

**EVALUACION DE METODOLOGIA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE
LA ETAPA DE ESTERILIZACION EN LA PLANTA EXTRACTORA
PALMAGRO S.A**

LEYNIKER JOSÉ QUINTERO BERMAS

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
VALLEDUPAR**

2019

**EVALUACION DE METODOLOGIA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE
LA ETAPA DE ESTERILIZACION EN LA PLANTA EXTRACTORA
PALMAGRO S.A**

LEYNIKER JOSÉ QUINTERO BERMAS

TRABAJO DE GRADO

**Presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

DIRECTORA

KAREN C. LABASTIDAS

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
VALLEDUPAR**

2019

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

A Dios,

Por cada una de sus bendiciones, dándome las fuerzas y la sabiduría para cumplir mis objetivos.

A mi madre, Ana Bermas Castaño

Por ser mi motivación para emprender en esta etapa, por sus valores inculcados, su confianza, por ser mi guía y mi motor para salir adelante y de quien he aprendido que, aunque tropiece debo luchar e insistir para lograr mis sueños.

A María Mercedes “mama meche”

Por apoyarme, por creer en mí, por brindarme un espacio en tu hogar, porque a pesar de no tener mi sangre te portaste como una madre y estuviste conmigo en toda esta etapa de mi vida, por eso y mucho mas debo agradecerte.

A mi hermano, Jhonnier Quintero

Por ser mi apoyo y motivación para salir adelante.

A mi Tía, María Bernal

Por ser mi guía espiritual y emocional, quien cada momento de su vida me dio su apoyo y confianza, por este sueño que tenías de verme como un profesional,

A mi novia, Michelle Bayona y su familia

Por estar conmigo en esta etapa, por brindarme su amor y su apoyo incondicional y motivarme todos los días para cumplir esta meta.

A mi directora de proyecto Karen Labastidas

Por guiarme, por brindarme de su experiencia, por su apoyo incondicional y confianza para desarrollar esta investigación.

Todos aquellos que me apoyaron de alguna forma u otra para la realización de ese trabajo, muchas gracias.

Leyniker José Quintero Bermas

CONTENIDO

Tabla de contenido	Pag
RESUMEN	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. JUSTIFICACIÓN	14
4. OBJETIVOS	16
4.1. OBJETIVO GENERAL	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1 Antecedentes	17
5.2 RESEÑA HISTORICA DE PALMAGRO S.A	18
5.2.1 Misión	21
5.2.2 Visión	21
5.3. GENERALIDADES DE LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE ELAEIS GUINEENSIS EN COLOMBIA	22
5.4. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA	23
5.4.1. RECEPCION DE FRUTO	23
5.4.2. ESTERILIZACIÓN	24
5.4.3. DESFRUTADO	26
5.4.4. DIGESTIÓN Y PRENSADO	26
5.4.5. PRENSAS	27
5.4.6. CLARIFICACION	27
5.4.7. CENTRIFUGAS	29
5.5. METODOLOGÍAS PARA LA MEJORA CONTINUA	29
5.5.1. PHVA	29
5.5.2. Kaizen	32
5.5.3. Lean Manufacturing	33

5.6. INDICADOR OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS).....	34
5.6.1. Disponibilidad de Planta.....	34
5.6.2. Productividad.....	34
5.6.3. Calidad de Proceso.....	34
5.6.4. Disminución de disponibilidad.....	35
5.6.5. Disminución de rendimiento.....	36
5.6.6. Pérdidas de calidad en proceso (disminución de calidad en proceso):	36
5.7. DEFINICION DE PRODUCTIVIDAD.....	38
6. METODOLOGIA.....	41
6.1. Materiales.....	41
6.2. Método.....	41
6.2.1. Tipo de investigación.....	41
6.2.2. Población.....	42
6.2.3. Método de muestreo.....	42
6.2.4. Recolección de datos.....	42
6.2.5. Elección de la metodología.....	42
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
8. CONCLUSIONES.....	46
9. RECOMENDACIONES.....	47
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
11. ANEXOS.....	50

LISTA DE IMÁGENES

	PAG
IMAGEN 1 TOLVA	23
IMAGEN 2 LLENADO DE VAGONETAS	24
IMAGEN 3 AUTOCLAVES	25
IMAGEN 4 DESFRUTADOR	26
IMAGEN 5 PRENSAS	27
IMAGEN 6 CENTRIFUGA	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO EN UNA DE LAS SEMANAS DEL MES DE OCTUBRE DEL 2017	50
Anexo B. REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO EN UNA DE LAS SEMANAS DEL MES DE MARZO DEL 2018	51
Anexo C. CALCULO DE OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE OCTUBRE 2017	52
Anexo D. CALCULO DE OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE MARZO DE 2018	53
Anexo E. COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN OCTUBRE 2017	54
Anexo F. COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN MARZO 2018	55
Anexo G. MINUTA DE CONTROL DE PRODUCCION	56

RESUMEN

La presente tesis se desarrolló en la planta extractora **PALMAGRO S.A**, la investigación tuvo como objetivo principal realizar una evaluación de la etapa de esterilización, para así implementar una estrategia que permita aumentar la productividad en esta etapa, dicha estrategia se basó en metodologías de producción que, a través de un análisis y diagnóstico inicial buscó generar las acciones claves que ayudaron a incrementar la productividad eficientemente sin causar reprocesos ni retrasos durante todas las etapas del proceso.

Para el logro de este objetivo se identificaron los problemas que se presentaban en el proceso productivo mediante entrevistas a los jefes y colaboradores, con el propósito de tener información de los desperdicios de tiempos encontrados en las operaciones, seleccionando y priorizando los problemas que serían eliminados o minimizados.

Igualmente se logró determinar de qué manera el ciclo PHVA asegura el aumento de productividad en la etapa de esterilización en la planta extractora de Palmagro S.A, la investigación fue de tipo aplicada y la metodología fue formulada teniendo en cuenta el ciclo PHVA de Deming, de este modo, se alcanzó a mejorar, integralmente, los problemas de producción de la empresa. Además, se consiguió que se implementen acciones a corto y mediano plazo. Para ello se realizó sensibilización a la gerencia con el fin de lograr el compromiso y apoyo de la alta dirección, las oportunidades de mejora o crecimiento en productividad, se identificaron y evaluaron a través de métodos y medición de trabajo, estandarización, planeación de requerimientos de materiales, definición de indicadores de gestión y ciclo PHVA.

Durante la ejecución de la propuesta se realizó el seguimiento y asesoría al avance del proceso por medio de reuniones, en donde se revisaban las actividades planteadas en la planificación estratégica, que incluyó el diagnóstico organizacional, solución de problemas, mejoramiento del ambiente de trabajo, revisión de minutas

de control de producción en la etapa crítica de esterilización y se verificó el cálculo de OEE.

De este modo la implementación de la metodología del ciclo PHVA en los sistemas de producción de la empresa **PALMAGRO S.A** específicamente en el área de esterilización permitió una mejora en su sistema operacional, que se vio por medio de un incremento notorio en productividad total de la empresa, de igual forma se evidenció en los indicadores de efectividad, eficiencia y eficacia, cumpliendo el objetivo de esta investigación.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes campos de aplicación y desarrollo de la ingeniería es el mejoramiento de los procesos, el cual ha crecido durante los últimos años y se ha convertido en una tendencia que muchas empresas nacionales e internacionales han ido adoptando para lograr la competitividad que día a día exige el mercado.

La presente tesis de grado se enmarco dentro de esa gran tendencia mundial, y tuvo como objetivo principal realizar una evaluación de la etapa de esterilización, y así ejecutar una estrategia que permitió aumentar la productividad en esta etapa del proceso de extracción de aceite, dicha estrategia basada en metodologías de producción que, a través de un análisis y diagnóstico inicial, permitió generar las acciones clave que ayudaron a incrementar la productividad, esto llevó a la empresa a producir eficientemente sin causar reprocesos ni retrasos durante todas las etapas del proceso, ya que es un factor de suma importancia que permite a las empresas mantenerse activas en un mercado como el actual, que exige respuestas rápidas y cumplimiento en calidad, cantidad y entregas a tiempo.

Para lograr las mejoras en la productividad una de las principales estrategias que se usan, es la de mejora continua del ciclo de Deming conocido como ciclo PHVA esto es, (planificar-hacer-verificar-actuar) o espiral de mejora continua. Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costos, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

Por ende, mediante esta investigación se realizó un estudio de la situación actual en el marco productivo de la planta extractora **PALMAGRO** con el fin de establecer una metodología que permitió aumentar la productividad.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PALMAGRO S.A, es una planta extractora cuya actividad económica es la producción y comercialización de los productos y sub-productos obtenidos del fruto de la Palma de aceite como el Aceite crudo de Palma, Aceite de Palmiste, Torta de Palmiste, Compostaje y plántulas de vivero, así como la prestación del servicio de asistencia técnica integral a sus proveedores de RFF.

El proceso de producción consiste en la extracción mecánica de aceite crudo de palma y palmiste, para ello los racimos de fruta fresca (RFF) deben pasar por diferentes etapas como son la esterilización, desfrutado, digestión y prensado, clarificación, palmistería hasta llegar a su almacenamiento.

Al pasar los años PALMAGRO S.A ha ido mejorando e incrementando su capacidad, para ello ha realizado ampliación y cambios en los equipos de las diferentes etapas del proceso, esto debido al aumento prologando en el ingreso de materia prima, actualmente PALMAGRO S.A cuenta con una caldera de 4.5 Toneladas de vapor a 120 psi a una capacidad instalada nominal de 20 Tn/h, pero al realizar un análisis completo del proceso se evidencia que etapas como esterilización, desfrutado y prensado presentan un rendimiento promedio de 16.7 Tn/h, 16.6 Tn/h y 16.2 Tn/h respectivamente, que al ser comparados con la capacidad que se especifica en las fichas técnicas de cada uno de estos equipos, se observa que los rendimientos son bajos con respecto a su diseño que es 25 Tn/h en esterilización, 30 Tn/h desfrutado y 27Tn/h en prensado; según (Jara, 2015) un bajo uso de la capacidad instalada significa subutilización de la infraestructura y por ende mayor costo por unidad, esto es determinante en el momento de mantener el producto en el mercado frente a los otros competidores.

Después del análisis también se evidenció que el cuello de botella de la línea de producción es por falta de fruta esterilizada, siendo esta etapa fundamental para mantener una continuidad en todo el proceso, por lo tanto, se pudo identificar que en

la planta extractora PALMAGRO S.A se definió una problemática en la etapa de esterilización, y al realizar una evaluación de metodologías que permitan darle solución a este problema, la más acertada para este caso fue la implementación de un ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar), donde se pudo evaluar las causas que originan los problemas de atraso en la etapa de esterilización, pérdidas de tiempos por fallas electromecánicas u operativas y se pudo establecer una solución factible, que permitió tener un proceso continuo y por ende más productivo, llevando a cabo minutas de control de producción que garantizaron validar cuales fueron las causas de las demoras en esta etapa.

Debido al crecimiento de la actividad palmera en el país y los buenos niveles de productividad, cada día se estrechan más los márgenes de rentabilidad y es necesario lograr altos índices de eficiencia que garanticen la estabilidad y crecimiento continuo de las empresas. Esto se logra con base a la eficiencia que permita alta competitividad a nivel nacional e internacional es por esto que se hace necesario mejorar la productividad

Del anterior enunciado, se plantea el siguiente interrogante.

¿Cómo es que el ciclo PHVA aseguró el aumento de productividad en la etapa de esterilización en la planta extractora PALMAGRO SA?

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad una empresa pierde competitividad si no busca una mejora continua en su calidad, optimizar su producción, reducir sus costos, disminuir sus tiempos de entrega, innovar continuamente, desarrollar nuevos métodos de trabajo, contratar tecnología de punta entre otros. Es por esto que la productividad debe ser un punto vital en la planificación a largo y corto plazo. Uno de los caminos más rápidos para que una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o su utilidad) es aumentando su productividad. Esto se logra a través de la utilización de buenas técnicas y métodos, los cuales pueden ser aplicables en empresas manufactureras y de servicio.

Según la entidad consultora internacional LMC International Ltd., el costo variable de extracción por tonelada de CPO (aceite crudo de palma) en Colombia durante el 2015 fue de 94 USD, frente a Malasia con 52 USD (diferencia negativa de 42 USD) e Indonesia con 41 USD (diferencia negativa de 53 USD). (FEDEPALMA, anuario estadístico, 2016)

La anterior diferenciación en costos incurridos por las plantas de beneficio en Colombia frente a los dos mayores oferentes a nivel internacional ha mantenido, hasta el día de hoy, un comportamiento similar en cuanto a las proporciones y diferencias en costos respecto a los dos oferentes anteriores. Estas diferencias se han generado principalmente debido a factores de ineficiencia y baja productividad en las áreas de producción, mantenimiento, confiabilidad y gestión eficiente de recursos.

Según lo mencionado en los párrafos anteriores no cabe duda que en la actualidad, el panorama competitivo ha evolucionado de tal forma que cada vez resulta más difícil mantenerse satisfactoriamente en el mercado. Más aún, aquellas cuya actividad fundamental se concentra en procesos de transformación.

Mejorar la productividad es una de las metas finales de cualquier empresa ya que ello significa que se han reducido costos y que el rendimiento de la compañía es mayor. Sin embargo, maximizar la productividad es también uno de los grandes dolores de cabeza de cualquier directivo, un objetivo complicado de alcanzar y que debe sustentarse en diversos pilares.

Karl Marx definió la productividad del trabajo de la siguiente forma: "...el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transformada en producto...". O en otras palabras es lograr conseguir mayor producción sin aumentar las horas de trabajo ni exigir más esfuerzo por parte del trabajador o "conseguir más por lo mismo", en este caso Marx apelaba a que un trabajador con mayor destreza y mejores conocimientos es capaz de aumentar el producto o mejorar el servicio gracias a su habilidad o talento que ha sido mejorado con el tiempo de práctica, sin necesidad de aumentar las horas de trabajo o exigiéndose un sobreesfuerzo en la misma jornada laboral. (RUIZ, 2015).

En este orden de ideas este documento se enmarcó en evaluar una metodología que permitió aumentar la productividad en la etapa de esterilización con el fin de mantener la continuidad en todo el proceso, evaluando tiempos muertos y causas aparentes con el propósito de minimizarlos y así garantizar la máxima capacidad real de la planta extractora, desarrollando un proceso de cambio hacia nuevas técnicas de mejoramiento continuo.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar el ciclo PHVA para el aumento de productividad en la etapa de esterilización en la planta extractora Palmagro S.A

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la etapa de esterilización.
- Implementar minutas de control de producción.
- Estandarizar tiempos en las operaciones realizadas en la etapa de esterilización.
- Garantizar continuidad en todas las etapas de proceso de extracción de aceite.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Antecedentes

Alexa Jaref Montaña Farfán (2017), realizó un análisis de la implementación del ciclo PHVA para el aseguramiento de la calidad de servicio en el área de AT YOUR SERVICE EN LA ACTUALIDAD en la Universidad de San Martín de Porres, Lima Perú, el objetivo de este análisis fue, Determinar de qué manera el ciclo PHVA asegurará el cumplimiento de los lineamientos de calidad según el Brand Standard del Hotel JW Marriott Lima para el proceso del wake up call en el área de estudio.

Flores, E.; Mas, A. (2015), llevo a cabo una Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C en la Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú, el objeto de la investigación fue La tesis tiene como objetivo mejorar las actividades de planificación y control de la producción e implementar actividades de control de calidad en su empresa.

La investigación menciona lo fundamental que es invertir en proyectos de mejora continua rentables que contribuyan a optimizar los procesos de producción y que se refleje en la mejora de la calidad del producto.

Los autores llegan a algunas importantes conclusiones, una de ellas es que se debe crear una filosofía colectiva de la metodología PHVA para continuar mejorando los procesos del área, es decir a través de ella se puede verificar que la aplicación de la metodología PHVA fue efectiva y trae resultados favorables. Además, otra conclusión importante de la investigación es que se debe llevar un registro ordenado y documentado de los puntos de control establecidos. Además, tomar las medidas Correctivas y preventivas que garanticen la calidad del producto. Esta conclusión es la más relevante para la presente investigación ya que fue de guía para poder crear

la propuesta en base a registros y medidas correctivas adaptadas a la implementación del Ciclo PHVA para el área de At Your Service.

5.2 RESEÑA HISTORICA DE PALMAGRO S.A

Al iniciar la década de los años ochenta, creció también el entusiasmo por el cultivo de la Palma Aceitera en todo el territorio nacional. Fue así como en el Departamento del Cesar algunos empresarios principalmente ganaderos incursionaron en el entonces novedoso negocio del cultivo de palma. Con muchas dificultades y sin todos los conocimientos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de un cultivo bastante desconocido en el medio se inició la plantación Palmeras de Alamosa Ltda., liderada por el Sr. Eudardo Mattos Liñan, ubicada en la finca agrícola y ganadera El Florito, municipio de Becerril.

Se comenzó con el establecimiento de aproximadamente 380 Has que anteriormente habían sido dedicadas al cultivo de arroz. Posteriormente, debido a necesidad de hacer nuevas inversiones, la compañía se amplió con la participación de un nuevo socio El Sr. Luís Carlos Giovannetti, quien contribuyó de manera importante en el desarrollo y organización de la empresa. En este período se sembraron algo más de 300 has nuevas de palma, en terrenos aledaños al cultivo anterior. Al reformar la sociedad original se constituyó la nueva empresa prácticamente conformada por las dos familias, la familia del Sr. Eudardo Mattos con 50% de la empresa y la familia Giovannetti con la parte restante.

En el año 1991 se vio la necesidad de construir la planta extractora para el procesamiento de la fruta de palma, que obtiene el aceite crudo de palma y la almendra de palma. Estos productos eran comercializados con las refinadoras ubicadas en Barranquilla, Ciénaga o Medellín, en donde mediante procesos industriales elaboran una serie de productos terminados para el consumo humano, especialmente aceites de cocina y margarinas de mesa.

A través del tiempo la empresa ha venido mejorando considerablemente, adoptando las nuevas tecnologías disponibles y por supuesto logrando buenos niveles de

eficiencia y productividad, que a su vez le han permitido rendimientos satisfactorios y una posición importante en el contexto nacional del negocio de la palma.

Con el transcurrir de los días han surgido necesidades de adecuación y actualización, que han sido superadas en forma oportuna y exitosa, alcanzando resultados bien interesantes en estabilidad del ecosistema, rendimientos y rentabilidad, sostenibilidad, satisfacción de los socios, bienestar de los trabajadores y servicios a la comunidad del entorno.

Debido al crecimiento de la actividad palmera en el país y los buenos niveles de productividad, cada día se estrechan más los márgenes de rentabilidad y es necesario lograr altos índices de eficiencia que garanticen la estabilidad y crecimiento continuo de las empresas. Esto se logra a base de eficiencia que permita alta competitividad a nivel nacional e internacional. Por esto se creó la nueva empresa, Comercializadora Internacional Alamosa S.A. cuyo propósito fundamental es llevar a cabo los procesos industriales de extracción de aceite y almendra, utilizando toda la capacidad instalada de la planta, aplicando tecnología de punta, que garantice altos niveles de eficiencia y competitividad.

Esta empresa constituida como Sociedad Anónima empezó su operación en agosto del año 2004, con sede en la ciudad de Valledupar, conformada por Palmeras de Alamosa Ltda. Y empresarios palmicultores de la región que están dando un impulso definitivo para su desarrollo y consolidación.

A fines del año 2006 la junta directiva de la organización decidió conveniente cambiar el nombre de Comercializadora Internacional Alamosa S.A. por el de PALMAGRO S.A. con el propósito de posicionar el nombre de la misma en el mercado, esta decisión se ve afectada al mismo tiempo por la confusión que generaba para muchos el hecho de existir la plantación o cultivo de Palmeras de Alamosa Ltda. Debido a que la similitud de nombres se prestaba para malos entendidos. Es de gran importancia para la organización ser reconocida internacionalmente como planta extractora es esa la razón por la cual la empresa se veía afectada al tener un reconocimiento que no fuese el real.

La empresa opera en forma permanente procesando la gran mayoría de la fruta producida en la región. Comercializando como producto terminado aceite crudo de palma, aceite de palmiste y torta de palmiste. Utiliza mano de obra local, que ha venido capacitando en forma permanente, alcanzando buena calificación del personal empleado. Esta empresa ha formado un polo importante de desarrollo, influyendo positivamente en el desarrollo integral de la región. Se han creado cooperativas de trabajo asociado y se han logrado establecer planteles de atención educativa y puestos de salud que han beneficiado a toda la población. Es una empresa de prestigio que ha ganado respeto y un puesto importante en el ámbito empresarial regional.

Finalmente, como parte de las actividades relacionadas con la cadena de abastecimiento, específicamente en lo concerniente con el cultivo de la palma de aceite, PALMAGRO S.A., ha venido prestando servicios de asistencia técnica, tanto a los cultivos de los socios como de terceros, con el fin de incrementar los niveles de productividad, mejorar la sanidad vegetal y reducir los riesgos de plagas y enfermedades críticas para el cultivo.

5.2.1 Misión

PALMAGRO S.A. es una empresa agroindustrial, dedicada al negocio sostenible de la palma aceitera, comprometida con el crecimiento integral de sus proveedores, colaboradores y zonas de influencia, generando valor a sus clientes y accionistas.

5.2.2 Visión

En el 2018, ser reconocida a nivel nacional, como una empresa innovadora, con altos niveles de productividad y sostenibilidad.

5.3. GENERALIDADES DE LA AGROINDUSTRIA DE LA PALMA DE ACEITE ELAEIS GUINEENSIS EN COLOMBIA

El cultivo de palma de aceite en Colombia ha mantenido un crecimiento sostenido. A mediados de la década de 1960 existían 18.000 hectáreas en producción y hoy existen más de 500.000 hectáreas (a 2017) en 73 municipios del país distribuidos en cuatro zonas productivas. En el norte son Magdalena y Cesar, en el centro Santander y Norte de Santander, en el Occidente Nariño y Valle del Cauca y en el Oriente Meta, Casanare, Cundinamarca y Caquetá. Los departamentos en su orden que poseen más áreas sembradas en palma de aceite son en su orden: Meta (1), Cesar (2), Santander (3), Magdalena (4), Nariño (5), Casanare (6), Bolívar (7), Cundinamarca (8) y Norte de Santander (9). La extracción del aceite se realiza mediante procesos mecánicos y térmicos sin necesidad de solventes lo que lo hace un aceite completamente natural. Por su composición física, el aceite de palma puede usarse en diversas preparaciones sin necesidad de hidrogenarse, proceso mediante el cual se forman los trans, indeseables ácidos grasos precursores de enfermedades como la diabetes y los cardiovasculares, entre otras. (CENIPALMA-FEDEPALMA, 2010)

Actualmente, Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el cuarto en el mundo y se emplea como aceite de cocina, para elaborar productos de panadería, pastelería, confitería, heladería, sopas instantáneas, salsas, diversos platos congelados y deshidratados, cremas no lácteas para mezclar con el café. (FEDEPALMA, Colombia saca la cara por los palmeros del mundo , 2017)

A su vez, los aceites de palma y palmiste sirven de manera especial en la fabricación de productos oleoquímicos como los ácidos grasos, ésteres grasos, alcoholes grasos, compuestos de nitrógeno graso y glicerol, elementos esenciales en la producción de jabones, detergentes, lubricantes para pintura, barnices, gomas y tinta. En los últimos tiempos ha venido tomando fuerza su utilización como biocombustible. El biodiesel en la actualidad es una nueva alternativa para la utilización del aceite de palma el cual contribuye a disminuir los efectos invernaderos

y reducir el calentamiento global. (FEDEPALMA, Colombia saca la cara por los palmeros del mundo , 2017)

5.4. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA

A continuación, se hace una descripción específica de cada una de las etapas que interviene en el proceso de extracción de aceite de palma de la planta de beneficio PALMAGRO S.A.

5.4.1. RECEPCION DE FRUTO



IMAGEN 1 TOLVA

En la imagen 1 se muestra que los racimos de fruta cortados en campo son llevados a la planta extractora, estos son pesados en una báscula y posterior se le hace control de calidad (estado de madurez, tamaño de pedúnculo y potencial de aceite), y son almacenados en tolvas para luego ser alimentados por medio de vagonetas de 1.5 Ton de capacidad (imagen 2) a la etapa de esterilización.



IMAGEN 2 LLENADO DE VAGONETAS

5.4.2. ESTERILIZACIÓN

La esterilización es la primera etapa y quizá la más importante en el proceso de extracción del aceite de palma. Consiste en someter los racimos a una cocción por medio de vapor de agua a presión, en equipos llamados autoclaves o esterilizadores. Esta etapa se desarrolla con el fin de cumplir estos objetivos fundamentales:

- **Inactivar la lipasa**, que es la causante del incremento de la formación de los ácidos grasos libres (A.G.L.). Esta enzima se inactiva a temperaturas relativamente bajas, aproximadamente 60 °C.
- **Hidrolizar los puntos de unión (pectinas) entre los frutos y el racimo**, con lo que se logra un fácil desprendimiento en el desfrute.
- **Inducir al cambio físico – químico el pericarpio del fruto**, lo que facilita la digestión y el prensado.
- **Deshidratar parcialmente las almendras contenidas en la nuez para facilitar su posterior recuperación**, es un desecamiento de la almendra, con la que esta pierde tamaño y se desprende de la cascara que la envuelve, facilitando el rompimiento de las nueces y la recuperación de las almendras en la sección de palmistería.
- **Coagular proteínas**, las proteínas se encuentran en las celdas que contienen el aceite en el fruto de la palma, y favorecen que el aceite se mezcle en el agua en formas de pequeñas gotas (emulsificación).

- **Hidrolizar y descomponer el material mucilaginoso (gomas)**, el fruto de la palma de aceite contiene gomas y almidones (carbohidratos) que dificultan los procesos posteriores a la esterilización como la clarificación.

Con la esterilización, los almidones y demás carbohidratos absorben agua dentro de la molécula en diferentes cantidades. A temperaturas superiores 120 °C, estos son hidrolizados, descompuestos o coagulados; es también un factor influyente en el tiempo de esterilización. (CENIPALMA-FEDEPALMA, 2010)



IMAGEN 3 AUTOCLAVES

Una vez evaluada la fruta y cargadas en las vagonetas son transportadas a la etapa de esterilización de acuerdo con la capacidad del equipo autoclave (Figura 3). Estas son llevadas al interior de la autoclave por medio del equipo cabrestante. El proceso de esterilización se inicia con un desaire “eliminación del aire frío dentro del autoclave”, el cual se realiza dejando totalmente abierta la válvula de descarga de vapor y un suministro lento de vapor durante 5 minutos. Seguido del desaire se realizan tres picos de ciclos de presión de 20, 30 y 40 PSI. El primer pico 20 psi. Consiste en llevar la presión interna de la autoclave de 0 a 20psi, cerrando la válvula de salida de vapor y abriendo la válvula de entrada cuando el equipo alcanza la presión requerida se retira el suministro de vapor y se abre la válvula de descarga de vapor – condensado hasta que el manómetro marque 5 psi. Este paso se repite para el segundo pico en donde la presión requerida es de 30 psi. El tercer pico de

ciclo se realiza hasta alcanzar una presión de 40 psi en esta etapa del proceso se realiza un sostenimiento controlando la válvula de entrada y salida de vapor durante cuarenta minutos. Finalizado este tiempo se procede a descargar el equipo el vapor – condensado es conducido a la chimenea el vapor es desalojado a la atmósfera y los condensados son tamizados y posteriormente enviados a proceso para aprovechar el contenido de aceite.

5.4.3. DESFRUTADO

Proceso mecánico mediante el cual se separan los frutos de las espigas del racimo por medio de un cilindro que gira entre 23 a 26 rpm. Cuenta con unas paletas que golpean los racimos para desprender los frutos que pasan por unas ranuras longitudinales, los cuales son transportados por medio de sinfines y elevadores hacia los digestores. La Figura 3 muestra en la parte de abajo el aspecto externo de un desfrutador.



IMAGEN 4 DESFRUTADOR

5.4.4. DIGESTIÓN Y PRENSADO

Este proceso se realiza en unos cilindros verticales que cuentan con un eje central, equipado con cuatro grupos de paletas que giran a pocas revoluciones y cuatro entradas de vapor directo para mantener una temperatura de operación de 90 a 95 °C. En esta etapa se pretende el acondicionamiento de la fruta para facilitar el prensado.



IMAGEN 5 PRENSAS

5.4.5. PRENSAS

Los frutos ingresan por la parte superior del digestor que debe mantenerse lleno, los frutos macerados son llevados hacia la parte baja y luego pasan directamente a la prensa hidráulicas de doble tornillos las cuales constan de una camisa perforada y un pistón “ gato de doble entrada “ , que baja presionando la fruta con el fondo de la prensa, el aceite licor de prensa es liberado por los orificios de la camisa y conducidos a la sección de clarificación para obtener el aceite crudo y la torta de prensado compuesta por nueces enteras, nueces rotas, almendras enteras almendras rotas, cuesco y fibras son transportadas a la sección de palmisteria para la extracción y secado de la almendra palmiste.

5.4.6. CLARIFICACION

La clarificación es el proceso mediante el cual se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en la prensa, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos (compuestos por pectinas y gomas) y lodos pesados (compuestos por tierra, arenas y otras impurezas). Para lograr dicha separación se aprovecha las características de inmiscibilidad entre el agua y el aceite. El aceite crudo de palma que entra a clarificación, teóricamente debe contener 35% de aceite, 5% de lodos ligeros, 35% de agua y 25% de lodos pesados. El proceso de clarificación se lleva a cabo en varias etapas, donde predomina el consumo de vapor como fuente calórica. El

recorrido del aceite en el proceso de clarificación, nombrando los equipos es el siguiente: El aceite que sale de las prensas se somete a un proceso de tamizado; Para tal efecto utiliza un tamiz vibrador, una vez tamizado el aceite es enviado a una columna precalentadora y posteriormente al tanque clarificador, el objetivo de este tanque es separar la mezcla proveniente del licor tamizado en tres fases, conforme a la densidad, las cuales son:

- Aceite Purificado (CAPA SUPERIOR): Es el aceite limpio que pasa directamente al tanque sedimentador donde se hace también una separación de lo que no alcanza a purificar el clarificador.
- Lodos Aceitosos (CAPA INTERMEDIA): Lodo con un bajo contenido de aceite que se envían al tanque de lodos para un posterior tratamiento de recuperación de aceite.
- Lodos pesados (CAPA INFERIOR): Los lodos pesados se acumulan en el extremo inferior del tanque y están compuestos principalmente de agua y de sólidos pesados. Este tanque cuenta con un fondo cónico para evacuar los sólidos pesados. Además, tiene un serpentín por medio del cual circula vapor para mantener una temperatura interna entre 90 y 95 °C, con la que se logra la mayor diferencia entre la densidad del agua y la densidad del aceite y un agitador para facilitar el accenso del aceite. Los lodos aceitosos son enviados a las centrifugas desludadoras en donde los lodos son separados en dos fases:
 - Liviana aceitosa: compuesta principalmente de agua y aceite, es enviada al tanque de crudo donde inicia de nuevo el proceso de clarificación.
 - Fase Lodosa: En la que predomina el agua y un bajo porcentaje de sólidos y aceite. Esta se envía a las trampas de grasa y florentinos. El proceso de clarificación de aceite de palma en las plantas de beneficio primario se realiza en dos etapas consecutivas correspondientes a un proceso de clarificación estática y un proceso de clarificación dinámica.

5.4.7. CENTRIFUGAS

La centrifuga está encargada de recibir las aguas lodosas calientes, las cuales están conformadas por agua, lodos y aceite. Además, se inyecta agua caliente para facilitar la separación del aceite que posee las aguas lodosas, y mediante la acción de fuerzas centrifugas, originadas por el movimiento de rotación del rotor, se logra una separación del aceite, el cual se deposita en la parte central del rotor, y es extraído por el tubo de descarga.

La centrifuga desludadora es una maquina esencial en una planta de extracción de aceite de palma africana, pues el uso de esta reduce considerablemente las pérdidas de aceite que va disuelto en las aguas lodosas. (AVM)



IMAGEN 6 CENTRIFUGA

5.5. METODOLOGÍAS PARA LA MEJORA CONTINUA

5.5.1. PHVA

El ciclo PHVA es una herramienta utilizada para la mejora continua que se basa en un proceso de cuatro pasos:

- a) Planificar
- b) Hacer
- c) Verificar
- d) Actuar

El ciclo PHVA, Planifique, Haga, Verifique, Actúe, es el ciclo que desarrolló el Dr. Shewhart, pero popularizado en los años 50, en Japón, por el Dr. Deming que fundamentó que todos los materiales entran a diferentes puntos de la línea de producción. Es necesario mejorar continuamente lo que entra. El Dr. Deming introdujo el Ciclo PHVA, una de las herramientas vitales para asegurar el mejoramiento continuo. Él destacó la importancia de la constante interacción entre investigación, diseño, producción y ventas en la conducción de los negocios de la compañía. Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes deben recorrerse, constantemente, las cuatro etapas, con la calidad como criterio máximo. Después, este concepto de hacer girar siempre la rueda de Deming se extendió a todas las fases de la administración. En esta forma, los ejecutivos japoneses reconstruyen la rueda de Deming y la llaman ciclo PHVA, para aplicarla a todas las fases y situaciones. El ciclo PHVA son una serie de actividades para el mejoramiento.

a) Planifica: significa estudiar la situación actual, definir el problema, analizarlo, determinar sus causas y formular el plan para el mejoramiento.

b) Hacer: significa ejecutar el plan.

c) Verificar: significa ver o confirmar si se ha producido la mejoría deseada.

d) Actuar: significa institucionalizar el mejoramiento como una nueva práctica para mejorarse, o sea, estandarizar.

No puede haber mejoramientos en donde no hay estándares. Tan pronto como se hace un mejoramiento se convierte en un estándar que será refutado con nuevos planes para más mejoramientos.

a) Planear

Es la fase preliminar en la que se identifica el problema y se definen sus características con la ayuda de una información lo más completa posible. A partir de un buen conocimiento del problema se elabora un plan de resolución, o diseño,

guiado por algunas hipótesis preliminares, pero suficientemente fundadas.

Desarrollar un plan para mejorar:

Paso 1: Identificar la oportunidad de mejora.

Paso 2: Documentar el proceso presente.

Paso 3: Crear una visión del proceso mejorado.

Paso 4: Definir los límites del esfuerzo de mejora.

b) Hacer

Se trata de ejecutar lo planificado. Hay que poner en marcha acciones que, basadas en el diagnóstico preliminar, permitan resolver el problema o corregir las deficiencias. En esta etapa las preguntas fundamentales a responderse son: ¿quién?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?, Llevar a cabo un plan:

Paso 5: Hacer a una pequeña escala piloto los cambios propuestos.

c) Verificar

Es la etapa de confrontación de los resultados de la acción con las hipótesis recogidas en el diseño. Se trata de interpretar los resultados obtenidos que se han de materializar en datos o en hechos- para comprobar en qué medida se ha acertado o no en la búsqueda de la solución. Verificación:

Paso 6: Observar lo aprendido acerca de la mejora del proceso.

d) Actuar

Se deberán incorporar ahora los posibles cambios surgidos de la etapa anterior de evaluación. Se inicia así un nuevo ciclo teniendo en cuenta todo el conocimiento ya acumulado a lo largo de los ciclos anteriores. Actuar:

Paso 7: Hacer operativo la nueva mezcla de recursos.

Paso 8: Repetir los pasos (ciclo) en la primera oportunidad.

La implementación de esta metodología permite a la empresa una mejora de su competitividad y, en consecuencia, una mejor calidad de sus productos y servicios. Esta metodología busca:

- Reducir costos
- Optimizar la productividad reducir los precios
- Incrementar la participación del mercado
- Aumentar la rentabilidad de la empresa

5.5.2. Kaizen

“Es la vía japonesa para la calidad total. Se basa en la mejora progresiva de los procesos. Es la mejora impulsada por personas de la organización. Es la mejora sin recurrir a la innovación, esto es, sin inversiones costosas. Parte de una creencia cierta: Todos los procesos tienen problemas y pueden mejorar, en consecuencia, se preocupa de los resultados, pero también del proceso” (Bermadez, 2009) (AEC, 2007)

Actualmente, el sistema KAIZEN se define como una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo que buscan reducir costos, posesionarse en el mercado, tener productos de calidad, mano de obra productiva y eficiente, pero ante todo encaminada a satisfacer las necesidades de sus clientes; utiliza una serie de componentes o disciplinas administrativas tendientes al mejoramiento de la gestión de la calidad, entre las cuales tenemos:

- Productividad
- Control total de calidad
- Cero defectos
- Justo a tiempo

- Sistema de sugerencias
- Círculos de calidad o ciclo PHVA
- Mantenimiento productivo total

El Kaizen es entonces un mecanismo generador de competitividad en la organización, que además servirá para aumentar la producción, esto centrando su atención en la revisión de los procesos para optimizarlos, esto hecho por parte de quienes los realizan, en conjunto, con supervisores, administradores y gerentes.

La particularidad de Kaizen es el nivel de compromiso aceptado por los empleados de la organización especialmente por los operarios que verdaderos conocedores del proceso productivo; hace énfasis en los esfuerzos humanos, la comunicación, el entrenamiento, el trabajo en equipo, la autodisciplina, el compromiso con el trabajo.

5.5.3. Lean Manufacturing

Lean Manufacturing o “La manufactura esbelta” es una metodología de trabajo simple, profunda y efectiva que tiene su origen en Japón, enfocada a incrementar la eficiencia productiva en todos los procesos a partir de que se implanta la filosofía de gestión Kaizen de mejora continua en tiempo, espacio, desperdicios, inventario y defectos involucrando al trabajador y generando en él un sentido de pertenencia al poder participar en el proceso de proponer sus ideas de cómo hacer las cosas mejor. Una de las claves de Lean Manufacturing es establecer eliminar desperdicios. Para lograr esto, es preciso analizar las actividades dentro de los procesos centrales requeridos para entregar valor al cliente externo determinando en función del resultado final si cada paso agrega o no agrega valor, y eliminando de no lo hacen. (Bermadez, 2009)

Focaliza sus esfuerzos en reducir los 11 factores de desperdicios para incrementar fundamentalmente la rentabilidad de la empresa. Los cinco principios del Lean Manufacturing para la fabricación eficaz son:

a) Calidad perfecta: En la cual el objetivo final es la búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.

b) Minimización del despilfarro: En donde se busca la optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

c) Mejora continua: Aquí se busca la reducción de costes, mejora de la calidad y aumento de la productividad.

d) Procesos "pull": Consiste en considerar que el producto no se termina hasta que los clientes no hacen el pedido.

e) Flexibilidad: Consiste en producir variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia.

5.6. INDICADOR OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)

Este indicador sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, mide en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, productividad y calidad, esto nos permite conocer cuál sería el impacto que provocaría un cambio de proceso, ya sea por la eliminación de un desperdicio del equipo, por un cambio en el método de trabajo, etc.

Cálculo:

El cálculo del OEE se realiza mediante la siguiente fórmula, considerando las seis grandes pérdidas:

$OEE (\%) = Disponibilidad * Productividad * Calidad$

***Disponibilidad= (Tiempo de funcionamiento–Tiempos de parada)
/Tiempo de funcionamiento***

5.6.1. Disponibilidad de Planta: porcentaje de tiempo real de las máquinas produciendo respecto al tiempo previsto para la producción

5.6.2. Productividad: porcentaje de producción real de los equipos, respecto a la producción nominal durante un periodo de tiempo.

5.6.3. Calidad de Proceso: porcentaje de producto conforme respecto a la totalidad de la producción generada. Esta ecuación equilibra y estandariza el valor de cada indicador, aumentando el nivel de sensibilidad en el resultado final debido a que el OEE depende en igual proporción de cada uno de sus componentes. Este equilibrio

también indica la necesidad de generar esfuerzos dirigidos al mejoramiento de cada uno de los componentes críticos de la producción y del mantenimiento, donde el descuido de uno alterará significativamente el resultado final del OEE. Al mismo tiempo, el OEE analiza y califica los diferentes tipos de pérdidas que pueden producirse en un proceso productivo. Esta clasificación proviene de la misma manera del TPM (Mantenimiento Productivo Total): es una filosofía originaria de Japón, que se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción industrial, en el que se definen “Seis Grandes Pérdidas”. Estas pérdidas son causales de la baja disponibilidad de equipos, rendimiento y calidad del proceso dentro del entorno de producción.

5.6.4. Disminución de disponibilidad

Pérdidas de tiempo: se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo, pero no lo ha hecho: ningún producto sale de la máquina.

Las pérdidas son:

- **Averías (primera pérdida):** Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disfunción puede ser técnica u organizativa (por ejemplo: error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). El %OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.
- **Esperas (segunda pérdida):** El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en este estado por varios motivos, por ejemplo: debido a un cambio, por mantenimiento o por un paro para ir a merendar o almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes. La técnica de SMED (en inglés Single Minute Exchange of Die; en español, técnica de paradas empleada en la Fórmula Uno para realizar un abastecimiento/cambios

necesarios) define el tiempo de cambio como el tiempo comprendido entre el último producto bueno del lote anterior y el primer producto bueno del nuevo lote. Para el OEE, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto.

5.6.5. Disminución de rendimiento

Pérdidas de velocidad: implica que la máquina está funcionando, pero no a su velocidad máxima. Existen dos tipos de pérdidas de velocidad:

- **Microparadas (tercera pérdida):** Cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas micro paradas y las consecuentes pérdidas de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas, por ejemplo: la acumulación de lodos a la salida de las centrifugas genera paradas con tiempo máximo de 3 minutos, y suelen suceder alrededor de 4 a 5 veces durante una jornada. Estos pequeños problemas pueden disminuir de forma drástica la efectividad del equipo. En teoría, las microparadas son un tipo de pérdida de tiempo. Sin embargo, al ser tan pequeñas (normalmente menores de 5 minutos) no se registran como tal.

- **Velocidad reducida (cuarta pérdida):** La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que los tecnólogos consideran que es la velocidad máxima y la velocidad máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son, por tanto, en la mayoría de los casos, ignoradas o subvaloradas.

5.6.6. Pérdidas de calidad en proceso (disminución de calidad en proceso):

La pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que no se ajustan a los estándares solicitados por el cliente. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de calidad:

- Desechos (quinta pérdida): Desechos son aquellos productos que no cumplen con los parámetros de calidad, incluso los que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos de calidad menor. El objetivo es “cero defectos” en los sistemas de producción en serie (manufactureras, ensambladoras, etc.), para los sistemas de producción por lotes (extracción de aceite de palma y subproductos), el objetivo es alcanzar 100% en calidad del proceso, lo cual indica que se obtendría el mínimo porcentaje en pérdidas de extracción en cada módulo de producción, generando finalmente una serie de bonificaciones y ganancias para toda la cadena productiva de aceite de palma. Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques, que ocurren:
- Durante el arranque de la máquina: la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad, que corresponden a calidad de aceite en subproductos generados en cada uno de los módulos productivos.
- Los productos al final de la producción de un lote: las condiciones de operación no son estables, generando desviaciones en los productos y subproductos cuyas especificaciones de calidad no son las requeridas por los clientes siguientes al proceso de extracción.
- Procesamiento durante la jornada de trabajo, usando prácticas operativas inadecuadas, equipos en mal estado y/o configurados de forma errónea, rutinas innecesarias que no agregan valor al proceso, etc. Todos estos elementos generan finalmente pérdidas en calidad de proceso, afectando la calidad tanto en productos como en subproductos procesados. Normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen puede alcanzar valores representativos de la producción total.

- Retrabajos o reprocesos (sexta pérdida): Los productos retrabajados se consideran que no cumplen los requisitos de calidad desde la primer maquila, a pesar de que su apariencia refleje lo contrario, incluso para los operadores con mayor experticia; sin embargo, este material tiene la ventaja que puede ser reprocesado de forma que alcance los parámetros de calidad para su comercialización. (José Carlos Montero Vega, 2013)

A continuación, se muestra una de valoración de la eficiencia de la máquina:

El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

- $OEE < 65\%$ Inaceptable. Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
- $65\% < OEE < 75\%$ Regular. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
- $75\% < OEE < 85\%$ Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
- $85\% < OEE < 95\%$ Buena. Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
- $OEE > 95\%$ Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad

5.7. DEFINICION DE PRODUCTIVIDAD

Una definición simplista de productividad puede ser simplemente el lograr obtener “más por menos”. La productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados; es por tanto un

indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes o servicios. Uno de los problemas comunes es el confundir el concepto de productividad con otros conceptos como:

- eficiencia (la ejecución disciplinada de un trabajo determinado, aunque este no resulte efectivo en conseguir los resultados deseados),

- Eficacia (la obtención del resultado deseado, aunque no se haya ejecutado el trabajo o plan de forma disciplinada),

- Intensidad del trabajo (el sobreesfuerzo del trabajador en la realización de sus actividades ya sea mediante el aumento de horas de trabajo o exigiendo mucha más producción en la misma jornada de laboral). Karl Marx definió la productividad del trabajo de la siguiente forma: "...el grado social de productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transformada en producto...". O en otras palabras es el lograr conseguir mayor producción sin aumentar las horas de trabajo ni exigir más esfuerzo por parte del trabajador o "conseguir más por lo mismo", en este caso Marx apelaba a que un trabajador con mayor destreza y mejores conocimientos es capaz de aumentar el producto o mejorar el servicio gracias a su habilidad o talento que ha sido mejorado con el tiempo de práctica, sin necesidad de aumentar las horas de trabajo o exigiéndose un sobreesfuerzo en la misma jornada laboral. Klein en 1965 definió la productividad como: "La relación que existe entre la meta lograda y los recursos gastados con ese fin".

Si bien muchos de los conceptos de productividad vienen de épocas muy diferentes a la actual, sus conceptos siguen siendo válidos ya que en la actualidad lo que más ha cambiado son los factores que influyen en la productividad, por ejemplo, la innovación de los productos (actualmente una empresa puede ser totalmente reemplazada por otra que use productos con una tecnología superior), la gestión de tiempo, el manejo de los recursos humanos, entre otros. Existen una serie de indicadores como el tiempo, la eficiencia con las que se puede evaluar si una economía es más o menos productiva o si es más o menos competitiva, ya que por

ejemplo cuanto menos tiempo tardemos en producir un determinado bien, más productiva será una economía. (Espejo, 2010).

de etanol a ácido acético e incluso, en algunos casos, de sobre oxidación hasta CO₂ y H₂O (Gallego, 2007).

6. METODOLOGIA

6.1. Materiales

Para el levantamiento, documentación y análisis de datos se utilizaron los siguientes materiales.

Material tecnológico:

- Computadores portátiles
- Software, los programas que sirvieron de apoyo para el desarrollo de esta propuesta fueron los siguientes: Microsoft Office Word, para documentación, Microsoft Office Excel para cálculos operativos.

Material físico:

- Cronómetro, para el estudio de tiempo.
- Formatos de control de producción.

Asimismo, los recursos humanos utilizados para la toma de encuestas, digitación, procesamiento estadístico.

6.2. Método

El desarrollo de esta propuesta tiene como centro de trabajo la planta extractora de aceite **PALMAGRO S.A.** ubicada en el Kilómetro 5, vereda El Hatillo.

6.2.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, ya que se utilizaron los conocimientos de ingeniería para generar soluciones coherentes a fin de resolver los principales problemas diagnosticados en las operaciones de producción de la empresa.

6.2.2. Población

La población en estudio estuvo conformada por los operarios del área de producción liderada por el supervisor de proceso, 4 operarios de esterilización, así mismo se tomó en cuenta a los integrantes del área de mantenimiento y la persona encargada de calidad, pues sus actividades son de importancia para el estudio. En total 20 personas.

6.2.3. Método de muestreo

Dado el reducido número de la población, se utilizó muestreo no probabilístico ya que todos los sujetos fueron sometidos a investigación.

6.2.4. Recolección de datos

Para la recopilación de datos se utilizaron las siguientes técnicas: Documentación, encuestas, entrevistas y observación directa, sistematizada y controlada.

6.2.5. Elección de la metodología

En la evaluación, se obtuvo como mejor resultado la metodología PHVA con respecto a las otras metodologías, debido a que se basa en un aumento de la productividad y rentabilidad; de este modo, se pudo mejorar, integralmente, los problemas de producción de la empresa. Además, se logró conseguir implementar las acciones a corto y mediano plazo.

Se inició con la Sensibilización Gerencial, ya que es necesario el compromiso de la alta dirección si se desea obtener resultados y asignen los recursos necesarios para su desarrollo. En esta fase se realizó un análisis DOFA de la organización y se definió los indicadores que serán analizados permanentemente para revisar el avance del proceso.

Las oportunidades de mejora o crecimiento en productividad se identificaron y evaluaron a través de métodos y medición de trabajo, estandarización, planeación de requerimientos de materiales, definición de indicadores de gestión y ciclo PHVA. Los métodos de trabajo, medición de trabajo y estándares tienen como objetivo identificar retrasos, distancias de transporte, procesos y requerimientos de tiempo de procesamiento, con el fin de simplificar toda la operación.

El propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer estándares de tiempo para efectuar una tarea, estos estándares son necesarios por estas razones:

- Para programar el trabajo y asignar capacidades.
- Proveer una base objetiva para motivar a la fuerza laboral y medir su desempeño.
- Para establecer puntos de referencia con miras al mejoramiento.

Durante la ejecución de la propuesta se realizó el seguimiento y asesoría del avance del proceso, con el objeto de alcanzar los objetivos propuestos. En estas reuniones se revisaron las actividades planteadas en la Planificación Estratégica, que incluye el Diagnóstico Organizacional, Solución de Problemas, Mejoramiento del Ambiente de Trabajo, revisión de minutas de control de producción en la etapa crítica de esterilización y se verificara el cálculo de OEE.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Durante la evaluación de las diferentes etapas del proceso de extracción de aceite de la planta extractora **PALMAGRO S.A** se logró identificar tiempos de operaciones fuera de los parámetros, debido a demoras en la etapa de esterilización, desfrutado y prensado (ver anexo A), con la ejecución de este proyecto se pudo seleccionar y priorizar los problemas que presentaban mayor impacto negativo en las operaciones, con el fin de eliminarlos o minimizarlos. (ver anexo B)

La efectividad global de la planta, OEE (**OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS**) al iniciar esta propuesta arrojó un promedio de 76% dándole un valor aceptable dentro del marco competitivo (Ver anexo C), pero con la puesta en marcha de esta metodología (ciclo PHVA) se logró llevar a un valor promedio de 84% (ver anexo D) abriendo una puerta para entrar a valores World Class, buena competitividad.

Por otra parte, se evidenció que los tiempos en los ciclos de esterilización están por encima de los normales, ocasionando demoras en las diferentes etapas que dependen directamente de esta operación (Ver anexo E), es por esto que la ejecución de este proyecto se centró en esta etapa del proceso y con la aplicación de esta metodología se logró minimizar desperdicios de tiempo y estandarización de los mismos. (ver anexo F)

La implementación de la metodología PHVA en los sistemas de producción de la empresa **PALMAGRO S.A** apunta a una mejora en su sistema operacional, que va reflejar un incremento notorio en productividad total de la empresa, de igual forma se verá reflejado en los indicadores de efectividad, eficiencia y eficacia, cumpliendo el objetivo de esta investigación, basado en los pequeños experimentos realizados durante el desarrollo de esta.

Según Más y Flóres (2015) la implementación de la metodología PHVA mejora considerable y eficazmente los niveles de efectividad en los diferentes procesos de producción, puesto que genera una rentabilidad en cuanto a tiempo y utilidad de recursos para obtener el producto a finalidad.

Por lo tanto, si se implementa de manera continua esta metodología **PALMAGRO S.A** tendrá un mejor aprovechamiento de sus recursos en el proceso de extracción de aceite.

Según los resultados obtenidos en campos y Díaz (S.f). “Mediante las mejoras realizadas luego de la implementación de la metodología PHVA se ha logrado incrementar la Productividad Multifactorial de los Enfriadores, Radiadores, Aftercooler, Intercooler y Condensadores en 69%, 1%, 23%, 52% y 25% respectivamente. Así mismo se ha logrado un incremento de la eficiencia del producto enfriador de aceite tipo tubular de un 76.66% a 90.50%.

De acuerdo a lo anterior se evidencia que si la extractora decide implementar esta metodología de manera continua generará un incremento de hasta 90% en su productividad dejando resultados satisfactorios para la misma.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó que si la empresa decide seguir implementando la metodología **PHVA** obtendrá mejores resultados en su producción con un mejor rendimiento y aprovechamiento de sus recursos.
- Esta metodología logró aumentar la eficiencia global de los equipos, así mismo aumentar la disponibilidad, la efectividad y mantener constante la calidad.
- La implementación de un plan de estandarización y mejoramiento del proceso de esterilización, mediante la aplicación de minutas de control de producción, logró un aumento significativo tanto en eficiencia como eficacia comprobando que la metodología del ciclo PHVA permitió las mejoras deseadas.
- Se identificó los tipos de desperdicios de tiempo que presentaba la línea de producción mediante entrevistas a los trabajadores involucrados en el proceso, priorizando aquellos que presentaban mayor problema
- Se logró aumentar el OEE (eficiencia global de la planta extractora) de un 76% a un 84% dejando la empresa en un nivel competitivo a nivel nacional e internacional.

9. RECOMENDACIONES

- Hacer de la metodología PHVA una filosofía colectiva para continuar mejorando los procesos de las diferentes áreas.
- Hacer seguimientos de las minutas de control de producción, para identificar tiempos de operación en la etapa de esterilización, y así si tomar medidas correctivas y preventivas que garanticen un proceso continuo y más productivo (Ver anexo G).
- Experimentar por un periodo de tiempo la efectividad de esta metodología.
- Realizar estudios donde se aumente la productividad en las demás etapas del proceso de extracción de aceite.
- Se recomienda implementar un plan anual de mantenimiento preventivo, para así garantizar un buen funcionamiento de los equipos y eliminar o disminuir pérdidas de tiempo por fallas mecánicas.
- Profundizar y mantener el nivel de capacitaciones para el personal, midiendo continuamente los resultados y aporte individual a la empresa.
- Automatizar el descargue de fruta para garantizar la continuidad en la etapa de esterilización.
- Hacer estrictos controles de calidad no solo en la recepción de materia prima, si no en las plantaciones de los diferentes proveedores para poder procesar fruta en óptimas condiciones de madurez.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AEC Asociación Española para la Calidad. (2007).
2. AEC Asociación Española para la Calidad (2007). El método eficaz para la mejora continua. Pp 1. Disponible en: https://www.aec.es/c/document_library/get_file?p_l_id=234128&folderId=53412&name=DLFE-1881.pdf
3. Arsesio, W., Cárdenas, J. (2009). Mejoramiento del plan de gestión en el área de mantenimiento para la planta extractora de aceite de palma de INDUPALMA LTDA. disponible en : <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2009/132232.pdf>
4. AVM, I. (s.f.). Centrifugas 10000 Lts. Disponible. <https://cultivopalma.webcindario.com/centrifuga.htm>
5. Bermúdez, M. (2009). Desempeño humano. Indiana. Disponible: [https://books.google.com.co/books?id=5_wrthx_Ze8C&printsec=frontcover&dq=Desempe%C3%B1o+humano+Bernardez,+M.+L.+\(2009\).&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCk4bOzrbgAhVmtlkKHb7XApYQ6AEIKTAA#v=onepage&q=Desempe%C3%B1o%20humano%20Bernardez%2C%20M.%20L.%20\(2009\).&f=false](https://books.google.com.co/books?id=5_wrthx_Ze8C&printsec=frontcover&dq=Desempe%C3%B1o+humano+Bernardez,+M.+L.+(2009).&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCk4bOzrbgAhVmtlkKHb7XApYQ6AEIKTAA#v=onepage&q=Desempe%C3%B1o%20humano%20Bernardez%2C%20M.%20L.%20(2009).&f=false)
6. Cala, G. B.-G. (2005). Sinopsis del proceso de la palma de aceite. Bogota. (libro)
7. Campos, A., Diaz, M.(S.f.) IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEJORA CONTINUA BAJO LA METODOLOGÍA PHVA EN LA EMPRESA ARNAO S.A.C. Disponible en: http://www.usmp.edu.pe/PFI/pdf/20131_2.pdf

8. CENIPALMA-FEDEPALMA. (2010). ESTERILIZACION DE RACIMOS DE FRUTA DE PALMA. Bogotá, D.C.
9. FEDEPALMA. (2016). anuario estadístico.
10. FEDEPALMA. (2017). Colombia saca la cara por los palmeros del mundo . El Palmicultor, 5.
11. Flores, E., Mas, A.(2015).aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C. disponible en:
http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1981/1/flores_mas.pdf
12. Jara, L. (2015). Observatorio Económico Social UNR. Disponible en:
<http://www.observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2016/08/2015-MEMORIA-OBSERVATORIO-ECONOMICO-SOCIAL.pdf>
13. Montero, j., Díaz, C., Guevara, F., Cepeda, A., Barrera, J.(2013), Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en planta de beneficio .
14. RUIZ, G. (2015). DEFINANZAS.COM

11. ANEXOS

Anexo A. REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO EN UNA DE LAS SEMANAS DEL MES DE OCTUBRE DEL 2017

REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO						
		PROCESO			TURNO	OBSERVACIONES
		ESTERILIZACION*	DESFRUTADO**	EXTRACCION***		
FECHA 20/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	2,4	1	1,1	1	*FALTA DE FRUTA Y BAJA PRESION DE VAPOR- **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILI
		0	0	0	2	
FECHA 21/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	1,5	0	0,5	1	*BAJA PRESION DE VAPOR- ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
		0	2	1,75	2	
FECHA 22/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	2,4	0,6	0,6	1	*BAJA PRESION DE VAPOR- **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA- ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
		0	0	0	2	
FECHA 23/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	1,25	3,5	3,5	1	*BAJA PRESIO DE VAPOR- **FALLA MECANICA- ***BAJA PRESION DE VAPOR, FALLA MECANICA
		3	3	3	2	
FECHA 24/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	1,5	1,7	1,4	1	*BAJA PRESION DE VAPOR- **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA- ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
		0	0	0	2	
FECHA 25/10/2017	TIEMPO DEMORA EN HORAS	2	2,6	1,6	1	*BAJA PRESION DE VAPOR**FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA - ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
		0	0	0	2	
DEMORAS TOTALES		12,55	12,7	12,05		

Anexo B. REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO EN UNA DE LAS SEMANAS DEL MES DE MARZO DEL 2018

REPORTE DE TIEMPOS POR PROCESO						
		PROCESO			TURNO	OBSERVACIONES
		ESTERILIZACION*	DESFRUTADO**	EXTRACCION***		
FECHA 5/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	0,2	0,2	0,3	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,1	0,1	0,2	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
FECHA 6/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	1,1	0,5	1,1	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,3	0,5	0,4	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
FECHA 7/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	0,3	0,3	0,3	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,3	0	0,3	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
FECHA 8/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	0,33	0,2	0,3	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,3	0,3	0,3	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
FECHA 9/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	0,4	0,3	0,4	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,3	0,2	0,3	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
FECHA 10/03/2018	TIEMPO DEMORA EN	0,1	0,1	0,1	1	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS **FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
	HORAS	0,2	0	0,2	2	*FALTA DE FRUTA EN VAGONETAS ***FALTA DE FRUTA ESTERILIZADA
DEMORAS TOTALES		3,23	2,2	3,5		

Anexo C. CALCULO DE OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE OCTUBRE 2017

CALCULO DE OEE DE LA SEGUNDA QUINCENA DEL MES DE OCTUBRE																
FECHA	oct-16	oct-17	oct-18	oct-19	oct-20	oct-21	oct-22	oct-23	oct-24	oct-25	oct-26	oct-27	oct-28	oct-29	oct-30	nov-01
TIEMPO DISPONIBLE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
HORAS PROGRAMADAS	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
TIEMPO MUERTO (HORAS)	3,0	3,5	2	5	2,5	1,5	2,5	2,3	2,1	1,5	8	5	2	3	1,33	3,8
HORAS DE PRENSADO	21,0	20,5	22,0	19,0	21,5	22,5	21,5	21,7	21,9	22,5	16,0	19,0	22,0	21,0	22,7	20,2
TASA DE DISPONIBILIDAD	0,88	0,85	0,92	0,79	0,90	0,94	0,90	0,90	0,91	0,94	0,67	0,79	0,92	0,88	0,94	0,84
PRODUCCIÓN EN KG DE ACEITE DE PALMA	76.760	69.090	73.360	69.630	72.390	73.290	72.590	71.150	75.150	75.890	62.200	78.860	72.440	77.680	70.500	73.600
EFICIENCIA	0,91	0,84	0,83	0,92	0,84	0,81	0,84	0,82	0,86	0,84	0,97	1,04	0,82	0,92	0,78	0,91
CALIDAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OEE	80%	72%	76%	73%	75%	76%	76%	74%	78%	79%	65%	82%	75%	81%	73%	77%
OEE PROMEDIO DE PRIMERA QUINCENA DE NOV	76%															
RENDIMIENTOS DE LA PLANTA (Toneladas de RFF/hora)	17,50	16,36	17,3	16,5	16,3	17,2	17,3	16,8	17,7	18	14,7	18,6	17	18,4	16,5	17,5

Anexo D. CALCULO DE OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DE MARZO DE 2018

CALCULO OEE DE LA PRIMERA SEMANA DE MARZO 2018																
FECHA	mar-01	mar-02	mar-03	mar-04	mar-05	mar-06	mar-07	mar-08	mar-09	mar-10	mar-11	mar-12	mar-13	mar-14	mar-15	mar-16
TIEMPO DISPONIBLE	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
HORAS PROGRAMADAS	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
TIEMPO MUERTO (HORAS)	1,0	0,3	0,2	1	0,5	1,5	0,66	0,6	0,7	0,3	0,6	0,9	1	1,6	1,33	0,6
HORAS DE PRENSADO	23,0	23,7	23,8	23,0	23,5	22,5	23,3	23,4	23,3	23,7	23,4	23,1	23,0	22,4	22,7	23,4
TASA DE DISPONIBILIDAD	0,96	0,99	0,99	0,96	0,98	0,94	0,97	0,98	0,97	0,99	0,98	0,96	0,96	0,93	0,94	0,98
PRODUCCIÓN EN KG DE ACEITE DE PALMA	76.760	75.630	83.360	85.362	82.390	85.230	78.360	81.250	79.630	81.742	75.230	80.620	78.630	86.251	77.485	83.510
EFICIENCIA	0,83	0,80	0,88	0,93	0,88	0,95	0,84	0,87	0,85	0,86	0,80	0,87	0,85	0,96	0,85	0,89
CALIDAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OEE	80%	79%	87%	89%	86%	89%	82%	85%	83%	85%	78%	84%	82%	90%	81%	87%
OEE PROMEDIO DE PRIMERA QUINCENA DE NOV	84%															
RENDIMIENTOS DE LA PLANTA (Toneladas de RFF/hora)	19,20	18,96	20,88	21,36	20,64	21,36	19,68	20,4	19,92	20,4	18,72	20,16	19,6	21,6	19,44	20,88

Anexo E. COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN OCTUBRE 2017

COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN MINUTOS EN UN TURNO											
DIA	MES	AÑO	ATOCLAVE	CICLO	DESAIRE (TIEMPO EN MIN)	PICO 1 (TIEMPO EN MIN)	PICO 2 (TIEMPO EN MIN)	PICO 3 (TIEMPO EN MIN)	SOSTENIMIENTO (TIEMPO EN MIN)	DESCARGA (TIEMPO EN MIN)	TOTAL (TIEMPO EN MIN)
22	OCT	2017	1	1	5	30	31	20	40	25	151
22	OCT	2017	1	2	5	5	6	10	40	30	96
22	OCT	2017	1	3	5	8	8	15	40	20	96
22	OCT	2017	1	4	5	10	13	30	20	10	88
22	OCT	2017	1	5	5	18	15	30	25	10	103
22	OCT	2017	1	6	5	15	108	30	20	10	188
22	OCT	2017	1	7	5	5	10	5	40	35	100
22	OCT	2017	1	8	5	10	10	10	40	75	150
22	OCT	2017	1	9	5	10	15	10	40	55	135
22	OCT	2017	2	1	5	10	10	6	40	20	91
22	OCT	2017	2	2	5	5	8	8	40	40	106
22	OCT	2017	2	3	5	7	6	8	40	20	86
22	OCT	2017	2	4	5	10	13	30	25	10	93
22	OCT	2017	2	5	5	8	10	30	40	100	193
22	OCT	2017	2	6	5	10	10	5	30	25	85
22	OCT	2017	2	7	5	10	10	10	40	60	135
22	OCT	2017	2	8	5	10	10	15	40	40	120
22	OCT	2017	2	9	5	10	15	5	40	45	120
22	OCT	2017	3	1	5	5	8	8	40	25	91
22	OCT	2017	3	2	5	8	8	10	40	35	106
22	OCT	2017	3	3	5	10	8	30	20	10	83
22	OCT	2017	3	4	5	10	8	30	25	10	88
22	OCT	2017	3	5	5	15	8	30	40	40	138
22	OCT	2017	3	6	5	5	7	13	40	30	100
22	OCT	2017	3	7	5	10	10	5	40	70	140
22	OCT	2017	3	8	5	10	10	10	40	65	140
22	OCT	2017	3	9	5	10	5	10	40	55	125
22	OCT	2017	3	10	5	10	5	5	40	395	460
NOTA:											
EL TIEMPO DE IDEAL DE UN CICLO DE ESTERILIZACION ES DE 90 MINUTOS (1,5 HORAS)											

Anexo F. COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN MARZO 2018

COMPORTAMIENTO DE CICLOS DE ESTERILIZACION EN UN TURNO DE LA PLANTA EXTRACTORA PALMAGRO S.A											
DIA	MES	AÑO	ATOCLOAVE	CICLO	DESAIRE	PICO 1	PICO 2	PICO 3	SOSTENIMIENTO	DESCARGA	TOTAL
					(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)	(TIEMPO EN MIN)
14	MARZO	2018	1	1	5	9	7	11	40	20	92
14	MARZO	2018	1	2	5	8	7	11	40	22	93
14	MARZO	2018	1	3	5	8	8	12	40	20	93
14	MARZO	2018	1	4	5	7	7	13	40	20	92
14	MARZO	2018	1	5	5	7	8	11	40	17	88
14	MARZO	2018	1	6	5	7	7	12	40	20	91
14	MARZO	2018	1	7	5	6	7	10	40	22	90
14	MARZO	2018	1	8	5	7	8	10	40	20	90
14	MARZO	2018	1	9	5	6	8	12	40	21	92
14	MARZO	2018	2	1	5	7	8	9	40	25	94
14	MARZO	2018	2	2	5	7	8	8	40	23	91
14	MARZO	2018	2	3	5	7	6	8	40	25	91
14	MARZO	2018	2	4	5	7	6	9	40	19	86
14	MARZO	2018	2	5	5	8	7	10	40	20	90
14	MARZO	2018	2	6	5	10	10	7	40	20	92
14	MARZO	2018	2	7	5	7	7	8	40	23	90
14	MARZO	2018	2	8	5	8	7	10	40	21	91
14	MARZO	2018	2	9	5	7	7	9	40	24	92
14	MARZO	2018	3	1	5	6	8	10	40	25	94
14	MARZO	2018	3	2	5	8	7	10	40	23	93
14	MARZO	2018	3	3	5	7	7	10	40	20	89
14	MARZO	2018	3	4	5	8	8	11	40	24	96
14	MARZO	2018	3	5	5	7	7	10	40	23	92
14	MARZO	2018	3	6	5	5	7	11	40	24	92
14	MARZO	2018	3	7	5	8	8	11	40	25	97
14	MARZO	2018	3	8	5	5	8	10	40	23	91
NOTA:											
EL TIEMPO IDEAL DE UN CICLO DE ESTERILIZACION ES DE 90 MINUTOS (1,5 HORAS)											

