.

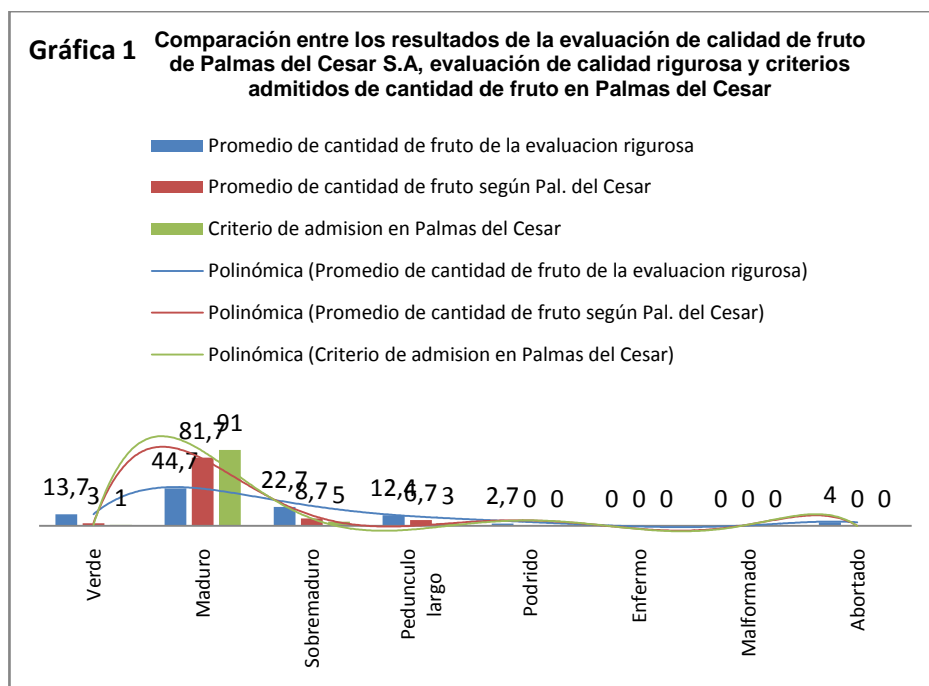
3.4 Análisis y comparación entre teoría y práctica: En esta etapa se analizaron y compararon los parámetros del proceso llevado a cabo en la empresa y lo dictado por la bibliografía, basándose en los resultados obtenidos con el sistema de auditoría diseñado en la etapa anterior, lo que permitió encontrar diferencias, semejanzas, debilidades y fortalezas entre ambos modos de operación.

3.5 Conclusiones: En esta parte de la metodología se generaron las conclusiones más importantes del análisis del proceso, basadas en todos los pasos anteriores.

3.6 Recomendaciones: En esta etapa se plantearon estrategias de mejoramiento específicas para Palmas del Cesar S.A., basadas en las observaciones hechas en la etapa anterior, lo que permitió proponer desde una perspectiva técnica recomendaciones para el proceso.

4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

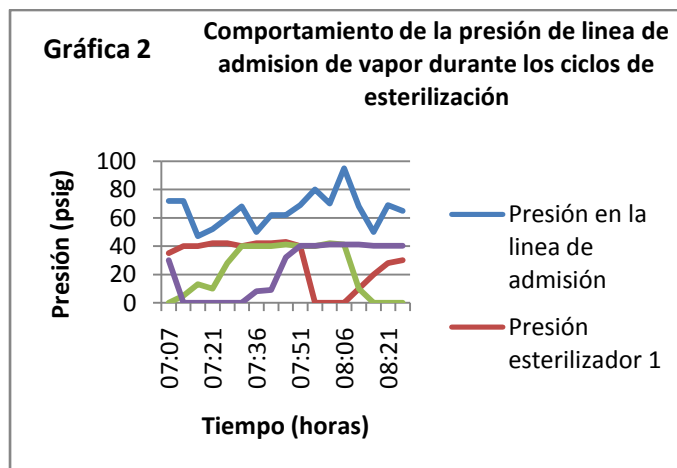
4.1 RECEPCIÓN



En la gráfica 1 se observa que la calificación de los racimos hecha por los operarios de la empresa (columnas rojas) obtiene resultados cercanos a la meta propuesta por la empresa (columnas verdes), pero estos resultados no son confiables ya que no son realizados siguiendo los parámetros de tamaño de muestra mínima de 100 racimos, tipo de muestreo aleatorio y recorrido en zigzag sobre la población de la muestra. Al realizar la evaluación siguiendo rigurosamente las instrucciones del sistema de gestión de calidad de la empresa (columnas azules), se encuentra que los promedios de cada tipo de racimo distan bastante de las metas establecidas por la empresa; lo preocupante de esto no sólo es la diferencia entre los datos obtenidos sino la necesidad que la empresa tiene de reconocer qué tipo de racimo está presente en mayor cantidad dentro del fruto recibido en la tolva para poder fijar los tiempos de esterilización y conseguir pocas pérdidas de aceite en condensados y en las etapas siguientes de desfrutación, prensado y centrifugación debido a que todas son dependientes de un tiempo de esterilización correcto. Al analizar

los datos de impurezas en el fruto recolectados por los operarios y verificar las técnicas utilizadas por ellos para realizarlos, se encontró que estos datos son poco confiables debido a que el análisis de impurezas no se realiza periódicamente por la falta de equipos cercanos a la tolva lo que obliga a los operarios a hacer una estimación por medio de una inspección visual del fruto. Estos datos no fueron graficados porque eran muy distantes de la realidad y no permitían hacer conjeturas confiables sobre la calidad del fruto.

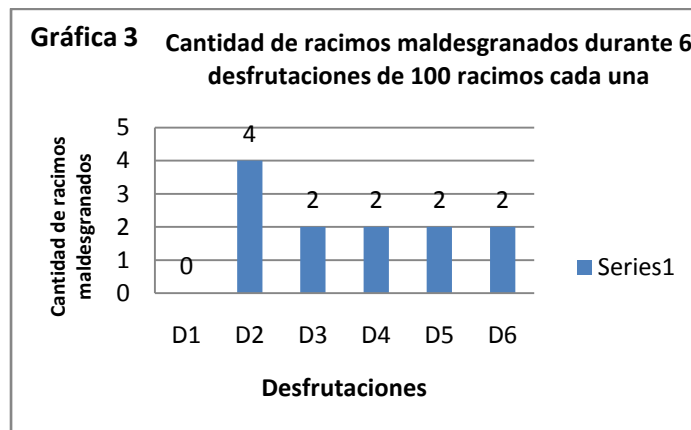
4.2 ESTERILIZACIÓN Y DESFRUTACIÓN



Fuente: el autor

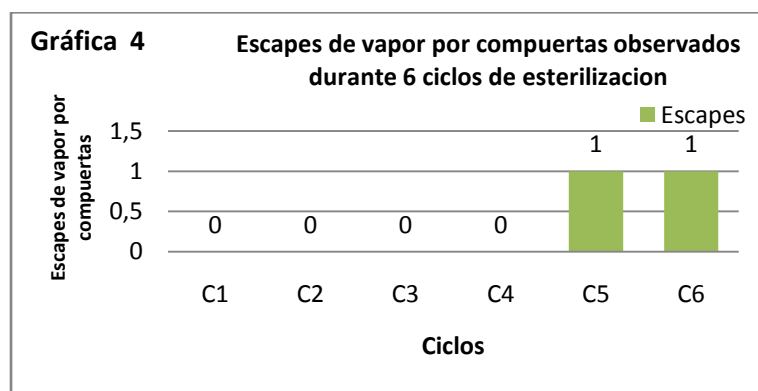
En la gráfica 2 se observa que las configuraciones de trabajo de los esterilizadores en las cuales se presenta el mayor consumo de vapor son cuando un esterilizador está apagado, otro está cumpliendo sus primeros 10 minutos de sostenimiento, y otro está subiendo a su primer pico de presión. Ahora las configuraciones de trabajo de los esterilizadores en las cuales se presenta el menor consumo de vapor son cuando un esterilizador está apagado, otro está en sus últimos 5 minutos de sostenimiento y otro está cumpliendo sus primeros 20 minutos de sostenimiento. Durante la realización de las mediciones en la etapa de esterilización se observaron las siguientes falencias:

Los valores de las presiones admisibles en la línea de admisión de vapor y al interior del esterilizador consignados en la documentación del sistema de gestión de calidad no son los correctos al aplicarlos al proceso. El criterio de aceptación de presión en la línea de admisión es menor que el criterio de aceptación de la presión interna del esterilizador 35 y 45 psig respectivamente; esto significaría que la producción de vapor no es la suficiente para el proceso.



Fuente: el autor

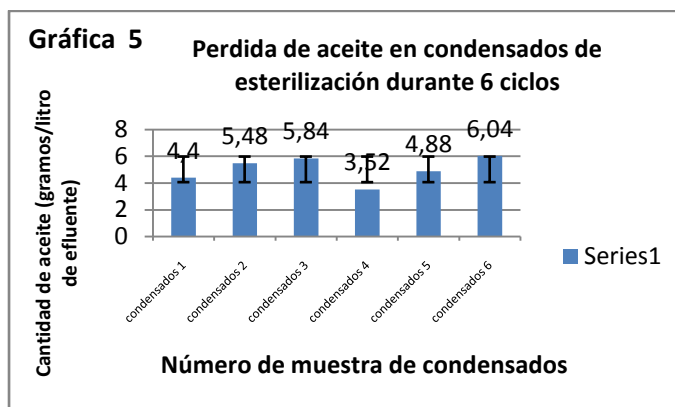
Ahora en la gráfica 3 se observa que el número de raquis mal desgranados cumple con la meta establecida por la empresa de máximo 5 raquis mal desgranados por cada 100, pero estos resultados podrían ser mejores si el control de calidad de los frutos fuera realizado con más rigurosidad permitiendo fijar los tiempos de esterilización más adecuados para cada tipo de racimo.



Fuente: el autor

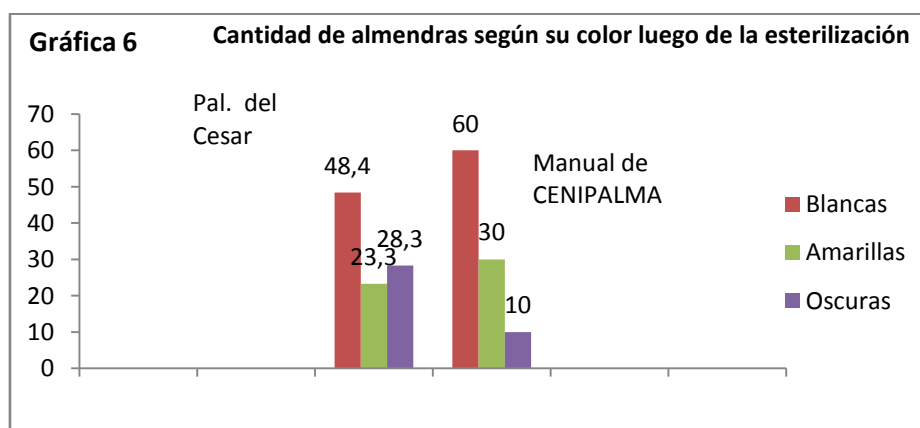
En la gráfica 4 se observa que hay presencia de dos escapes de vapor por las compuertas de los esterilizadores; estas se deben principalmente a fallas de ejecución por parte de los operarios en el accionamiento de las compuertas y posiblemente a fallas por desgaste de los empaques de las puertas de los

esterilizadores. Durante la realización de esta inspección visual se encontró que hay fallas en la sensibilidad y calibración de las válvulas de seguridad de los 3 autoclaves que por lo anterior permiten que exista un flujo de salida de vapor constante a través de ellas lo que obliga a que las válvulas de admisión permitan la entrada constante de vapor, lo que aumenta el consumo de este último sin necesidad de que esto ocurra.



Fuente: el autor

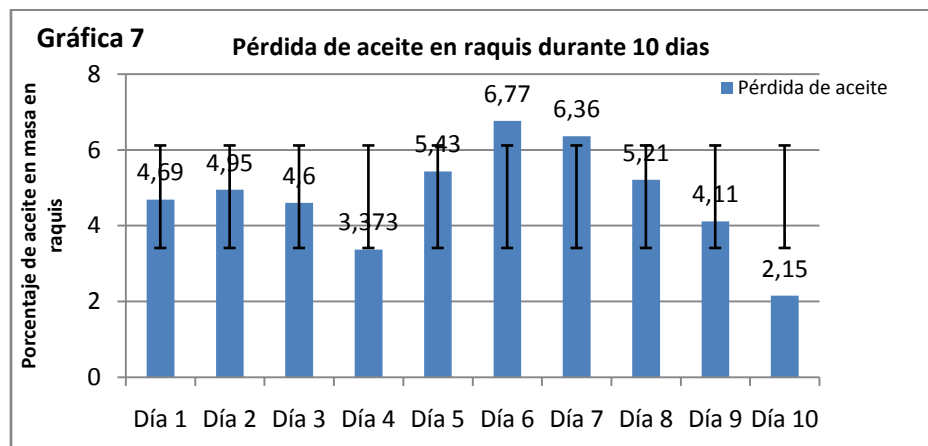
En la gráfica 5 se observa que los resultados obtenidos de pérdida de aceite en condensados están en el intervalo de aceptación de la empresa máximo 10 gramos por litro de efluentes. Se puede concluir que la empresa tiene resultados satisfactorios que están oscilando entre 4 y 6 gramos de aceite por litro de efluente.



Fuente: el autor

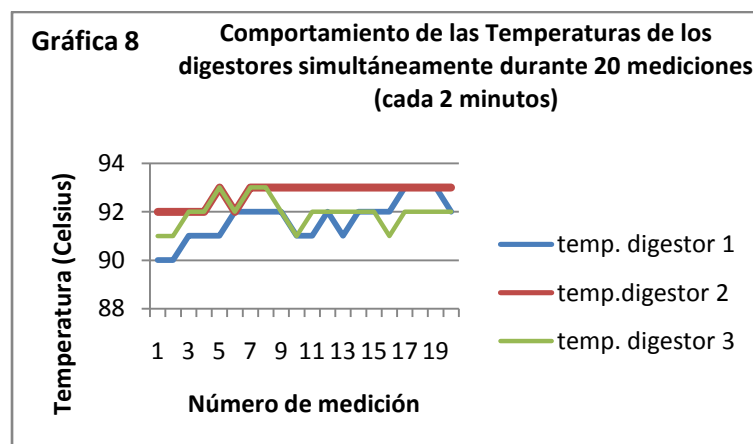
En la gráfica 6 se observa que la compañía obtiene 48,4% de almendras blancas, 23,3% de almendras amarillas y 28,3% de almendras oscuras, porcentajes que están por debajo de los establecidos por CENIPALMA para una buena esterilización. Posiblemente esto se debe a la falta de rigurosidad

en la aplicación del control de calidad en la recepción, lo que no permite que se fijen tiempos de esterilización adecuados para cada fruto. Ahora es importante mencionar que a mayor tiempo de cocción más oscuro es el color de las almendras, lo que afecta la cantidad y calidad de aceite contenido en ellas (ver anexo D).

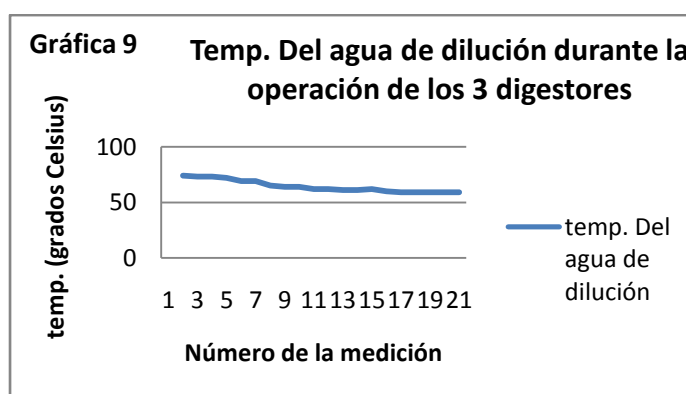


En la gráfica 7 se observa que las pérdidas de aceite en raquis no sobrepasan el límite establecido por la empresa del 7% e incluso hay días que están por debajo del 3%. Se puede concluir que las pérdidas de aceite en raquis de la empresa están oscilando entre un 3,5% y un 6,1%, lo que es un resultado positivo.

4.3 DIGESTIÓN Y PRENSADO

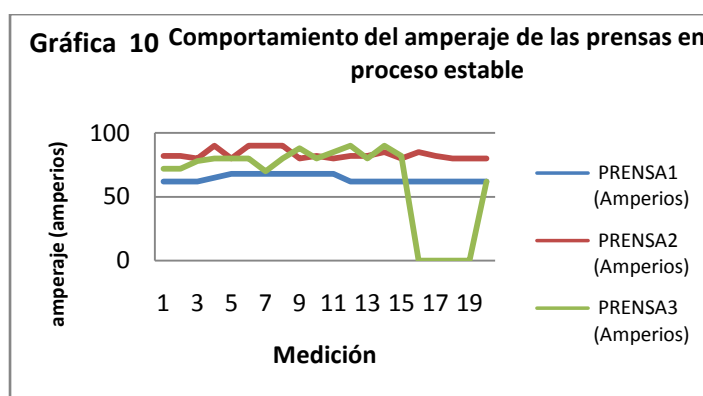


En la gráfica 8 se observa que las temperaturas internas de los digestores tienen picos de subida, bajada y en ocasiones de sostenimiento; estos se presentan por el ingreso y salida de fruto desgranado y masa digestada respectivamente, lo que produce que el digestor cambie su temperatura de acuerdo a la cantidad de alimentación que está recibiendo durante el proceso. Se observa que el intervalo de temperaturas de trabajo está entre 90 y 93 grados Celsius.



Fuente: el autor

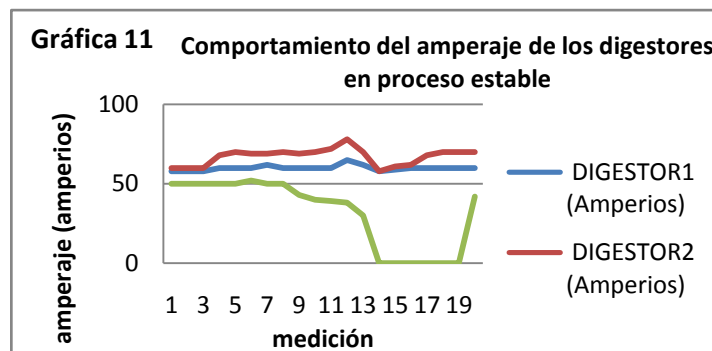
En la gráfica 9 se observa que la temperatura del agua de dilución desciende de 78 grados a 60 y se estabiliza en este valor. Según la información anterior la empresa no cumple la meta de mantener esta temperatura por encima de 90 grados Celsius. Esto se debe a variaciones en la entrada de fibra de combustible a las calderas, que en ocasiones no es la suficiente para mantener el flujo de vapor constante requerido para calentar el agua de dilución.



Fuente: el autor

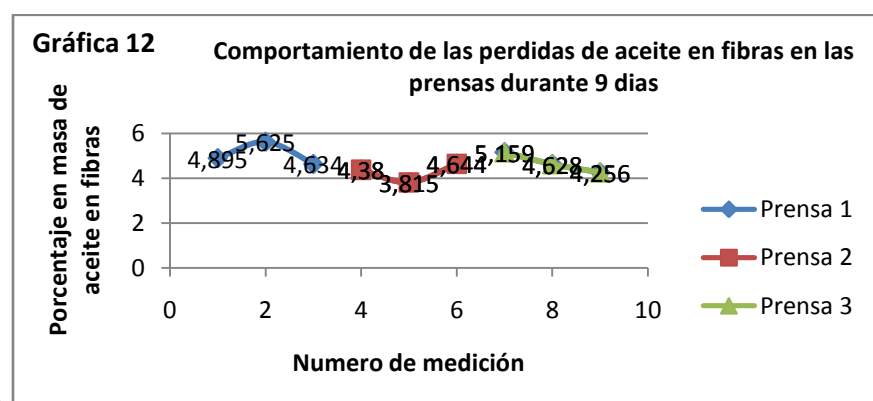
En la gráfica 10 se observa una disminución abrupta del amperaje de la prensa 3 debido a la necesidad de apagarla por la falta de alimentación suficiente de fruto desgranado. Al no existir bastante fruto desgranado dentro del digestor 3,

el prensado no se puede realizar eficientemente por falta de llenado uniforme de la prensa. De la información anterior se concluye que el amperaje empleado por las prensas oscila entre 60 y 90 amperios, resultado que dista un poco de la meta de la empresa que es de entre 80 y 95 amperios. En las líneas de amperaje de las prensas se observan picos de subida y bajada que evidencian que la alimentación de masa digestada a las prensas es realizada por lotes cada 5 minutos.



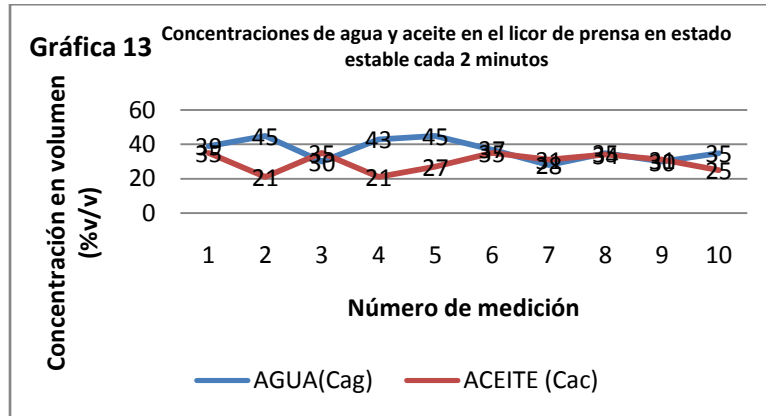
Fuente: el autor

En la gráfica 11 se observa una abrupta bajada del amperaje del digestor 3, el cual se debió apagar manualmente por la misma razón que se apagó la prensa 3, no hay suficiente alimentación de fruto desgranado. Se puede concluir que el amperaje empleado por los digestores oscila entre 50 y 80 amperios, pero este criterio no se evalúa en el sistema de gestión de calidad de la empresa, siendo importante porque en determinado momento es un indicador de la efectividad del proceso mostrando la cantidad de fruto digestada.



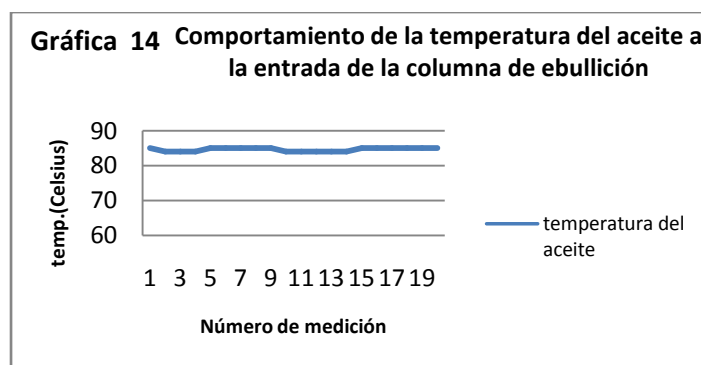
Fuente: el autor

En la gráfica 12 se observa que las pérdidas de aceite en fibras de prensa no superan al 6% como establece la meta de la empresa, incluso disminuyen hasta 3,8% lo que nos permite concluir que el prensado es eficiente.



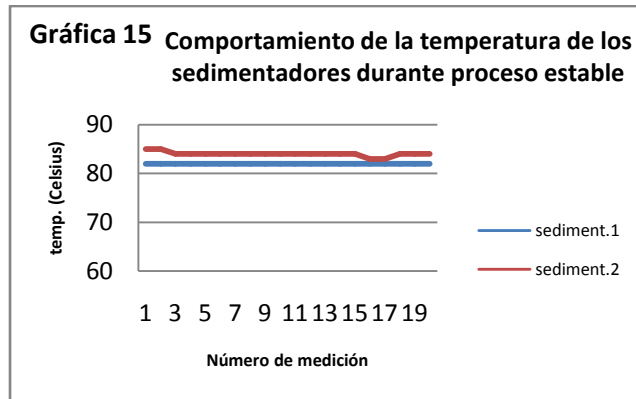
En la gráfica 13 se observa que las concentraciones de agua y aceite están entre 28 a 45% en volumen y 21 a 35% en volumen respectivamente. La concentración del agua disminuye en ciertos intervalos de tiempo debido a disminuciones en la presión de las tuberías del agua de dilución. Con esta información se concluye la empresa cumple con las metas establecidas en el sistema de gestión de calidad de la compañía, que establece volúmenes para el agua de entre 30% y 40% y de aceite de entre 20% y 30%.

4.4 CLARIFICACIÓN Y SECADO



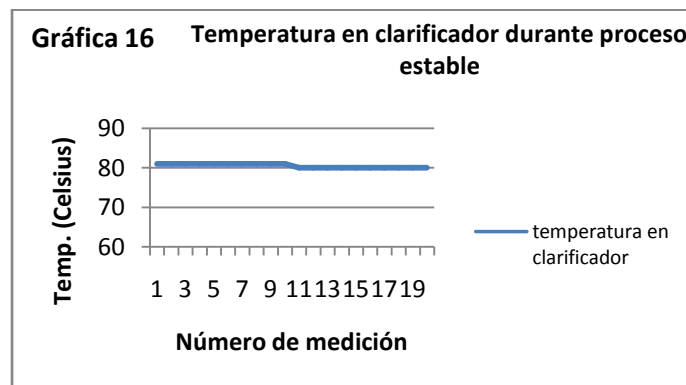
En la gráfica 14 se observa que la temperatura del aceite a la entrada de la columna de ebullición oscila entre 84 y 85 grados Celsius, lo que permite concluir que el calentamiento del aceite es correcto y se realiza con la cantidad

necesaria de vapor, lo que permite cumplir con la meta de entre 80 y 95 grados de temperatura establecida por la empresa.



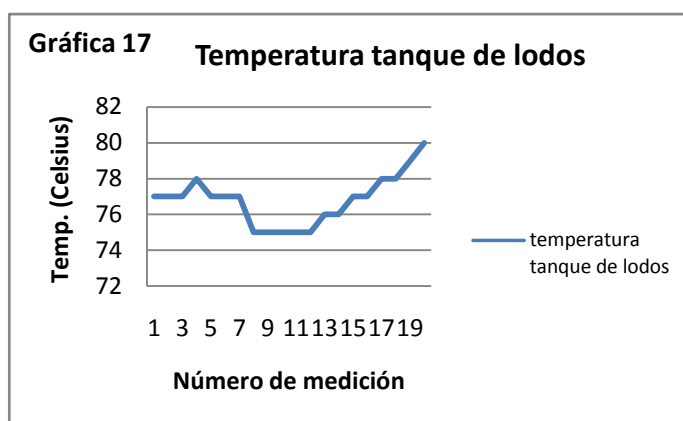
Fuente: el autor

De la gráfica 15 se observa una pequeña irregularidad casi imperceptible en los valores de temperatura del sedimentador 2 debida a variaciones pequeñas en los flujos de vapor de calentamiento internos por falta de alimentación de combustible suficiente a la caldera. El intervalo de trabajo de temperatura de los sedimentadores está entre 82 y 85 grados Celsius, resultados que cumplen con la meta de entre 80 y 95 grados establecida por la empresa.



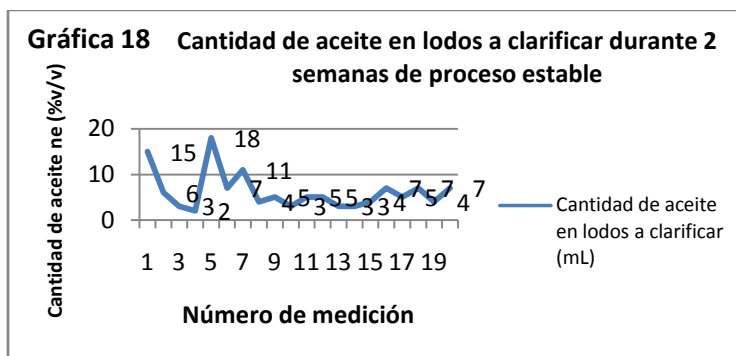
Fuente: el autor

En la gráfica 16 se observa que la temperatura del clarificador tiene una variación casi imperceptible de un grado, que se debe a variaciones en la alimentación de vapor al clarificador que se ve disminuida por descensos en la cantidad de fibra combustible alimentada a la caldera. El intervalo de operación del clarificador está entre 80 y 81 grados Celsius, resultado que cumple con la meta establecida por la empresa de entre 80 y 95 grados.



Fuente: el autor

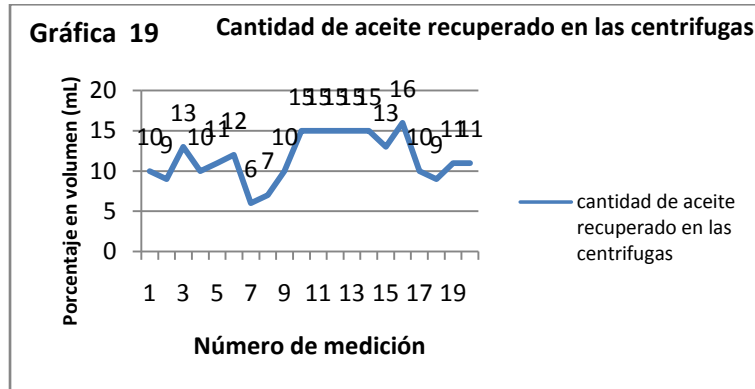
En la gráfica 17 se observa que la temperatura del tanque de lodos tiene gran variación, tomando valores desde 75 hasta 80 grados Celsius. Esta variación se debe a la ubicación del termómetro, que se encuentra ubicado no dentro del tanque, sino en las tuberías externas que conducen el aceite a las centrifugas deslodadoras; esto causa un tiempo de retardo en la medición que altera los resultados obtenidos, ya que el aceite antes de llegar a las centrifugas pasa por un filtro cepillo, este trayecto altera los valores de temperatura del aceite.



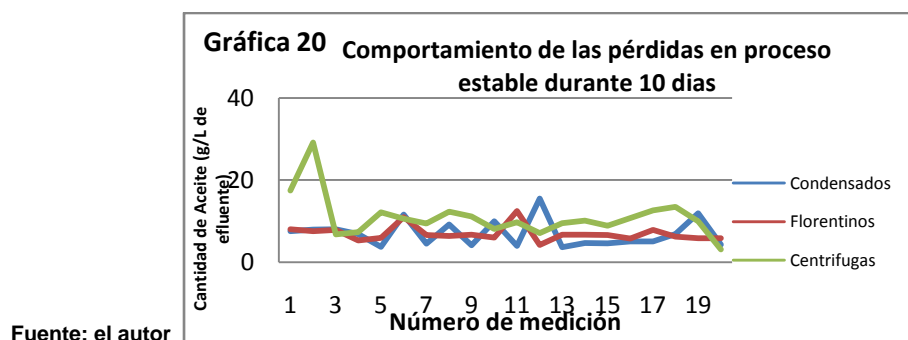
Fuente: el autor

En la gráfica 18 se observa que la cantidad de aceite presente en los lodos que se van a clarificar presenta una gran disminución desde la medida 8 en adelante; esto se debió a la implementación de un pre clarificador que alivio la carga de aceite del clarificador. La línea muestra resultados que van desde 2 a 18% de volumen en ml de aceite en lodos, lo que demuestra que esta composición es bastante variable y se encuentra ligada a la variedad del fruto procesado que es cambiante a diario. La meta de la empresa fija un máximo de 15% de aceite en volumen de lodos, pero con la ubicación del pre clarificador

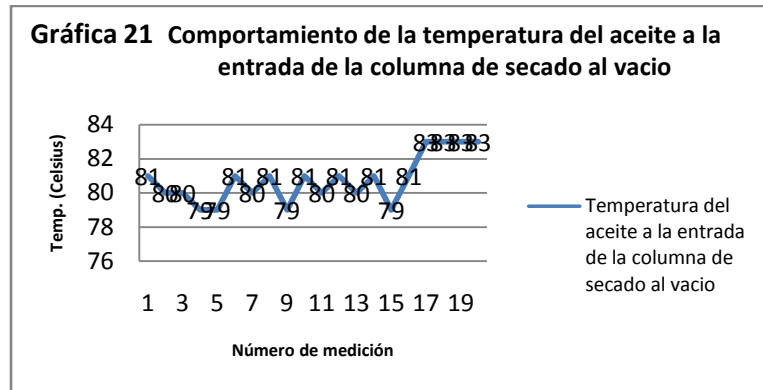
este parámetro debe disminuirse a casi la mitad de su valor actual, es decir, 7,5%, lo cual es positivo y evidencia la voluntad de la empresa para optimizar su proceso de beneficio.



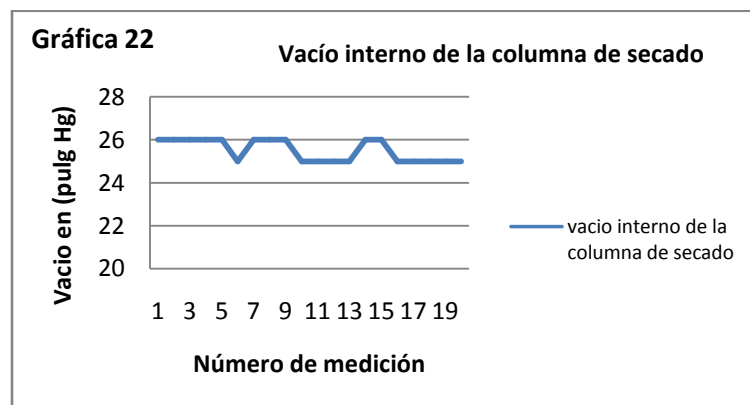
En la gráfica 19 se observa que la cantidad de aceite recuperado en las centrifugas oscila en valores que van desde 6 hasta 16% en volumen, resultados que cumplen con la meta de la empresa que fija desde un 10 hasta un 30% en volumen. Estas variaciones obedecen a los cambios de variables como la variedad del fruto procesado, tiempo de esterilización y composiciones volumétricas del licor de prensa, que pueden disminuir o aumentar la cantidad de aceite inicial extraída en el proceso.



En la gráfica 20 se observa que las pérdidas de aceite mayores se presentan en las descargas de centrifugas deslodadoras que al mismo tiempo son las menos variables. Son más variables las pérdidas en condensados y en tanques florentinos. El intervalo donde más se presentan resultados es entre 3 y 16 gramos de aceite por litro de descargas, resultados que distan un poco de la meta de máximo 10 gramos por litro establecida por la empresa.

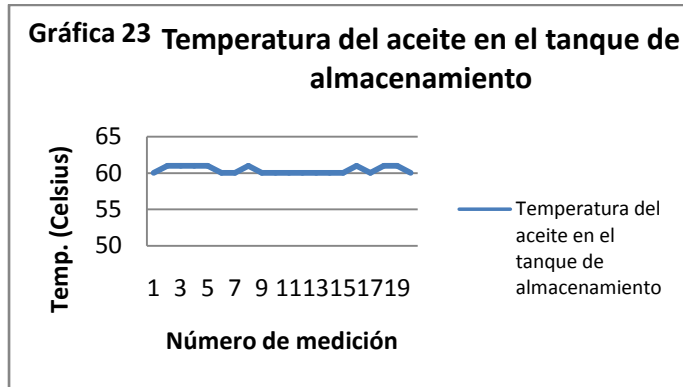


En la gráfica 21 se observa que la temperatura del aceite a la entrada de la columna de secado al vacío, oscila entre 79 y 83 grados Celsius, intervalo muy cercano la meta establecida por la empresa de entre 80 y 95 grados, lo que permite asegurar una evaporación flash de vacío completa de la humedad contenida en el aceite.



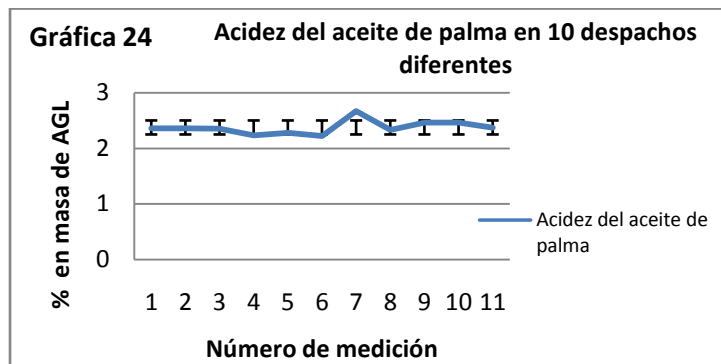
En la gráfica 22 se observa que el vacío interior de la columna de secado al vacío tiene una variación muy pequeña; además los valores de vacío son de entre 25 y 26 pulgadas de mercurio, valores que cumplen con la meta de mínimo 23 pulgadas de Hg establecidas por la bibliografía especializada. Esto permite concluir que el secado se realiza correctamente siguiendo los parámetros para su correcto funcionamiento.

4.5 ALMACENAMIENTO



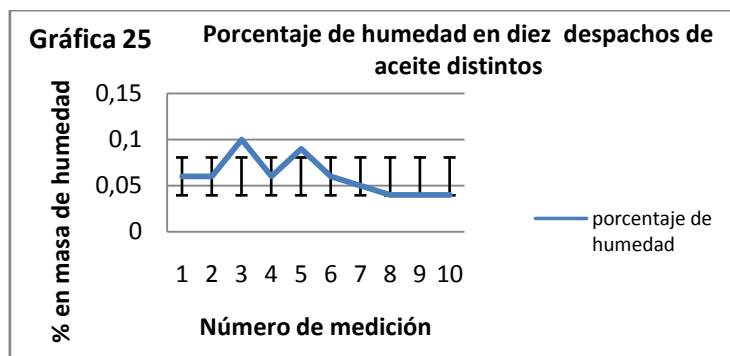
Fuente: el autor

En la gráfica 23 se observa que la temperatura interior del tanque de almacenamiento es mayor que 40 grados Celsius, como lo establece la empresa; además se observa que la temperatura tiene una variación muy pequeña que en este caso no afecta las calidades del producto final.



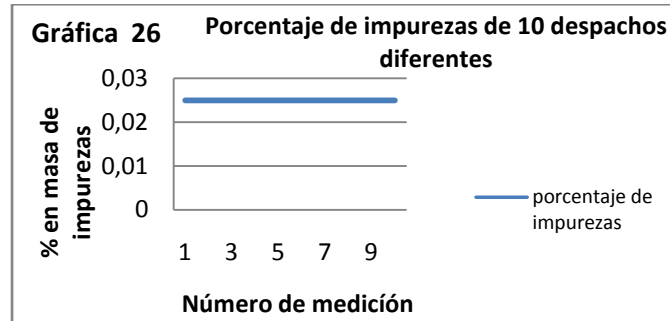
Fuente: el autor

En la gráfica 24 se observa que la acidez solo supera el límite de 2,5% establecido por la empresa una vez. Esto es positivo porque significa que la planta cumple con el criterio de calidad estipulado por la compañía y permite concluir que la producción de aceite maneja los tiempos correctos para el procesamiento más rápido posible de fruto evitando la acidificación del mismo.



Fuente: el autor

En la gráfica 25 se observa que la humedad del aceite no alcanza el 0,1%. Esto evidencia la aplicación de un eficiente secado del aceite en las etapas anteriores ya que la empresa establece un máximo de humedad de 0,15%.



Fuente: el autor

En la gráfica 26 se observa que las impurezas están constantes en 0,025%, valor que cumple con el criterio de impurezas máximas en el aceite de la compañía que permite como máximo el 0,05%. Esto demuestra que la etapa de clarificación es eficiente y permite conservar las calidades del producto dentro de los estándares establecidos por la compañía.

5 CONCLUSIONES

Se observó que las técnicas de calificación y muestreo de racimos especificados en la bibliografía se encuentran planteados y sustentados correctamente en la documentación de la empresa, pero existen fallas en su ejecución.

El análisis de impurezas no se realiza periódicamente, por falta de espacio y equipos necesarios para su realización cercanos a la tolva, siendo este muy importante ya que permite identificar la cantidad de material de desecho que entra a los equipos, causando desgaste y daños a los mismos.

La pérdida de aceite en tusas es un factor importante, por lo que es necesario tenerlo siempre bajo control ya que también es un indicador de una buena o mala esterilización su valor esta en un 4,76% de aceite en tusa.

Se observó que las técnicas de muestreo de pérdidas en fibras de prensa, descargas de centrifugas y condensados de esterilización no son las más confiables y pueden ser mejoradas si se aplican con más frecuencia a todos los equipos y de forma individual, ya que en la empresa solo examinan diariamente los condensados de un esterilizador y existen 3 en el proceso, las fibras de una prensa y hay tres en el proceso, las pérdidas de una centrifuga y hay tres en proceso, lo que ocasiona posibles imprecisiones en los resultados obtenidos.

6 RECOMENDACIONES

Estas recomendaciones hacen parte de las posibles mejoras que pueden ser planteadas en el proceso de extracción de aceite de palma de la empresa²:

Se hizo un cálculo nuevo del tamaño de muestra de calidad de racimos que en lugar de 100, propone contar 35 racimos con el 80% de confianza³ en el análisis de calidad, con el fin de agilizar la ejecución de la evaluación de calidad para los operarios y llevar un control más eficiente de la materia prima.

Se calculó un tamaño de muestra que reduce el número de análisis de impurezas de 1.037 a 155 ensayos mensuales con una confiabilidad del 80%⁴, buscando facilitar la aplicación de este ensayo que es bastante complejo por la cantidad de viajes que llegan a la empresa diariamente.

Sería recomendable implementar un pequeño módulo o caseta con balanza cerca de la tolva⁵, que permita a los evaluadores realizar rápidamente el análisis de impurezas sin necesidad de desplazarse al laboratorio.

Sería favorable revisar el parámetro de selección de racimos verdes ya que éste no clasifica los racimos de forma precisa. No siempre un racimo es maduro por tener alvéolos vacíos, pues los frutos pueden haberse desprendido no por maduración espontánea sino por golpes durante la cosecha y el transporte.

² Ver anexo F para mayor detalle

³ Ver anexo A

⁴ Ver anexo B

⁵ Ver anexo C (plano de ubicación de la caseta)

Es necesario ajustar el tiempo de esterilización de mejor manera con el tipo de fruta a procesar de acuerdo a los resultados de la evaluación de calidad, con el propósito de obtener esterilizaciones más eficientes, que disminuyan pérdida de fruto adherido al raquis, pérdida por aceite impregnado en tusas y que además no quemem las almendras de los frutos, disminuyendo la cantidad de aceite de palmiste contenido en ellas y aumentando también la acidez del mismo⁶.

Sería interesante realizar un estudio técnico y económico que permita plantear la implementación de una prensa de raquis ubicada en la salida del desfrutador, que permita extraer el aceite perdido por impregnación en los raquis que puede ser hasta un 4.76% de aceite por raquis (ver ubicación en el anexo E).

Sería conveniente realizar un estudio técnico y económico para la posible implementación de dos sistemas de control de nivel, uno de fruto desgranado en el digestor 3 y otro de aceite en todos los tanques de almacenamiento ya que no lo poseen. La ausencia de los mismos obliga a apagar manualmente en varias ocasiones el digestor 3 y su prensa disminuyendo la eficiencia del proceso. Además de obligar a los operarios de los tanques de almacenamiento a realizar un cálculo para determinar el volumen de aceite contenido en ellos, disminuyendo la rapidez de obtención del dato necesario a la hora de hacer despachos y determinar a qué tanque hay que destinar el aceite producido.

⁶ Ver anexo D

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] BELTRÁN CARLOS. “Mini plantas extractoras de aceite de palma”. Editado por la Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.1989.
- [2] “Documentación Sistema de gestión de calidad”. Minas Sur del Cesar. 2010.
- [3] ORTIZ VEGA R. A., FERNÁNDEZ HERRERA O. “El cultivo de la palma aceitera”. Editorial Euned, Costa Rica. Edición 2000.
- [4] COLABORADORES FEDEPALMA Y CENIPALMA. “Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de Palma de aceite en Colombia con Énfasis en Oleína roja”. Fedepalma y Cenipalma. Edición 2009.
- [5] CALA S. “Análisis de la separación NUEZ-FIBRA en columna neumática apoyada en evaluaciones realizadas a escala piloto”. Bucaramanga 2006. Trabajo de grado (ingeniería química). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías fisicoquímicas.
- [6] FERNÁNDEZ C. “Estudio de los ciclos de esterilización de la palma de aceite, durante el proceso de extracción en la planta de beneficio de AGROINCE (San Martín, Cesar)”. Bucaramanga 1998. Trabajo de grado (ingeniería química). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías fisicoquímicas
- [7] COLABORADORES SISTEMA DE INFORMACIÓN SECTORIAL. “Sistema de información sectorial sobre la Palma, Costa Rica”. Edición 2008.

[8] COLABORADORES CENIPALMA. "Manual de laboratorio plantas de beneficio primario para fruto de palma de aceite". CENIPALMA. Edición 1996.

[9] TOCA RICARDO. "Criterios sobre la cosecha de palma de aceite". Consultado el 3 de Noviembre de 2010. Disponible en <<http://aldiaconlaagricultura.blogspot.com/2010/06/cosecha-de-la-palma-de-aceite.html>>.

[10] BORRERO CESAR. "Cultivo de la Palma de aceite (Elaeis Guineensis Jacq.)". Consultado el 3 de Noviembre de 2010. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_aceite3.htm>.

[11] COLABORADORES FEDEPALMA Y CENIPALMA. "La Palma de aceite". Consultado el 3 de Noviembre de 2010. Disponible en <<http://www.fedepalma.org/palma.htm#>>.

[12] COLABORADORES TECNOLOGÍAS LIMPIAS ORG. "Producción de aceites vegetales sin refinar". Consultado el 3 de Noviembre de 2010. Disponible en internet <www.tecnologiaslimpias.org/html/central/311501/311501_ee.html>.

[13] TORRES MARIELA. "tamaño de una muestra para una investigación de mercadeo". Consultado el 5 de Enero de 2011. Disponible en <http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf>

[14] C.FUENTEELSAZ GALLEGO. "Calculo del tamaño de la muestra". Consultado el 5 de Enero de 2011. Disponible en

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/481/metodologia/calculo_muestra.pdf>.

[15] COLABORADORES WIKI PEDÍA. “Covarianza”. Consultado el 6 de Enero de 2011. Disponible en <<http://es.wikipedia.org/wiki/Covarianza>>.

[16] COLABORADORES WIKI PEDÍA. “Coeficiente de correlación de Pearson”. Consultado el 6 de Enero de 2011. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_correlaci%C3%B3n_de_Pearson>.

[17] NÚÑEZ, CARLOS EDUARDO. “Extracciones con equipo Soxhlet”. Consultado el 5 de Enero de 2011. Disponible en <<http://www.cenunez.com.ar/Documentos%20lab.%20qu%C3%ADm/Extracci%C3%B3n%20con%20equipo%20Soxhlet.pdf>>.

8 ANEXOS

Anexo A

Cálculo del tamaño de muestra nuevo para la evaluación de calidad de los RFF. A partir de los datos de diciembre del año 2010, se calculó que un viaje de RFF se caracteriza por:

1. Tener una masa promedio de 10.000 kilogramos.
2. Un racimo tiene una masa promedio de 25 kilogramos.

A partir de los datos anteriores de calculo la cantidad de racimos en un viaje

siendo R_V el numero de racimos por viaje, tendremos

$$R_V = \frac{10.000kg \text{ de racimos por viaje}}{25Kg \text{ por racimo}} = 400 \text{ racimos por viaje}$$

Es decir nuestra población es de $N = 400$ racimos. Considerando cada observación de un racimo como la sumatoria de causas diferentes e independientes como es nuestro caso (tiempo de llegada de viaje, ubicación de los racimos en la tolva, golpes durante la cosecha y el transporte, etcétera) se planteo usar la distribución normal o Gaussiana para estimar los parámetros del nuevo tamaño de muestra.

El tamaño de muestra actual usa también esta distribución y para comparar se muestra su cálculo:

Para estimar un tamaño de muestra se deben definir los siguientes puntos⁷:

- Error permitido
- Nivel de confianza
- Tipo de población finita si es menor que 100.000 individuos, e infinita si es mayor que 100.000 individuos.
- Tipo de muestreo

En Palmas del Cesar S.A. se usan un error permitido de ($d=3\%$), un nivel de confianza de 95% (para un $Z_{\alpha} = 1,96$), la población es considerada finita por lo que la ecuación recomendada por la bibliografía es $n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P * q}{(N-1) * d^2 + Z_{\alpha}^2 * P * q}$, con los valores definidos como:

$n = \text{tamaño de muestra}$

$N = \text{tamaño de población} = 400$

$P = \text{proporción a examinar esperada} = 5\%$

$q = 1 - P = 95\%$

$d = \text{error de aceptación} = 3\%$

$Z_{\alpha} = \text{valor representativo de confianza (obtenido de la tabla } t) = 1,96$

Finalmente el tipo de muestreo usado en la empresa es por conveniencia⁸. Reemplazando en la ecuación se obtiene.

$$n = \frac{400 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{(400 - 1) * 0,03^2 + 1,96^2 * 0,05 * 0,95} = 134,79 = 135 \text{ racimos}$$

Actualmente este es el tamaño de muestra con un 95% de confianza, pero si tenemos en cuenta que por conveniencia en la empresa se cuentan 100

⁷ Torres Mariela. "Tamaño de una muestra para una investigación de mercadeo". Pág.-13. Disponible en internet http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf.

⁸C. Fuentelsaz Gallego. "Calculo del tamaño de la muestra". Pág.-12. Disponible en internet http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/481/metodologia/calculo_muestra.pdf.

racimos únicamente, se introduce implícitamente un error del 26% y si se considera el error admitido del 3%, la confianza neta de esta evaluación sería igual a, *nivel de confianza* = 95% – 26% – 3% = 66%, que es la suma de los errores presentes en todo el procedimiento.

Realizando las siguientes modificaciones a los parámetros a reemplazar en la ecuación, se puede obtener un tamaño de muestra más pequeño y eficiente.

- Error permitido=5%
- Nivel de confianza=85% para un $Z_{\alpha} = 1,4280$
- Tipo de población finita
- Tipo de muestreo por accidente el cual se basa en la presencia y ubicación de los objetos de estudio en un espacio y tiempo determinado, respectivamente; frutos en la parte superior del arrume en la tolva, que accidentalmente se ubicaron ahí en cualquier instante de tiempo.

Reemplazando en la ecuación se obtuvo

$$n = \frac{400 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(400 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 35,4 = 35 \text{ racimos}$$

Que es un tamaño de muestra mucho más fácil de aplicar y que tiene un confianza neta igual a, *nivel de confianza* = 85% – 5% = 80%, si es aplicada rigurosamente, lo que evita errores de procedimiento e implícitos.

Anexo B

Para el cálculo del tamaño de muestra para el análisis de impurezas se seleccionaron los 6 proveedores principales de la planta de beneficio que aportan el 78% del fruto procesado anualmente en la empresa. Se consideraron los datos de Diciembre del 2010 y se considera el peso de un viaje como 10 toneladas en promedio, lo que indica que en un mes de trabajo común:

1. Palmas del Cesar S.A. (campo propio) aporta 5.391,61 toneladas de RFF por mes (50% del total de RFF recibido en un mes). Equivalente a 539,19 viajes por mes.
2. Palmeros de San Martin aporta 1.076,11 toneladas de RFF por mes (10% del total de RFF recibido en un mes). Equivalente a 107,6 viajes por mes.
3. Carlos de la Peña aporta 880,39 toneladas de RFF por mes (8,2% del total de RFF recibidos en un mes). Equivalente a 88,03 viajes por mes.
4. Agrícola del Norte aporta 618,62 toneladas por mes (5,7% del total de RFF recibido en un mes). Equivalente a 61,8 viajes por mes.
5. Palmas de Bellavista aporta 295,17 toneladas por mes (2,7% del total de RFF recibido en un mes). Equivalente a 29,5 viajes por mes.
6. William García aporta 157,24 toneladas por mes (1,4% del total de RFF recibido en un mes). Equivalente a 15,7 viajes por mes.

Para un total de 8.419,14 toneladas de RFF por mes, la anterior cifra representa el 78% del fruto recibido en un mes, equivalente a 101.029,68 toneladas de RFF en un año y a 841,82 viajes por mes, lo que representa el 78% de los RFF procesados en un año.

Se propone un tamaño de muestra para cada uno de los seis proveedores, con los siguientes parámetros definidos:

- Error permitido= 5%
- Nivel de confianza= 85%
- Tipo de población finita
- Tipo de muestreo aleatorio sistemático⁹, en el que se escoge una muestra sistemática de objetos, calculada mediante la fracción de muestreo, que se define como $K = \frac{N}{n}$, donde N es la población y n es el tamaño de muestra calculado. Con la fracción de muestreo se determina que es necesario seleccionar un objeto de estudio cada K veces.

1. Entonces el tamaño de muestra para Palmas del Cesar S.A. (campo propio) será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{539,16 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(539,16 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 36,1 = 36 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 15 viajes hasta tomar 36 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{539,16}{36} = 14,97 = 15$$

⁹ C. Fuentelsaz Gallego. "Calculo del tamaño de la muestra". Pág.-12. Disponible en internet http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/481/metodologia/calculo_muestra.pdf.

2. Entonces el tamaño de muestra para Palmeros de San Martín será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{107,6 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(107,6 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 28,6 = 29 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 4 viajes hasta tomar 29 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{107,6}{29} = 3,7 = 4$$

3. Entonces el tamaño de muestra para Carlos de la Peña será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{88,03 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(88,03 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 27,09 = 27 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 3 viajes hasta tomar 27 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{88,03}{27} = 3,26 = 3$$

4. Entonces el tamaño de muestra para Agrícola del Norte será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{61,8 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(61,8 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 24,1 = 24 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 3 viajes hasta tomar 24 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{61,8}{24} = 2,5 = 3$$

5. Entonces el tamaño de muestra para Palmas de Bellavista será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{29,5 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(29,5 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 16,95 = 17 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 2 viajes hasta tomar 17 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{29,5}{17} = 1,7 = 2$$

6. Entonces el tamaño de muestra para William García será, usando la ecuación para poblaciones finitas:

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

Reemplazando

$$n = \frac{15,7 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(15,7 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 7,96 = 8 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 2 viajes hasta tomar 8 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{15,7}{8} = 1,96 = 2$$

Finalmente para las 2.374,62 toneladas de RFF equivalentes al 22% faltantes aportadas por los proveedores pequeños se calcula que equivalen a 237,46 viajes de RFF por mes, luego el tamaño de muestra será (asumiendo los mismos parámetros que para los anteriores tamaños de muestra: error permitido de 5%, nivel de confianza del 85%, tipo de población finita y tipo de muestreo aleatorio sistemático)

Reemplazando

$$n = \frac{237,46 * 1,428^2 * 0,05 * 0,95}{(237,46 - 1) * 0,05^2 + 1,428^2 * 0,05 * 0,95} = 16,53 = 17 \text{ muestras}$$

El anterior es el tamaño de muestra con una confianza neta igual a

$$\text{nivel de confianza} = 85\% - 5\% = 80\%$$

Con el parámetro k, se determina que es necesario tomar una muestra de análisis de impurezas cada 14 viajes hasta tomar 17 muestras.

$$k = \frac{N}{n} = \frac{237,46}{17} = 13,96 = 14$$

Nota: Es importante que cada evaluación se aplique a un solo proveedor por mes hasta obtener un historial de datos nuevo con cada uno y de esta manera conseguir la línea de tendencia real de calidad para cada proveedor.

Anexo C

Plano de la ubicación de la caseta, esta tendrá un área de 2 metros cuadrados, donde se ubicara una balanza de alta precisión, con recipientes y utensilios que permitirán realizar un análisis de impurezas rápido.



Fuente: Google Earth

Anexo D

Caracterización y comparación de las almendras blancas, amarillas y oscuras:

Procedimiento:

- 1.** Se toman 20 frutos de la parte media de diferentes racimos de fruta que se encuentren en la tolva de recepción en estado óptimo de madurez (maduros).
- 2.** A todos los frutos recogidos, se les retira manualmente el mesocarpio hasta obtener la nuez lo más limpia de carnosidad y fibras posible. (si es posible retirar cuesco)
- 3.** Las nueces sin carnosidad y fibras, se muelen completamente hasta obtener una muestra homogénea.
- 4.** De la muestra de almendra ya molida se toma una muestra de 5 gramos y se seca, registrándose la temperatura de secado, el tiempo de secado y la humedad extraída.
- 5.** Ahora de la muestra húmeda se toman 5 gramos con los que se arma un cartucho para realizar un montaje Soxhlet, para determinar la cantidad de aceite de palmiste extraído de 5 gramos. Se registran los datos de cantidad de aceite extraído y de acidez.

Tabla 27. Caracterización de almendras

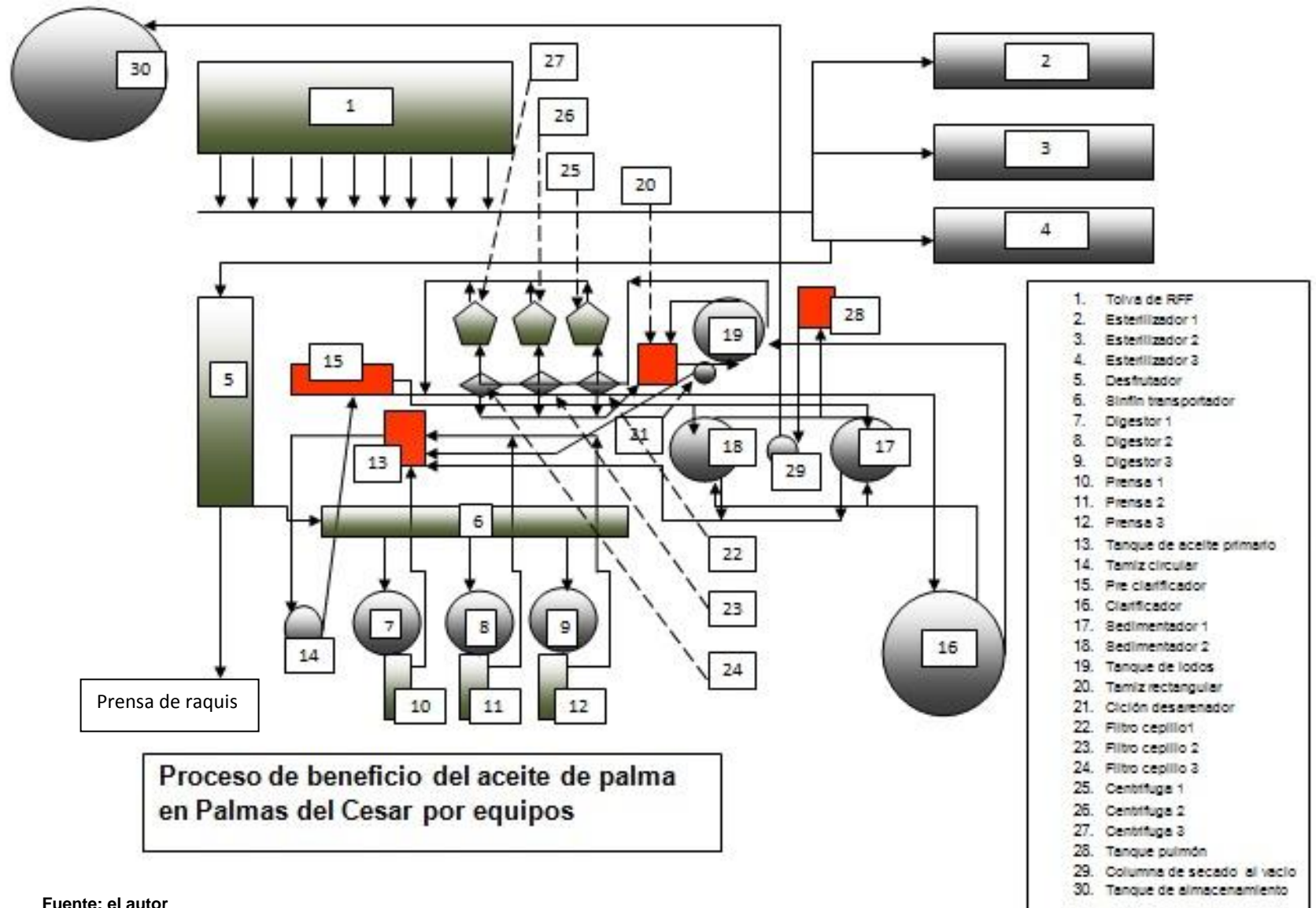
EXPERIMENTO PARA CARACTERIZAR ALMENDRAS						
Características	ALMENDRAS BLANCAS		ALMENDRAS AMARILLAS		ALMENDRAS OSCURAS	
MASA HUMEDA (gr)	2		2		2	
HUMEDAD(gr AGUA/gr ALMENDRA)	17,55	humedad promedio	13,7	humedad promedio	12,37	humedad promedio
	17,58	17,33%	12,97	12,81%	11,7	11,23%
	16,86	desviacion=0,4	11,76	desviacion=0,97	9,62	desviacion=1,43
TIEMPO DE SECADO(minutos)	4,98	tiempo promedio	4,98	tiempo promedio	5,66	tiempo promedio
	4,58	4,78	5,05	4,87	5,11	5,43
	4,8	desviacion=0,28	4,58	desviacion=0,2	5,53	desviacion=0,28
ACIDEZ	0.24		0.48		1.82	
ACEITE EXTRAIDO A UNA MUESTRA DE 5 GRAMOS	2,42=48,4%		2,08=41,6%		1,757=35,14%	
TEMPERATURA DE SECADO(°c)	130		130		130	

Fuente: el autor

De la tabla anterior se infiere que:

- El aceite de palmiste proveniente de almendras blancas tienen menor acidez, que los provenientes de almendras amarillas y oscuras.
- Las almendras blancas tienen mayor cantidad de aceite de palmiste, que las almendras amarillas y oscuras.
- El tiempo de secado de las almendras blancas es mayor que el de los otros tipos, debido a su mayor cantidad de agua retenida.

Anexo E



Fuente: el autor

Anexo F

Estas recomendaciones hacen parte de las posibles mejoras que pueden ser planteadas en el proceso de extracción de aceite de palma de la empresa:

<p>[1] Sería útil hacer un conteo más riguroso de los racimos, definiendo un tamaño de muestra más pequeño que permita realizar una evaluación de calidad rápida y eficiente. Se hizo un cálculo nuevo del tamaño de muestra que en lugar de 100, propone contar 35 racimos con el 80% de confianza¹⁰.</p>	<p>[2] Sería productivo implementar un tamaño de muestra más pequeño para los análisis de impurezas necesarios para los 6 proveedores principales de la empresa y los proveedores pequeños durante un mes, que respectivamente aportan 78% y 22% de la materia prima del proceso. Se calculó un tamaño de muestra que reduce el número de ensayos de 1.037 a 155 análisis de impurezas mensuales con una confiabilidad del 80%¹¹.</p>
<p>[3] Sería recomendable implementar un pequeño modulo o caseta con balanza cerca de la tolva¹² que permita al evaluador realizar rápidamente el análisis de impurezas sin necesidad de desplazarse al laboratorio, ya que es muy importante tener control del material abrasivo como piedras y arena que entran a los equipos, causando daños prematuros que detengan o demoren el proceso por mantenimiento.</p>	<p>[4] Sería favorable revisar el parámetro de selección de racimos verdes ya que este no clasifica los racimos de forma precisa. No siempre un racimo es maduro por tener alvéolos vacíos, pues los frutos pueden haberse desprendido no por maduración espontánea sino por golpes durante la cosecha y el transporte.</p>
<p>[5] Podría ser conveniente enfatizar que el recorrido durante la evaluación del fruto se debe realizar en zigzag para que el muestreo de racimos sea homogéneo y brinde mejores resultados.</p>	<p>[6] Sería beneficioso implementar un sistema de coordinación entre la evaluación de calidad del fruto y el llenado de vagonetas, para que la primera operación no se vea interrumpida por la segunda, mediante el uso de un radioteléfono que comunique al auxiliar de la tolva con el auxiliar del llenado de vagonetas.</p>
<p>[7] Es importante que la calificación de los RFF incluya los racimos enfermos, malformados, abortados y podridos, ya que es importante identificar el cultivo de origen de estos para emprender acciones de mejora agronómicas en el sitio identificado.</p>	<p>[8] Sería conveniente reubicar o modificar los manómetros de los esterilizadores de tal manera que su observación sea más fácil y directa, aumentando el tamaño de los números y las escalas de los mismos, permitiendo tomar mejores lecturas de presión.</p>

¹⁰ Ver anexo A

¹¹ Ver anexo B

¹² Ver anexo C (plano de ubicación de la caseta)

<p>[9] Sería beneficioso reemplazar el tablero de encendido y apagado de los esterilizadores o en su defecto realizar un mantenimiento que facilite su manipulación y lectura clara, demarcando cada uno de los botones y funciones de los mismos, lijando y pintando las partes corroídas del instrumento, para evitar accidentes futuros.</p>	<p>[10] Es necesario ajustar el tiempo de esterilización con el tipo de fruta a procesar de acuerdo a los resultados de la evaluación de calidad, con el propósito de obtener esterilizaciones más eficientes, que disminuyan pérdida de fruto adherido al raquis, pérdida por aceite impregnado en tusas y que además no quemen las almendras de los frutos, disminuyendo la cantidad de aceite de palmiste contenido en ellas y aumentando también la acidez del mismo¹³.</p>
<p>[11] Es importante revisar el funcionamiento de las válvulas de seguridad de los 3 esterilizadores lo antes posible, para evitar fugas de vapor permanentes por la acción errática que realiza la válvula de seguridad que permanece abierta todo el tiempo de ciclo de esterilización, permitiendo la salida de vapor permanente, disminuyendo la presión interna del esterilizador, causando una demanda extra y permanente de vapor, lo que disminuye la eficiencia del proceso de esterilización.</p>	<p>[12] Podría plantearse la posibilidad de realizar una caracterización cualitativa, cuantitativa y energética del vapor expulsado a través de la chimenea de los esterilizadores, con el fin de encontrar su posible utilidad en un estudio posterior de recuperación energética, con el propósito de calentar y recuperar agua para el tanque de agua de dilución de las prensas y de ser posible recircular vapor a los esterilizadores.</p>
<p>[13] Sería relevante realizar un estudio de la variación de los resultados de las pérdidas en condensados, teniendo en cuenta los picos de presión y sus respectivas descargas, para encontrar que tanta diferencia hay entre la cantidad de aceite perdido entre una descarga de condensados inicial, media y final durante el ciclo de esterilización y así concluir en qué momento es más conveniente tomar la muestra de condensados.</p>	<p>[14] Sería provechoso hacer un estudio técnico y económico de la implementación del reciclo de tusas para determinar si es sostenible y se justifica o no realizarlo específicamente en esta planta</p>
<p>[15] Se propone realizar un estudio comparativo de costos de operación entre el puente grúa de la planta y una mesa de volteo con las mismas capacidades de trabajo, con el fin de sustentar o descartar su implementación, comparando a los dos equipos con respecto a sus tiempos de parada por fallas y los costos de mantenimiento.</p>	<p>[16] Sería interesante realizar un estudio técnico y económico que permita plantear la implementación de una prensa de raquis ubicada en la salida del desfrutador, que permita extraer el aceite perdido por impregnación en los raquis (ver ubicación en el anexo G).</p>
<p>[17] Es importante verificar los rangos de amperaje de las prensas consignados en el libro de sistema de gestión de calidad de la empresa para las prensa 1 y corroborar su estado de operación, ya que se encuentra trabajando en un rango de amperaje promedio de 64,25 amperios respectivamente, debajo del intervalo de entre 80 y 95 amperios que dicta el sistema de gestión de calidad.</p>	<p>[18] Es conveniente establecer un rango de operación óptimo del amperaje empleado por los digestores ya que este permite también determinar la cantidad y el nivel de fruto dentro del digestor y la constancia del ingreso de fruto a la operación de digestión.</p>
<p>[19] Sería beneficioso revisar la operación de la bomba hidráulica de la prensa número 3 (ver figura 10 en listado de figuras) que presenta recalentamiento permanente debido a que opera constantemente porque el digestor 3 se encuentra muchas veces vacío durante el proceso obligando a la bomba hidráulica a compensar la falta de fruto, presionando los conos contra los tornillos sin fin. Opcionalmente se podría implementar un sistema de control de nivel que inactive las prensas cuando el digestor este desocupado a menos del 75% de su capacidad máxima.</p>	<p>[20] Sería bueno llevar a cabo la calibración del termómetro y la revisión de la operación de calentamiento del agua de dilución de la tubería que alimenta las prensas, su temperatura promedio es baja 64,3 grados Celsius; esta temperatura se encuentra por debajo de la temperatura mínima de 90 grados estipulada en el sistema de gestión de calidad.</p>

¹³ Ver anexo D

<p>[21] Se sugiere realizar un estudio de los cambios que produce la adición de cascara de almendra a las vagonetas esterilizadas para su posterior desfrutación y prensado, con el fin de observar el cambio de las pérdidas de aceite en fibras, el aumento o disminución del amperaje empleado en la digestión y prensado y los cambios en las diluciones de aceite en el licor de prensa.</p>	<p>[22] Sería interesante hacer un estudio y registro de control de pérdidas para todas las prensas diariamente durante un tiempo determinado, para generar una base de datos que nos permita concluir que tan confiable es la técnica efectuada en la planta, que únicamente examine una prensa por día de trabajo.</p>
<p>[23] Sería interesante realizar un estudio para la posible ubicación de dos termómetros en el tanque de lodos, uno para el tanque superior y otro para el tanque inferior, con el fin de tener datos más confiables con respecto a la temperatura de los lodos al interior de los recipientes.</p>	<p>[24] Sería oportuno realizar un estudio para encontrar los parámetros de control y verificación a incluir en la documentación del sistema de gestión de calidad, de los siguientes equipos: el tanque de aceite primario, el tamiz rectangular, el ciclón desarenador, el filtro cepillo, centrifuga deslodadora, el tanque pulmón y la columna de secado al vacío (ver anexo F). Lo anterior con el propósito de complementar el sistema de gestión de calidad establecido por la empresa.</p>
<p>[25] Podría realizarse un estudio de la variación de los resultados de las pérdidas en lodos de las 3 centrifugas de la planta, para determinar si es o no confiable la técnica de muestreo realizada actualmente en la planta que tiene en cuenta únicamente las descargas de lodos de una sola centrifuga durante un día de trabajo.</p>	<p>[26] Sería conveniente realizar un estudio técnico y económico para la posible implementación de un sistema de control del nivel de aceite en los tanques de almacenamiento ya que no los poseen, lo que obliga a realizar una medición manual y un cálculo para determinar dicho parámetro, disminuyendo la rapidez de obtención del dato necesario a la hora de hacer despachos y determinar a qué tanque hay que destinar el aceite producido.</p>
<p>[27] Sería bueno realizar una estimación de la capacidad de almacenamiento y tiempo de producción de aceite de la planta en caso de presentarse una perturbación externa que no permita realizar despachos de aceite normalmente, como por ejemplo un paro camionero, con el fin de tener un parámetro que facilite el manejo de la planta y su personal en tal situación.</p>	

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. RECEPCIÓN

RECEPCIÓN												
EVALUACION DE LA CALIDAD: TABLA 1												
Procedimiento para evaluar la recepción de RFF, que incluye parametros nuevos presentes en la bibliografía. Se toman 100 racimos durante una semana, por un periodo de dos semanas y se clasifican de acuerdo a su madurez y aspecto.												
CLASIFICACIÓN DEL FRUTO	SEMANA 1 (numero de Racimos y su porcentaje equivalente)			SEMANA 2 (numero de Racimos y su porcentaje equivalente)			Promedio de la bibliografía	Promedio Palmas del Cesar S.A	Desviación estandar de muestra de la bibliografía	CRITERIO DE ADMISION (% admitido)	DESVIACION DE PORCENTAJE de muestras basadas en la bibliografía CON RESPECTO AL % ADMITIDO	CUMPLIMIENTO SI: R.V < 1% R.M > 91% R.S < 5% R.P < 3% NO: si no cumple lo anterior.
	Mediciones basadas en la bibliografía			Mediciones de de Palmas del Cesar S.A								
R. VERDE	6	20	15	3	2	4	14	3	7,094	R.V < 1%	11	NO
R. MADURO	48	42	41	82	80	83	44	82	3,78	R.M > 91%	47	NO
R. SOBREMADURO	18	24	26	9	10	7	23	9	4,16	R.S < 5%	18	NO
R. PEDUNCULO LARGO	12	10	15	6	8	6	12	7	2,51	R.P < 3%	9	NO
→R. PODRIDO	8	0	0	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	3	NO APLICA	4,61	no aplica	NO APLICA	NO APLICA
→R. ENFERMO	0	0	0	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	NO APLICA	0	no aplica	NO APLICA	NO APLICA
→R. MALFORMADO	0	0	0	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	0	NO APLICA	0	no aplica	NO APLICA	NO APLICA
→R. ABORTADO	8	4	0	NO APLICA	NO APLICA	NO APLICA	4	NO APLICA	4	no aplica	NO APLICA	NO APLICA
TOTAL DE RACIMOS	100	100	100	100	100	100	no aplica	no aplica	no aplica	100	no aplica	no aplica
* NOTA: Los parametros señalados con una fecha (→), son obtenidos de la bibliografía. El criterio de los mismos no esta fijado, ya que son especificos de cada extractora y será resultado de la experimentación.												
ANÁLISIS DE RESULTADOS:												
RECOMENDACIONES:												

Fuente: el autor

TABLA 2. ESTERILIZACIÓN

ESTERILIZACIÓN												
EVALUACION DE LA CALIDAD: TABLA 2												
Normalmente la esterilización se evalua durante el tiempo de realización de la misma, es decir se mide presión en la línea de entrada de vapor, presión interna del esterilizador y se verifica una correcta despresurización. La bibliografía afirma que la esterilización puede ser evaluada no solo durante su realización, sino después de haberse realizado, verificando que el desfrutamiento, la clarificación y el color de la almendra del fruto una vez ha sido esterilizado, sean óptimos.												
1A EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DURANTE LA ESTERILIZACIÓN (Evaluación típica)												
PROCEDIMIENTO: Se escogen 3 ciclos semanales durante 2 semanas, se miden presiones en la línea de admisión de vapor. La presión interna del esterilizador durante 5 ocasiones en el tiempo de cocción, se registra, se calcula promedio y compara con el criterio de presión admitido, se calcula desviación, se define el cumplimiento.												
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	DATOS DE PRESIÓN SEMANA 1 (PSIG)			DATOS DE PRESIÓN SEMANA 2 (PSIG)			CRITERIO DE PRESIÓN ADMITIDO	PROMEDIO DE PRESIÓN (PL)(PSIG)	DESVIACION ESTANDAR DE MUESTRA	CUMPLIMIENTO (si o no)		
		C1	C2	C3		C1				C2	C3	SI: PL>35PSIG NO: PL<35PSIG
PRESIÓN EN LA LINEA DE ADMISIÓN DE VAPOR (PL)(PSIG)	PL1	65	34	40	PL1	61	30	70	PL > 35 PSIG	56,8	17,81	SI
	PL2	84	32	41	PL2	61	30	71				
	PL3	83	39	42	PL3	61	39	71				
	PL4	82	42	60	PL4	62	42	77				
	PL5	82	50	70	PL5	63	42	79				
PRESIÓN INTERNA DEL ESTERILIZADOR (PE)(PSIG)	PL1	40	39	35	PL1	40	36	36	PE < 45PSIG	40,8	2,88	SI
	PL2	41	40	37	PL2	40	37	38				
	PL3	43	42	39	PL3	40	40	39				
	PL4	45	42	42	PL4	42	41	42				
	PL5	45	43	43	PL5	43	41	43				
NOTACIÓN: C1: Ciclo esterilizador 1; C2: Ciclo esterilizador 2; C3: Ciclo esterilizador 3; PL: presión línea de vapor; PE: Presión interna del esterilizador.												
ANÁLISIS DE RESULTADOS:												
RECOMENDACIONES:												

Fuente: el autor

TABLA 3. ESTERILIZACIÓN

EVALUACION DE LA CALIDAD: TABLA 3							
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ESTERILIZACIÓN DESPUÉS DE SER LLEVADA A CABO (Evaluación atípica)							
2A EL DESFRUTAMIENTO DEBE SER ÓPTIMO (Se entiende por óptimo si hay menos de 5 Raquis mal desfrutados por cada 100 procesados una vez salen del desfrutador)							
PROCEDIMIENTO: Se observan 100 Raquis de la corriente de salida del desfrutador durante 6 ciclos diferentes por 2 semanas, se cuenta el numero de raquis mal desgranados, se observa de que tipo de fruto vienen segun su madurez. Se calcula promedio de raquis maldesgranados, se compara con el criterio y se define si cumple o no.							
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1 (Numero de raquis)			SEMANA 2 (Numero de frutos)			NOTA: Es necesario verificar de que tipo de racimo se obtuvo el raquis, para que la verificación sea correcta, debido a que el desfrutamiento también es dependiente de la madurez del fruto. Parametros con flecha son obtenidos de la bibliografía
		D1	D2	D3	D1	D2	
NUMERO DE RAQUIS MAL DESGRANADOS LUEGO DE LA DESFRUTACIÓN		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0
		0	0	1	1	0	1
		0	0	0	0	1	0
		0	1	0	0	0	0
		0	1	0	1	0	0
		0	1	0	0	1	1
	0	1	1	0	0	0	
PROMEDIO DE RACIMOS MAL DESGRANADOS POR CICLO	2						ANÁLISIS DE RESULTADOS:
CUMPLIMIENTO: SI: # frutos adheridos < 5 NO: # frutos adheridos >5	SI						

Fuente: el autor

TABLA 4. ESTERILIZACIÓN

EVALUACION DE LA CALIDAD: TABLA 4			
B EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DURANTE LA ESTERILIZACIÓN (Evaluación típica)			
PROCEDIMIENTO: De los mismos ciclos escogidos anteriormente, se verifica si la despresurización es correcta. Por cada ciclo hay dos desaireaciones sin incluir la final. Se verifica visualmente cada 23 minutos si hay o no escape de vapor por las puertas del autoclave, se registra y se calcula promedio, se compara con el criterio y se define cumplimiento.			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	LA DESPRESURIZACIÓN DEL ESTERILIZADOR ES CORRECTA (SI O NO)		NOTACIÓN: C1: ciclo 1; C2: ciclo 2; C3: ciclo 3; O1: observación 1; O2: observación 2; O3: observación 3.
	SEMANA 1	C1	
O2			SI
O3			SI
C2		O1	SI
		O2	SI
		O3	SI
C3		O1	SI
		O2	SI
		O3	SI
SEMANA 2	C1	O1	SI
		O2	SI
		O3	SI
	C2	O1	SI
		O2	SI
		O3	NO
	C3	O1	SI
		O2	SI
		O3	NO
PROMEDIO DE OBSERVACIONES	0,1		RECOMENDACIONES:
CUMPLIMIENTO SI:#O con escape=0 NO:#O conescape>0	NO		

Fuente: el autor

TABLA 5. ESTERILIZACIÓN

TABLA 5						
B LA CLARIFICACIÓN DEBE SER ÓPTIMA (Se define óptima si los niveles de aceite en las aguas residuales totales, están dentro de los indicados por la extractora según su gestión de calidad. Para palmas del cesar pueden perderse 10 gr de aceite por litro de efluentes.						
PROCEDIMIENTO: Remitirse a los analistas de laboratorio y recolectar datos, promediar, comparar y definir cumplimiento.						
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1			SEMANA 2		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
NIVELES DE PERDIDA DE ACEITE EN AGUAS RESIDUALES MENORES QUE LOS EXIGIDOS POR LA EMPRESA (PE) (gr aceite/ L de efluentes)	4,4	5,48	5,84	3,52	4,88	6,04
	NOTACIÓN: A1: Aceite en aguas residuales 1; A2: aceite en aguas residuales 2; A3: Aceite en aguas residuales 3. NOTA: La pérdida total de aceite en residuos líquidos:					
PROMEDIO DE PERDIDAS (PE)	5,026			Perdida total de aceite en líquidos = Perdida en condensados + ↓ perdida en descargas descentrifug ↓ max 35% 10 - 25% (SSNA)		
DESVIACIÓN	0,87			Para palmas del cesar será equivalente a: Perdida total de aceite en residuos líquidos = 10 gr aceite L de efluentes finales		
CUMPLIMIENTO: SI: Pe < 10gr/L NO: Pe > 10gr/L	SI					
ANÁLISIS DE RESULTADOS:						
RECOMENDACIONES:						

Fuente: el autor

TABLA 6. ESTERILIZACIÓN

TABLA 6							
B EL COLOR DE LAS ALMENDRAS DE UNA BUENA ESTERILIZACIÓN, DEBERÁ SER BLANCO.							
PROCEDIMIENTO: Se toman 10 frutos de 10 racimos diferentes a la salida del esterilizador para cada ciclo de estudio al final de la operación. Cada fruto se corta a la mitad y se observa su color, se cuenta cuantos frutos están con el color blanco, amarillo y oscuro, se recolecta el dato, se promedia, se compara y se define cumplimiento.							
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1			SEMANA 2			
		C1	C2	C3	C1	C2	C3
COLOR DE LA ALMENDRA: → Oscuro: (O) → Amarillo: (A) → Blanco: (B)	F1	B	B	B	B	B	B
	F2	B	B	B	B	B	B
	F3	B	B	B	B	B	B
	F4	B	B	A	B	B	B
	F5	B	B	A	B	B	O
	F6	O	O	A	B	B	O
	F7	O	A	A	A	O	O
	F8	O	A	A	A	O	O
	F9	O	A	O	A	O	O
	F10	A	A	O	A	O	O
PROMEDIO DE ALMENDRA BLANCAS	48,4						
PROMEDIO DE ALMENDRAS AMARILLAS	23,3						
PROMEDIO DE ALMENDRAS OSCURAS	28,3						
CUMPLIMIENTO: SI: mínimo hay 60% de alm. blancas	NO			NOTA: La clasificación de la almendra se ha generalizado en 3, blancas, amarillas y oscuras. Una esterilización es considerada eficiente si mínimo el 60% de las almendras son blancas. Estos parametros son obtenidos de la bibliografía. 60% BLANCAS 30% AMARILLAS 10% OSCURAS			
ANÁLISIS DE RESULTADOS:							
RECOMENDACIONES:							

Fuente: el autor

TABLA 7. DESFRUTACIÓN

DESFRUTACIÓN												
EVALUACION DE LA CALIDAD (Típica no hay novedad) TABLA 7												
Esta operación se evalúa por medio de tres criterios, dos se encuentra implementados en Palmas del Cesar y 1 No. Pérdida de aceite en Raquis, pérdida fruto en raquis y cantidad de racimos de reciclo.												
A PERDIDA DE ACEITE EN RAQUIS												
PROCEDIMIENTO: Se toman 5 muestras de los análisis hechos por los analistas de laboratorio, se recolectan datos, se promedian, se compara y se define cumplimiento.												
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					ANÁLISIS DE RESULTADOS:	
NUMERO DE MEDICION	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
PERDIDA DE ACEITE EN RAQUIS (Per)	4,69	4,95	4,6	3,373	5,43	6,77	6,36	5,21	4,11	2,15		
CRITERIO DE PERDIDA ADMITIDO	PERDIDA \leq 7%											
PROMEDIO DE PERDIDA (Per)	4,76%											RECOMENDACIONES:
DESVIACIÓN	1,28											
CUMPLIMIENTO: SI: Per < 7% NO: Per > 7%	SI											

Fuente: el autor

TABLA 8. DESFRUTACIÓN

B PERDIDA DE FRUTOS EN RAQUIS (TABLA 8)												
PROCEDIMIENTO: Se toman 5 muestras de los analistas, se recolectan datos, se promedian, se compara y se define cumplimiento.												
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					ANÁLISIS DE RESULTADOS:	
NUMERO DE MEDICION	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
NUMERO DE RAQUIS MAL DESFRUTADOS (Per)	5	7	5	7	5	5	9	5	5	6		
CRITERIO DE PERDIDA ADMITIDO (Per)	RAQUIS MAL DESFRUTADOS \leq 8%											
PROMEDIO DE PERDIDA	5,89											RECOMENDACIONES:
DESVIACIÓN	1,34											
CUMPLIMIENTO: SI: Per < 8% NO: Per > 8%	SI											

Fuente: el autor

TABLA 9. DESFRUTACIÓN

C CANTIDAD DE TUSAS PARA RECICLO (Método no usado en Palmas del Cesar) (TABLA 9)											
PROCEDIMIENTO: Se cuentan durante 3 ciclos la cantidad de racimos que de una muestra de 10 es necesario esterilizar nuevamente											
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					ANÁLISIS DE RESULTADOS:
NUMERO DE MEDICION	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
CANTIDAD DE TUSAS DE RECICLO (TR)	5	7	5	7	5	5	9	5	5	6	
CRITERIO DE TUSAS DE RECICLO ADMITIDO	como producto de la experimentacion se obtuvo que										RECOMENDACIONES:
PROMEDIO DE TUSAS DE RECICLO	5,89										
DESVIACIÓN	1,34										
CUMPLIMIENTO: SI: TRPer < NO: TR >	SI										
* NOTA: El criterio no se encuentra en la literatura, será resultado de la experimentación.											

Fuente: el autor

TABLA 10. DIGESTIÓN Y PRENSADO

DIGESTIÓN Y PRENSADO								
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD (TABLA 10) Esta se realiza por 5 etapas diferentes.								
A PROCEDIMIENTO: TEMPERATURA, DIGESTORES Y AGUA								
Se toman 10 mediciones de temperatura en proceso estable de la temperatura interna de los digestores y del agua que se usa en la digestión, se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.								
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	NUMERO DE MEDICION	TEMPERATURA DE LOS DIGESTORES (Td)			TEMPERATURA DEL AGUA (Ta)			ANÁLISIS DE RESULTADOS
SEMANA 1 (Grados Celsius)	T1	(digestor 1)80	(digestor 2)92	(digestor 3)91	(digestor 1)74	(digestor 2)74	(digestor 3)74	
	T2	90	92	91	73	73	73	
	T3	91	92	92	73	73	73	
	T4	91	92	92	72	72	72	
	T5	91	93	93	69	69	69	
	T6	92	92	92	69	69	69	
	T7	92	93	93	65	65	65	
	T8	92	93	93	64	64	64	
	T9	92	93	92	64	64	64	
	T10	91	93	91	62	62	62	
SEMANA 2 (Grados Celsius)	T1	91	93	92	62	62	62	
	T2	92	93	92	61	61	61	
	T3	91	93	92	61	61	61	
	T4	92	93	92	62	62	62	
	T5	92	93	92	60	60	60	
	T6	92	93	91	59	59	59	
	T7	93	93	92	59	59	59	
	T8	93	93	92	59	59	59	
	T9	93	93	92	59	59	59	
	T10	92	93	92	59	59	59	
PROMEDIO Td Y Ta (°C)		91,6	92,75	91,9	64,04	64,04	64,04	RECOMENDACIONES:
CRITERIO DE OPERACIÓN (°C)	Td ≥ 80°C			Ta ≥ 60°C				
DESVIACIÓN	0,59			0				
CUMPLIMIENTO	SI: Td ≥ 80°C; NO: Td < 80°C	SI	SI	SI	SI: Ta ≥ 60°C; NO: Ta < 60°C	SI		

Fuente: el autor

TABLA 11. DIGESTIÓN Y PENSADO

AMPERAJE EMPLEADO (TABLA 11)				
B PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones de Amperaje usado por la prensa en proceso estable durante 2 semanas, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.				
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	AMPERAJE EMPLEADO PRENSAS (Amperios)			
SEMANA 1 (Amperios)	A1	62	82	72
	A2	62	82	72
	A3	62	80	78
	A4	65	90	80
	A5	68	80	80
	A6	68	90	70
	A7	68	90	80
	A8	68	90	88
	A9	68	80	80
	A10	68	82	85
SEMANA 2 (Amperios)	A1	68	80	90
	A2	62	82	80
	A3	62	82	90
	A4	62	85	82
	A5	62	80	FUERA DE SERVIC
	A6	62	85	FUERA DE SERVIC
	A7	62	82	FUERA DE SERVIC
	A8	62	80	FUERA DE SERVIC
	A9	62	80	FUERA DE SERVIC
	A10	62	80	80
PROMEDIO AMPERAJE	64,25	82,9	80,4	
CRITERIO DE OPERACIÓN	80 ≤ A ≤ 95			
DESVIACIÓN	2,89	3,8	5,89	
CUMPLIMIENTO: SI: A → 80 ≤ A ≤ 95 NO: A ≥ 80 amp	NO	SI	SI	

Fuente: el autor

TABLA 12. DIGESTIÓN Y PENSADO

PERDIDA DE ACEITE EN FIBRAS (TABLA 12)		
C PROCEDIMIENTO: Se toman 10 medidas de perdidas hechas por los analistas de laboratorio durante dos semanas, se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.		
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	NUMERO DE INSPECCIÓN	PERDIDA DE ACEITE EN FIBRAS (%P)
SEMANA 1	P1	(prensa 3) 5,159
	P2	(prensa 1) 4,895
	P3	(prensa 2) 4,380
	P4	(prensa 3) 4,628
	P5	(prensa 1) 5,625
SEMANA 2	P1	(prensa 2) 3,815
	P2	(prensa 1) 4,634
	P3	(prensa 2) 4,644
	P4	(prensa 3) 4,256
	P5	(prensa 1) 4,280
PROMEDIO (P)	4,6316	
CRITERIO DE OPERACIÓN	%P ≤ 7%	
DESVIACIÓN	0,508	
CUMPLIMIENTO: SI: %P ≤ 7% NO: %P ≥ 7%	SI	

Fuente: el autor

TABLA 13. DIGESTIÓN Y PENSADO

DILUCIONES EN EL PROCESO (TABLA 13)					
<p>D PROCEDIMIENTO: Se toman 10 medidas de las concentraciones de la corriente de salida del licor de prensa durante dos semanas en estado estable, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</p>					
PARAMETROS DE INSPECCIÓN			RELACIÓN ACEITE - AGUA EN DILUCIÓN	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
	AGUA (Cag)	ACEITE (Cac)	Relacion aceite por agua		
SEMANA 1	C1	39	35		89,70%
	C2	45	21		46,60%
	C3	30	35		116,60%
	C4	43	21		48,80%
	C5	45	27		60%
SEMANA 2	C1	37	35		94,50%
	C2	28	31		110,70%
	C3	35	34		97,14%
	C4	30	31	103,30%	
	C5	35	25	71,40%	
PROMEDIO Cag Y Cac	36,7	29,5	83,874	RECOMENDACIONES:	
CRITERIO DE ACEPTACIÓN	30% ≤ Cag ≤ 40%	20 ≤ Cac ≤ 35%	relacion 1 a 1		
DESVIACIÓN	6,27	5,64	25,46		
CUMPLIMIENTO: SI: 30% ≤ Cag ≤ 40% NO: Cag > 40% SI: 20 ≤ Cac ≤ 30% NO: Cac > 30%	SI	SI	NO		

NOTACIÓN: Cag: Concentración de agua en la corriente; Cac: Concentración de aceite en la corriente.

Fuente: el autor

TABLA 14. DIGESTIÓN Y PENSADO

ATASCAMIENTOS (TABLA 14)				
<p>D PROCEDIMIENTO: Se realizan 10 observaciones, una diaria durante dos semanas, se recolectan datos, promedian, comparan y se define cumplimiento.</p>				
PARAMETROS DE INSPECCIÓN				
SEMANA 1	O1	NO	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
	O2	NO		
	O3	NO		
	O4	NO		
	O5	NO		
SEMANA 2	O1	NO		RECOMENDACIONES
	O2	NO		
	O3	NO		
	O4	NO		
	O5	NO		
PROMEDIO At	0			
CRITERIO DE OPERACIÓN	At=0			
CUMPLIMIENTO: SI: At = 0 NO: At > 0	SI			

NOTACIÓN: O1: Observación 1; O2: Observación 2; O3: Observación 3; O4: Observación 4; O5: Observación 5.

Fuente: el autor

TABLA 15. CLARIFICACIÓN Y SECADO

CLARIFICACIÓN Y SECADO					
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD (TABLA 15) Esta tiene 8 procedimientos					
<p>A PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones cada 5 minutos durante 2 semanas de la temperatura de la columna de ebullición, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</p>					
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1		SEMANA 2	
TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE EBULLICIÓN Tce (°C)	T1	85		84	
	T2	84		84	
	T3	84		84	
	T4	84		84	
	T5	85		85	
	T6	85		85	
	T7	85		85	
	T8	85		85	
	T9	85		85	
	T10	84		85	
PROMEDIO		84,6			
CRITERIO DE COMPARACIÓN 80 ≤ Tce ≤ 95°C		80 ≤ Tce ≤ 95°C			
DESVIACIÓN		0,502			
CUMPLIMIENTO: SI: 80 ≤ Tce ≤ 95°C NO: Tce ≤ 80		SI			
ANÁLISIS DE RESULTADOS					
RECOMENDACIONES					

Fuente: el autor

TABLA 16. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 16					
<p>B PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones cada 5 minutos durante 2 semanas de las temperaturas en los sedimentadores, se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.</p>					
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1		SEMANA 2	
		sediment.1	sediment.2	sedimen	sediment.2
TEMPERATURA EN SEDIMENTADORES (Ts°C)	T1	82	85	82	84
	T2	82	85	82	84
	T3	82	84	82	84
	T4	82	84	82	84
	T5	82	84	82	84
	T6	82	84	82	83
	T7	82	84	82	83
	T8	82	84	82	84
	T9	82	84	82	84
	T10	82	84	82	84
PROMEDIO SEDIMENTADORES		83			
CRITERIO DE COMPARACIÓN		80 ≤ Ts ≤ 95°C			
DESVIACIÓN		1,075			
CUMPLIMIENTO: SI: 80 ≤ Ts ≤ 95°C NO: Ts ≤ 80		SI			
ANÁLISIS DE RESULTADOS					
RECOMENDACIONES					

Fuente: el autor

TABLA 17. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 17				
<p>B PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones cada 5 minutos durante 2 semanas de las temperaturas en el clarificador, se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.</p>				
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	ANALISIS DE RESULTADOS	
TEMPERATURA EN EL CLARIFICADOR (Tc°C)	T1	81		80
	T2	81		80
	T3	81		80
	T4	81		80
	T5	81		80
	T6	81		80
	T7	81		80
	T8	81		80
	T9	81		80
	T10	81	80	
PROMEDIO CLARIFICADOR	80,5		RECOMENDACIONES	
CRITERIO DE COMPARACIÓN	80 ≤ Tc ≤ 95°C			
DESVIACIÓN	0,512			
CUMPLIMIENTO: SI: 80 ≤ Tc ≤ 95°C NO: Tc ≤ 80	SI			

Fuente: el autor

TABLA 18. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 18				
<p>C PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones cada 5 minutos durante 2 semanas de la temperatura en el tanque de lodos, se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.</p>				
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	ANALISIS DE RESULTADOS	
TEMPERATURA EN EL TANQUE DE LODOS (TL°C)	T1	77		75
	T2	77		75
	T3	77		76
	T4	78		76
	T5	77		77
	T6	77		77
	T7	77		78
	T8	75		78
	T9	75		79
	T10	75	80	
PROMEDIO DE TEMPERATURA EN EL TANQUE DE LODOS	76,8		RECOMENDACIONES	
CRITERIO DE COMPARACIÓN	80 ≤ TL ≤ 95°C			
DESVIACIÓN	1,399			
CUMPLIMIENTO: SI: 80 ≤ TL ≤ 95°C NO: TL ≤ 80	NO			

Fuente: el autor

TABLA 19. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 19			
<p>D PROCEDIMIENTO: Se toman los datos diarios obtenidos durante 2 semanas de la cantidad de aceites en lodos de clarificación hechos por los analistas de laboratorio. Se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.</p>			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2
CANTIDAD DE ACEITE EN LODOS DE CLARIFICACIÓN (%V/V)	M1	15	5
	M2	6	5
	M3	3	3
	M4	2	3
	M5	18	4
	M6	7	7
	M7	11	5
	M8	4	7
	M9	5	4
	M10	3	7
PROMEDIO		6,3	
CRITERIO DE COMPARACIÓN		%V/V ≤ 15%	
DESVIACIÓN		4,053	
CUMPLIMIENTO		SI	
<p>NOTA: El numero de mediciones es el tomado por los analistas durante las dos semanas de estudio. NOTACIÓN: M1: medicion 1; M2: medicion 2; M3: medicion 3.</p>			

Fuente: el autor

TABLA 20. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 20			
<p>E PROCEDIMIENTO: Se toman los datos diarios obtenidos por los analistas de laboratorio durante dos semanas, de la cantidad de aceite recuperado en las centrifugas. Se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.</p>			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2
CANTIDAD DE ACEITE EN RECUPERADO EN LAS CENTRIFUGAS (%V/V)	M1	10	15
	M2	9	15
	M3	13	15
	M4	10	15
	M5	11	13
	M6	12	16
	M7	6	10
	M8	7	9
	M9	10	11
	M10	15	11
PROMEDIO		11,65	
CRITERIO DE COMPARACIÓN		10 ≤ %V/V ≤ 30%	
DESVIACIÓN		2,88	
CUMPLIMIENTO SI: 10 ≤ %V/V ≤ 30% NO: %V/V < 10		SI	
<p>NOTA: El numero de mediciones es el tomado por los analistas durante las dos semanas de estudio. NOTACIÓN: M1: medicion 1; M2: medicion 2; M3: medicion 3.</p>			

Fuente: el autor

TABLA 21. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 21					
F PROCEDIMIENTO: Se toman los datos diarios obtenidos por los analistas de laboratorio durante dos semanas, de la cantidad de aceite en las descargas de las centrifugas. Se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.					
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
CANTIDAD DE ACEITE EN LAS DESCARGAS DE LAS CENTRIFUGAS EN (%V/V)	M1	0	0		
	M2	0	0		
	M3	0	0		
	M4	0	0		
	M5	0	0		
	M6	0	0		
	M7	0	0		
	M8	0	0		
	M9	0	0		
	M10	0	0		
PROMEDIO (%V/V)		0			
CRITERIO DE COMPARACIÓN		%V/V = 0		RECOMENDACIONES	
DESVIACIÓN		0			
CUMPLIMIENTO SI: %V/V = 0 NO: %V/V > 0		SI			
NOTA: El número de mediciones es el tomado por los analistas durante las dos semanas de estudio.					
NOTACIÓN: M1: medicion 1; M2: medicion 2; M3: medicion 3.					

Fuente: el autor

TABLA 22. CLARIFICACIÓN Y SECADO

TABLA 22									
G PROCEDIMIENTO: Se toman los datos diarios obtenidos por los analistas de laboratorio durante dos semanas, de la cantidad de aceite perdido en efluentes. Se recolectan datos, se promedia, se compara y se define cumplimiento.									
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1			SEMANA 2			ANÁLISIS DE RESULTADOS	
CANTIDAD DE ACEITE PERDIDO EN EFLUENTES P (gr/L)		condensados	florentinos	centrifugas	condensados	florentinos	centrifugas		
	P1	7,6	8,04	17,51	3,96	12,44	9,76		
	P2	8	7,6	29,18	15,52	4,24	7,12		
	P3	8,04	7,84	6,8	3,68	6,68	9,56		
	P4	6,88	5,36	7,36	4,72	6,68	10,12		
	P5	3,76	5,92	12,18	4,6	6,64	8,88		
	P6	11,6	11	10,6	5,08	5,76	10,76		
	P7	4,56	6,64	9,48	5,12	7,84	12,68		
	P8	9,2	6,44	12,32	6,84	6,24	13,52		
	P9	4,16	6,72	11,2	11,92	5,88	10		
P10	9,96	6,04	8,12	4,32	5,84	3,14			
PROMEDIO		7,376	7,16	12,475	6,576	6,824	9,554		
CRITERIO DE COMPARACIÓN		P ≤ 10 gr/L						RECOMENDACIONES	
DESVIACIÓN		2,58	1,6	6,63	3,953	2,177	2,887		
CUMPLIMIENTO SI: P ≤ 10 gr/L NO: P ≤ 10 gr/L		SI	SI	NO	SI	SI	SI		
NOTA: El número de mediciones es el tomado por los analistas durante las dos semanas de estudio.									
NOTACIÓN: P1: perdida 1 P2:perdida 2									

Fuente: el autor

TABLA 23. CLARIFICACIÓN Y SECADO

(TABLA 23)			
<small>A PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones durante 2 semanas de la temperatura a la entrada de la columna de SECADO, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</small>			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2
TEMPERATURA DEL ACEITE A LA ENTRADA DE LA COLUMNA DE SECADO Tce (°C)	T1	81	80
	T2	80	81
	T3	80	80
	T4	79	81
	T5	79	79
	T6	81	81
	T7	80	83
	T8	81	83
	T9	79	83
	T10	81	83
PROMEDIO		80,1	
CRITERIO DE COMPARACIÓN		$80 \leq Tce \leq 95^{\circ}C$	
DESVIACIÓN		0,875	
CUMPLIMIENTO: SI: $80 \leq Tce \leq 95^{\circ}C$ NO: $Tce < 80$		SI	
		ANÁLISIS DE RESULTADOS	
		RECOMENDACIONES	

Fuente: el autor

TABLA 24. CLARIFICACIÓN Y SECADO

CLARIFICACIÓN Y SECADO			
(TABLA 24)			
<small>A PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones durante 2 semanas del vacío de la columna de SECADO, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</small>			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2
VACIO EN pulgadas de mercurio	V1	26	25
	V2	26	25
	V3	26	25
	V4	26	26
	V5	26	26
	V6	25	25
	V7	26	25
	V8	26	25
	V9	26	25
	V10	25	25
PROMEDIO		25,485	
CRITERIO DE COMPARACIÓN		vacío ≥ 23 pulgadas de Hg	
DESVIACIÓN		0,52	
CUMPLIMIENTO: SI: vacío ≥ 23 pulg Hg NO: vacío < 23 pulg Hg		SI	
		ANÁLISIS DE RESULTADOS	
		RECOMENDACIONES	

Fuente: el autor

TABLA 25. ALMACENAMIENTO

ALMACENAMIENTO DE ACEITE CRUDO DE PALMA				
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD (TABLA 25)				
<p>A PROCEDIMIENTO: Se toman 20 mediciones de temperatura de los tanques de almacenamiento, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</p>				
PARAMETROS DE INSPECCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	ANÁLISIS DE RESULTADOS	
TEMPERATURA DEL ACEITE (Tc°C)	Tc1	60		60
	Tc2	61		60
	Tc3	61		60
	Tc4	61		60
	Tc5	61		60
	Tc6	60		61
	Tc7	60		60
	Tc8	61		61
	Tc9	60		61
	Tc10	60		60
PROMEDIO	60,54		RECOMENDACIONES	
CRITERIO DE COMPARACIÓN	Tc ≥ 40°C			
DESVIACIÓN	0,522			
CUMPLIMIENTO: SI: Tc ≥ 40°C NO: Tc ≤ 40°C	SI			

NOTA: Para el procedimiento se escoge un único tanque.

Fuente: el autor

TABLA 26. ALMACENAMIENTO

TABLA 26			
<p>B PROCEDIMIENTO: Se toman los datos diarios obtenidos por los analistas de laboratorio durante 2 semanas, se recolectan datos, se promedian, se comparan y se define cumplimiento.</p>			
PARAMETROS DE INSPECCIÓN		SEMANA 1	SEMANA 2
ACIDEZ	M1	2,36	
	M2	2,36	
	M3	2,35	
	M4	2,23	
	M5	2,28	
	M6	2,22	
	M7	2,67	
	M8	2,33	
	M9	2,46	
	M10	2,46	
PROMEDIO DE ACIDEZ		2,372	
CRITERIO DE ACIDEZ		A ≤ 2,6	
DESVIACIÓN ACIDEZ		0,132	
CUMPLIMIENTO SI: A ≤ 2,5% NO: A ≥ 2,5%		SI	
HUMEDAD	M1	0,06	
	M2	0,06	
	M3	0,1	
	M4	0,06	
	M5	0,09	
	M6	0,06	
	M7	0,05	
	M8	0,04	
	M9	0,04	
	M10	0,04	
PROMEDIO DE HUMEDAD		0,05	
CRITERIO DE HUMEDAD		H ≤ 0,15	
DESVIACIÓN HUMEDAD		0,0205	
CUMPLIMIENTO SI: H ≤ 0,15% NO: H ≥ 0,15%		SI	
IMPUREZAS	M1	0,025	
	M2	0,025	
	M3	0,025	
	M4	0,025	
	M5	0,025	
	M6	0,025	
	M7	0,025	
	M8	0,025	
	M9	0,025	
	M10	0,025	
PROMEDIO DE IMPUREZAS		0,025	
CRITERIO DE IMPUREZAS		I ≤ 0,05	
DESVIACIÓN IMPUREZAS		0	
CUMPLIMIENTO SI: I ≤ 0,05% NO: I ≥ 0,05%		SI	
<p>NOTA: El numero de mediciones es el tomado por los analistas durante las dos semanas de estudio. NOTACIÓN: M1: medicion 1; M2: medicion 2; M3: medicion 3.</p>			

Fuente: el autor