



UNAAT

EXCELENCIA CIENTÍFICA Y ACADÉMICA
CON COMPROMISO SOCIAL



UNAAT
INVESTIGA

KANYÚ

REVISTA CIENTÍFICA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y DE LA SALUD



ISSN: 2961 - 2748

Vol I N° 1 Julio 2023

Doi: <https://doi.org/10.61210/rck.v1i1>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA:

Dra. Milagro Rosario Henriquez Suarez



VICEPRESIDENTE ACADÉMICO:

Dr. Angel Almidon Elescano



VICEPRESIDENTE DE INVESTIGACIÓN:

Dr. David Elí Salazar Espinoza




EQUIPO EDITORIAL


Director:


Dr. David Elí Salazar Espinoza  **Scopus**
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú.

Editor Jefe:

Dr. Juan Carlos Cárdenas Valverde  **Scopus**
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú.

Editores Asociados:

Dr. Rafael Julián Malpartida Yapias  **Scopus**
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú.

Dr. Antony Paúl Espíritu Martínez  **Scopus**
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú.

Dr. César Raúl Castro Galarza 
Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - Perú.

Comité Científico:

Dra. Doris Fuster Guillén  **Scopus**
Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Perú.

Dra. Diana Isabel Hernández Juárez 
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - México

Dr. Jairo Rodríguez Rosales
Universidad de Nariño - Colombia.

Deposito Legal N°: 2023 - 06994

Publicación: Semestral

Editado por:

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma - UNAAT
Huancucro Nro. 2092 Cochayoc (Altura de la Carretera la Florida K1m 2), Acobamba - Perú.

PRESENTACIÓN

La Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma tiene el honor de presentar el primer número de la revista KANYÚ, revista científica en el área de Ciencias Agrícolas y de la salud dirigido a la comunidad académica nacional e internacional con el propósito de difundir las investigaciones de nuestros docentes de la UNAAT y de los colaboradores quienes nos han hecho llegar sus artículos afines a estas áreas.

KANYÚ es el nombre que hemos escogido para esta revista dado al contexto social en la que nos encontramos. Es una flor especial de pequeñas hojas blancas que florece en las afueras de la ciudad de Tarma y sus alrededores. Suele sembrarse para el mes de noviembre y es adecuada para decorar ángulos de jardines rocosos, taludes, laderas, etc. Planta ideal para macetas y jardineras. Muy resistente al calor, la sequía o las heladas. Medicinalmente, se usa en homeopatía para la ansiedad y el dolor muscular, siendo las más eficaces el uso de las semillas. La flor de Kanyú es simbólico dado a que se distingue con claridad de las demás flores que crecen en “La perla de los andes” nombre con que se conoce a la ciudad de Tarma.

La revista KANYÚ nace por la urgencia de contar con un medio de divulgación de las investigaciones que realizan nuestros docentes y la comunidad universitaria de la UNAAT, contribuye al debate académico que genera los artículos de nuestros colaboradores nacionales e internacionales. Es la tribuna para publicar artículos científicos en las áreas de la agroindustria, agricultura, pesquería, horticultura, enfermería, salud pública, salud ambiental, salud ocupacional, biología, ciencias socio biomédicas, entre otras, con una periodicidad semestral (Enero – Junio; Julio-diciembre). Los artículos que contiene nuestra revista son inéditos y han sido sometidos a una evaluación externa por pares-ciegos y tenido un control anti plagios por medio del software turnitin. Todas las investigaciones publicadas en esta revista, están alineadas al código de ética de la UNAAT.

En este primer número, publicamos artículos de ciencias de la salud como: “Intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica”, en la que se plantea el manejo de la intubación endotraqueal que desarrolla la necesidad de fortalecer competencias para monitorear procedimientos especiales en pacientes de condición crítica. Asimismo, damos a conocer el artículo “Técnica de posición prona y respuesta ventilatoria del paciente con ventilación mecánica” que es el resultado de una investigación (causa-efecto) en el uso de la técnica y sus posibles respuestas de los pacientes, resultado del recojo de información en 30 profesionales de la salud en la ciudad de Tarma; seguidamente del trabajo sobre el “Análisis de la depresión y el suicidio en el contexto de la pandemia de Covid-19 en el Perú.” Desde la perspectiva psicológica de las personas involucradas. Por otra parte, se publica el trabajo “Diseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil” cuyo propósito es disminuir los materiales desechables y propiciar las mejoras en la disponibilidad de los equipos de confección textil en las Mypes. En el área de ingeniería agroindustrial publicamos la investigación “Optimización de ultrasonido para extracción de aceites esenciales de manzanilla “Chamaemelum nobile” utilizando metodología superficie-respuesta” dando valor a la manzanilla cultivada en la Provincia de Tarma”.

En conjunto, son artículos de diversos enfoques, cuya unidad se agrupa en la línea temática de la revista en los campos de la salud y la agroindustria. Esperamos superar el número de artículos en el próximo número que debe publicarse a fin del año 2023, donde también aceptaremos artículos de revisión, dossiers de libro publicados recientemente haciendo que KANYÚ sea la tribuna académica de nuestros docentes y comunidad académica de la UNAAT. Queremos asegurar su continuidad e indexar en la base de datos y directorios internacionales con el compromiso de marcar un hito dentro de las revistas académicas de la región, mejorando continuamente la calidad de los artículos. Es un reto y un desafío para quienes asumimos el compromiso de dirigir esta revista. Larga vida para Kanyú.

Dr. David Elí Salazar Espinoza
Vicepresidente de investigación de la UNAAT

Contenido

- Intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica*** 6
Antony Paul Espiritu Martinez
Miriam Zulema Espinoza Véliz
Melvi Janett Espinoza Egoavil
Katerine Karen Gomez Perez
- La salud mental en tiempos de crisis: un análisis de la depresión y el suicidio en el contexto de la pandemia de Covid-19 en el Perú.*** 17
Isaías Joel Hurtado Santa Cruz
Sherly Royalith Onofre Yantas
- Diseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil*** 26
Dana Ccaccaicucho Guevara
Luis Giancarlo Tello Vilca
Grimaldo Wilfredo Quispe Santivañez
- Optimización de ultrasonido para extracción de aceites esenciales de manzanilla “Chamaemelum nobile” utilizando metodología superficie respuesta*** 45
Joselin Paucarchuco Soto
Elmer Robert Torres Gutiérrez
Henry Juan Javier Ninahuaman
Irina Giovanna Flores Poma
- Características fisicoquímicas del mango (mangifera indica L) en dos variedades para su comercialización en la provincia de Chanchamayo – Junín*** 56
Jimmy Pablo Echevarria Victorio
Rafael Julián Malpartida Yapias
César Raúl Castro Galarza
Willian Pérez Sullcaray

Intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica

Endotracheal intubation and control of bronchial aspiration in patients with mechanical ventilation

Antony Paul Espiritu Martínez 


Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Miriam Zulema Espinoza Véliz 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Melvi Janett Espinoza Egoavil 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Katerine Karen Gomez Perez 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Presentado:

16/07/2023

Publicado:

31/07/2023

Autor corresponsal:

Antony Paul Espiritu Martínez
Correro:

aespiritu@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma
Junín, Perú

Para citar este artículo:

Espiritu Martínez, A. P., Espinoza Véliz, M. Z., Espinoza Egoavil, M. J., & Gomez Perez, K. K. (2023). Intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica. *Revista Científica Kanyú*, 1 (1), p. 6-16.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo general determinar la relación causa – efecto entre el manejo de la intubación endotraqueal y la broncoaspiración, investigación de tipo cuantitativa, de diseño correlacional: causa – efecto, tuvo una población censal de 32 profesionales de la salud que laboran en áreas críticas, como instrumentos dos guías de observación, como técnica la observación directa, muestra en los resultados que: el 62.5% de profesionales presento un control de la broncoaspiración poco efectivo, de los cuales el 59.4% presenta un manejo de la intubación endotraqueal poco eficiente. Este escenario evidencia la necesidad de fortalecer competencias en la ejecución y monitorización de procedimientos especiales de gran dependencia en el pronóstico de salud del paciente en condición crítica ($p = 0.000$).

Palabras clave: Aspiración de secreciones, broncoaspiración, intubación endotraqueal, infección.

ABSTRACT

The general objective of the study was to determine the cause-effect relationship between the management of endotracheal intubation and bronchial aspiration, a quantitative research, of a correlational design: cause-effect, had a census population of 32 health professionals who work in areas As instruments, he used two observation guides, direct observation as a technique, shows in the results that: 62.5% of professionals presented ineffective bronchial aspiration control, of which 59.4% presented little endotracheal intubation management. efficient. This scenario shows the need to strengthen skills in the execution and monitoring of special procedures that are highly dependent on the health prognosis of patients in critical condition.

Keywords: Aspiration of secretions, bronchial aspiration, endotracheal intubation, infection.

INTRODUCCIÓN

El escenario de pandemia por COVID-19, como una afección infectocontagiosa ha desencadenado altas tasas de mortalidad por la clínica brusca degenerativa que desarrolla en el daño y compromiso pulmonar de los pacientes que padecen la enfermedad, llevándolos a diversos grados de insuficiencia respiratoria. Hecho que repercute en la necesidad de apoyo ventilatorio desde sistemas de bajo flujo hasta sistemas de alto flujo, además de soporte ventilatorio mecánico (Organización Mundial de la Salud, 2021).

En ese sentido la ventilación mecánica corresponde al apoyo respiratorio artificial que se le prevé al usuario en respuesta a la valoración de sus necesidades de aporte de oxígeno que tiene como propósito mantener la mecánica pulmonar activa para la supervivencia de la persona. Es importante comprender que el proceso de apoyo ventilatorio mecánico tiene dependencia en la necesidad de intubar al paciente (Fundación Española del Corazon, 2021).

La intubación endotraqueal consiste en colocar el tubo endotraqueal para compensar el patrón ventilatorio del paciente que permita al ventilador mecánico dotar del suministro de oxígeno que necesita el paciente para mantener la respuesta ventilatoria necesaria para su supervivencia (Manual MSD, 2020).

Entonces surge la necesidad del manejo adecuado de la intubación endotraqueal como menciona. Desde su colocación, fijación, limpieza y procesos eficientes de aspiración de secreciones que mantengan su operatividad para mantener operativo el intercambio gaseoso entre el ventilador mecánico y los pulmones (Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames Iquique, 2018).

Este proceso se ve interrumpido por múltiples factores siendo uno de los principales la presencia de broncoaspiración que se define como la posibilidad de que el paciente presente secreciones gastrointestinales, orofaríngeas, solidas o sustancias liquidas en el tracto oro bronquial obstaculizando total o parcialmente el proceso de intercambio gaseoso (Reguero & et. al., 2018).

En un estudio realizado en México muestra en sus resultados que más del 95% de pacientes con insuficiencia respiratoria por COVID-19 tiene la necesidad de recibir apoyo ventilatorio mediante ventilación mecánica (Mercado & et. al., 2021). Siendo necesario la intubación endotraqueal, este procedimiento a su vez necesita los cuidados integrales que permitan el funcionamiento óptimo del TET, que se ve afectado por diversos factores como procesos de oclusión por secreciones, broncoaspiración, etc., hecho que pone en grave riesgo el pronóstico de salud del paciente (Sociedad y Fundación Española de Cuidados Intensivos, 2020).

Generalmente su abordaje se desarrolla en las áreas críticas como menciona. (Allori, 2020) El Ministerio de Salud rescata el impacto que mantiene el COVID-19 para con los grupos etarios vulnerables alcanzando al 17.6% de adultos mayores de la población en general, así como el 60.6% de la población adulta siendo hasta la fecha el grupo más afectado, demostrando en el cuadro clínico los niveles significativos de insuficiencia respiratoria que desarrolla comprometiendo notablemente la capacidad pulmonar, esto hace necesario que cerca del 90% de casos necesiten de ventilación mecánica, mediante la colocación del tubo endotraqueal (Ministerio de Salud, 2020).

Así mismo las notables tasas de complicaciones en el uso del TET cuando este no tiene un manejo integral que garantice el intercambio gaseoso repercute en procesos de obstrucción y oclusión por secreciones diversas hecho que incrementa el riesgo de mortalidad y deja en incertidumbre el pronóstico de

salud del paciente, más aún si este cuadro se suma a una comorbilidad de por medio, pudiendo agravar de manera significativa el pronóstico de salud del paciente crítico (Instituto de Evaluación de Tecnologías en Salud e Investigación, 2021).

En las Unidades Críticas del Hospital Félix Mayorca Soto de Tarma, en la experiencia laboral directa se ha rescatado casos de broncoaspiración que en un porcentaje del 80% recae en paro respiratorio que termina consolidándose en paro cardiorrespiratorio por presencia de acumulo de secreciones bronquiales, cabe rescatar que por más que se realiza la aspiración de secreciones de manera continua, existe la posibilidad de que se origine el taponamiento del tubo endotraqueal esto por las mismas características de la secreción bronquial que se va consolidando más densa y espesa no siendo posible su extracción completa aun con la práctica de la aspiración de secreciones, hecho que agrava la respuesta ventilatoria del paciente y la necesidad de apoyo ventilatorio.

En ese sentido existe la necesidad de identificar de manera precoz los procesos de broncoaspiración por secreción bronquial siendo necesario como estar prestos a la valoración exhaustiva que permita la identificación temprano de nuevos escenarios que ocultamente podrían estar causando gran repercusión en la salud del paciente, en ese contexto a nivel local este nuevo escenario que es el taponamiento del TET que pudiera ser la respuesta a una de las incógnitas de la muerte súbita de los pacientes con ventilación mecánica y presencia significativa de secreciones bronquiales.

López, M. analiza la importancia del desarrollo eficiente de los procesos de aspiración de secreciones que tanto en sus formas de circuito cerrado y abierto pueden ayudar a controlar la acumulación de secreciones en el paciente con ventilación mecánica, sin embargo, cuando su manejo no es oportuno el riesgo de broncoaspiración se hace latente pudiendo comprometer severamente la situación de salud actual del paciente en ese marco la presencia significativa de secreciones bronquiales u otras formas en los pacientes con ventilación mecánica hace que los niveles de secreción pueden obstruir el árbol bronquial desencadenando diversos grados de dificultad respiratoria (López I. , 2021)

Dos Santos, C. describe la importancia de las buenas prácticas durante el cuidado del paciente con ventilación mecánica invasiva enfatizando en los cuidados del tubo endotraqueal, el mantenimiento del ventilador, la motorización continua del ventilador, supervisar e informar operatividad, así como el desarrollo periódico de ellos procesos de aspiración de secreciones de manera eficiente que permita el control de broncoaspiración y el control de infecciones (Dos Santos & et. al., 2020)

Bezzi, M. pone en consideración la necesidad de evaluar de forma periódica la respuesta ventilatoria primigenia del paciente que permita evaluar la respuesta esperada para el destete por ventilación mecánica, en vista que la utilización del mismo dispositivo genera la presencia significativa de secreciones bronquiales más aún si el foco de su uso es por dificultad respiratoria por un cuadro infeccioso en ese sentido es importante corregir y controlar los riesgos de broncoaspiración ello será determinante en situaciones específicas de compromiso pulmonar como es el caso de los pacientes con COVID-19, donantes de pulmón, compromiso pulmonar no especificado, etc. (Bezzi, 2020).

El procedimiento agresivo de intubación orotraqueal es frecuentemente utilizado por los servicios de emergencia y en emergencias no hospitalarias. Todos los miembros de la facultad que se comprometan a cumplir con estas exigencias deben, por lo tanto, ser conscientes de las ventajas que ofrece, los problemas que plantea, las posibles complicaciones que podrían surgir durante el procedimiento, y los medica-

mentos adecuados.(Ostabal, 2002).

La intubación orotraqueal se requiere por lo general para cualquiera de las siguientes condiciones: una vía respiratoria permeable, un impulso respiratorio adecuado, la funcionalidad neuromuscular correcta, la postura necesaria que adopte el paciente, compromiso significativo de uno de los pulmones, la capacidad de defenderse contra la aspiración y la capacidad para mantener la permeabilidad alveolar a través de la suspensión y la tos (Manual MSD, 2021).

Una vía para la eliminación de la secreción se puede hacer utilizando la intubación orotraqueal, que ofrece cierta protección contra la aspiración pulmonar, crea un conducto que favorece la comunicación entre la respuesta pulmonar y el apoyo ventilatorio mediante el soporte del ventilador mecánico y su continua perfusión de oxigenoterapia. Es importante evaluar periódicamente si la intubación endotraqueal es necesaria antes de que un paciente en una condición crítica busque atención de emergencia; esta necesidad puede ser inmediata en caso de arresto cardíaco, extremadamente urgente en el caso de insuficiencia respiratoria que puede resultar en arresto respiratorio, o urgente si el nivel de conciencia del paciente disminuye debido a un control inadecuado de las vías respiratorias (Riveros, 2020).

La broncoaspiración es el paso anormal de líquidos, sustancias exógenas o secreciones endógenas al sistema respiratorio inferior. Puede conducir a la admisión de más de 100 millones de bacterias/ml en el árbol bronquial en pacientes hospitalizados e institucionalizados, resultando en enfermedades pulmonares y mortalidad (Barroso, 2009).

La aspiración puede ocurrir en individuos sanos mientras duermen, personas con síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS), personas sedadas, personas enfermas críticamente, personas que llevan tubos de nutrición enteral, individuos que dependen de la comida, personas cuya disfagia o vómito, regurgitación, o personas que tienen reflujo gastroesofágico (GRE), pero no habrá ningún efecto patológico a menos que estén presentes los mecanismos típicos de protección respiratoria (cerramiento glótico, reflejo de tejido) (Bermejo & et. al., 2018).

Debido a la insuficiencia del sellado de la palatoglosis (paladar y lengua), la aspiración predeglutoria, que representa el 10% de todas las aspiraciones en pacientes con enfermedad neurológica, ocurre durante la fase oral, resultando en la caída de bolus en la glándula pituitaria mientras el tracto respiratorio sigue abierto. Varias veces durante el proceso de tragar puede resultar en la aspiración de las secreciones orofaríngeas. El tracto respiratorio se cierra lentamente y el EES se abre durante la fase faríngea de ingestión para causar aspiración deglutoria, que representa el 85% de las aspiraciones en pacientes neurológicos. Una disminución en la fuerza de propulsión lingual, que resulta en un aumento del residuo en la glándula pituitaria (vallecula y sinus piriformes) y un aumento en el riesgo de aspiración durante la inspiración posterior, es la causa de la aspiración post-deglutoria, que representa el 10% de las aspiraciones en pacientes neurológicos y ancianos (Parra & et. al., 2019).

A través de un sistema mecánico externo, el gas se introduce en la vía respiratoria del paciente durante la ventilación mecánica, un auxilio respiratorio artificial. Hasta hace unos años, los intensivistas, neonatólogos y anestesiólogos eran los únicos subespecialistas pediátricos autorizados a practicar ventilación mecánica. Sin embargo, varias modalidades se emplean ahora en diferentes áreas del hospital, durante el transporte, y en el hogar en lugar de sólo unidades de atención intensiva y salas de operación para ventilación mecánica. Por lo tanto, es crucial que todos los pediatras que trabajan en hospitales y entornos

ambulatorios tengan una comprensión fundamental de la ventilación mecánica tanto teóricamente como prácticamente (López & Carrillo, 2008).

METODOLOGÍA

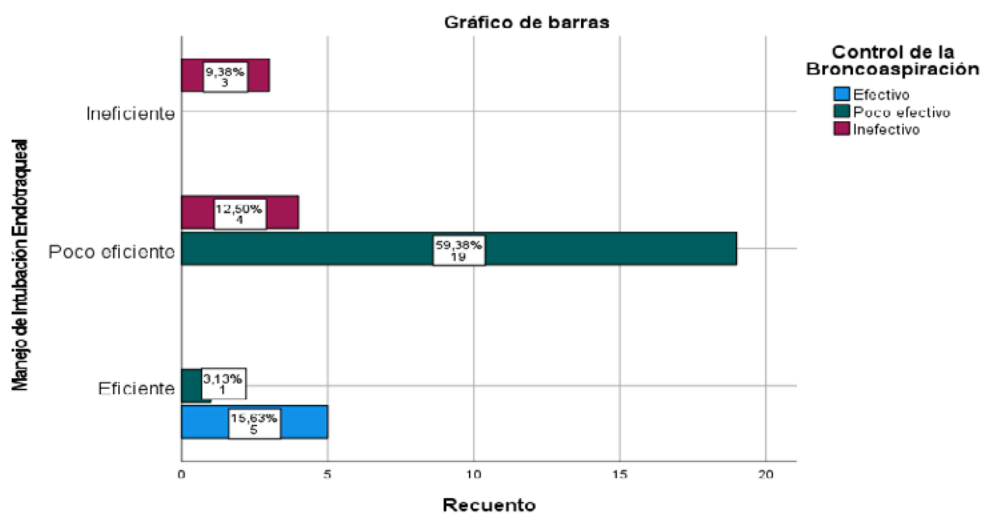
El estudio se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, tipo no experimental. Para su desarrollo se manejaron los métodos científicos, analítico- sintético, descriptivo correlacional y la estadística descriptiva e inferencial, según Hernández, S. describe la importancia de los métodos de investigación como la dirección que permitirá conducir los procesos investigativos minimizando los sesgos. (Castro, 2016)

El diseño fue descriptivo correlacional causa – efecto. La medición se desarrolló en una población censal de 32 trabajadores de salud de las Unidades críticas del Hospital Félix Mayorca Soto de Tarma - 2022. La técnica empleada fue la observación y como instrumentos dos fichas de observación, teniendo la primera guía de observación sobre manejo de intubación endotraqueal una confiabilidad de 0.938 mientras que la segunda guía de observación sobre control de la broncoaspiración una confiabilidad de 0.945. Así mismo para la estadística inferencial aplicó el Rho de Spearman.

RESULTADOS

Figura 1

Manejo de la intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica.



Fuente: Elaboración propia

Un 62.5% de profesionales muestra control de broncoaspiración poco efectivo de los cuales el 59.4% de profesionales evidencia manejo de la intubación endotraqueal poco eficiente, además de un 21.9% que presenta control de broncoaspiración inefectivo de los cuales el 9.4% evidencia manejo de intubación endotraqueal ineficiente.

Tabla 1

Resumen de análisis lineal y cuadrático de correlación entre variables

Variable dependiente: Manejo de Intubación Endotraqueal

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro		
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constan- te	b1	b2
Lineal	,647	55,097	1	30	,000	,484	,689	
Cuadrático	,694	32,951	2	29	,000	-,421	1,657	-,236

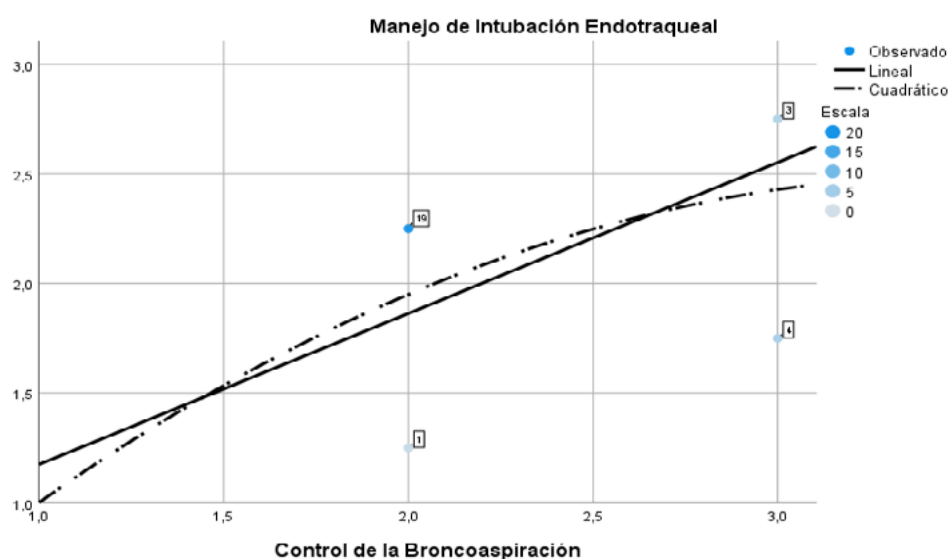
La variable independiente es Control de la Broncoaspiración.

Fuente: Elaboración propia

El análisis de regresión lineal y cuadrático muestra proximidad en la distribución de relación de las variables en estudio de 0.647 y 0.694 denotando complicidad entre los comportamientos entre una variable sobre la otra.

Figura 2

Análisis lineal y cuadrático de correlación entre las variables Manejo de la intubación endotraqueal y control de la broncoaspiración en pacientes con ventilación mecánica.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2

Análisis inferencial de correlación: causa y efecto entre las variables.

			Correlaciones	
			Manejo de Intubación Endotraqueal	Control de la Broncoaspiración
Rho de Spearman	Manejo de Intubación Endotraqueal	Coeficiente de correlación	1,000	,799**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	32	32
Control de la Broncoaspiración	Control de la Broncoaspiración	Coeficiente de correlación	,799**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	32	32

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia.

Con un p valor de 0.000 menor al p valor constante de 0.05 y un grado de correlación Rho = 0.799 correlación positiva alta, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se concluye que el manejo de la intubación endotraqueal tiene efecto sobre la broncoaspiración.

DISCUSIÓN

La mecánica de supervivencia en muchos de los casos tiene su esencia en el apoyo ventilatorio pro ventilación mecánica frente al compromiso pulmonar de afección significativa en el paciente con dificultad respiratoria, teniendo generalmente como contexto de desarrollo las Unidades de Críticas, siendo dependiente de funcionalidad la presencia del tubo endotraqueal, este a su vez debe desarrollarse bajo una buena inserción del tubo endotraqueal que permita la operatividad ventilatoria desde el apoyo del ventilador mecánico. (Díaz, 2017) En ese sentido es importante que los profesionales de enfermería desarrollen los cuidados del Tubo endotraqueal (TET) de manera minuciosa desde la asistencia médica antes, durante y después de su ejecución. (Rodríguez & et. al., 2017)

En un análisis sobre el manejo de la intubación endotraqueal cabe rescatar la necesidad de monitorización continua de operatividad del dispositivo como el control de factores predisponentes como la presencia de secreción bronquial u otros fluidos corporales que podrían encaminar a su obstrucción dificultando en diversa magnitud el transito respiratorio. (Medline, 2023) De esta manera la intención es minimizar las complicaciones que pueden agravar el pronóstico de salud del paciente con ventilación mecánica, por ejemplo una de las complicaciones con mayor preponderancia son los procesos de broncoaspiración en el cual en respuesta al taponamiento del TET por obstrucción de secreción bronquial no controlada genera procesos de aspiración que recortan de manera parcial o total la luz del TET generando recorte el proceso ventilatorio llevando al paciente a paro respiratorio – cardiorrespiratorio y frente a la ausencia de respuesta oportuna posible muerte del paciente. (Moll, 2021)

En ese sentido el estudio describió como objetivo general determinar la relación causa – efecto en-

tre el manejo de la intubación endotraqueal y la broncoaspiración en pacientes hospitalizados en servicios críticos, mostrando en sus resultados que el 15.6% de profesionales mostro un control de la broncoaspiración efectivo a su vez un manejo de intubación endotraqueal eficiente. El 62.5% mostró un control de la broncoaspiración poco efectivo, de los cuales el 59.4% presenta un manejo de la intubación endotraqueal poco eficiente. El 21.9% presento un control de broncoaspiración inefectivo de los cuales el 9.4% presenta un manejo de intubación endotraqueal ineficiente. Al respecto como menciona López, M. (2021) es necesario que los procesos para un mejor control de la broncoaspiración, ejercite competencias y habilidades en monitorización y desarrollo de aspiración de secreciones las veces que el paciente lo requiera esto en respuesta a los indicadores de respuesta ventilatoria del paciente enunciados desde el monitor, así como la valoración directa mediante los procesos de valoración de parámetros vitales.

Al respecto Elizondo, Á. et. al. (2023) enfatiza que los procesos de broncoaspiración son evitables conforme se desarrolle de manera integral los cuidados de enfermería siendo aportante no solo la valoración externa del cuadro clínico del paciente con TET sino también la necesidad de desarrollar procesos de limpieza eficiente del TET así como la valoración periódica de la cavidad bucal en miras a detectar presencia de secreciones bronquiales y recortar el taponamiento de las vías aéreas que en el momento se encuentran supereditadas por el TET y la mecánica ventilatoria del paciente. (Elizondo & et. al., 2023)

Este escenario deja en claro que la participación oportuna y eficiente del conglomerado de profesionales de enfermería y equipo multidisciplinario en los escenarios críticos tiene la responsabilidad del manejo de competencias especializadas, además de gozar de la seguridad para el manejo de los dispositivos invasivos que otorgue mayor garantía al pronóstico de recuperación del paciente, así lo describe Sánchez, R. et. al. (2022) quien analiza el impacto del diagnóstico y detección precoz de la broncoaspiración que puede aumentar las posibilidades de respuesta de salvaguarda frente a los procesos de distrés respiratorio (SDR) en diferente magnitud que puede presentar el paciente en condición crítica. (Sánchez & et. al., 2022) al respecto Santos, C. (2020) recomienda protocolarizar el manejo de los factores que detonan el desarrollo de broncoaspiración por ejemplo es necesario monitorizar al paciente de manera periódica, supervisar la operatividad de los dispositivos invasivos, desarrollar de manera oportuna los procedimientos especiales como aspiración de secreciones y mantenimiento del TET, entre otros con la intención de minimizar cuadros de infección que tienen alto espectro para incrementar el riesgo de broncoaspiración en el paciente crítico.

Las competencias demostradas en el manejo de procedimientos especiales deben ejercerse de manera eficiente en los contextos críticos, al respecto el estudio evidencia el 59.4% de profesionales que presenta procesos poco eficientes en cuanto al manejo de la intubación endotraqueal desde escenarios de monitorización, higiene, valoración y registro como procesos débiles que repercuten en el incremento del factor de riesgo de broncoaspiración, en respuesta se tiene casos de neumonía intrahospitalaria broncoaspiración, escenario que incrementa el desarrollo de complicaciones SDR además, de la incidencia de taponamiento de vías aéreas por producción masiva de secreciones bronquiales haciendo necesario corregir el cuadro infeccioso y la recaída de broncoaspiración por presencia de secreción bronquial masiva.

A este panorama se suma lo propuesto por Bezzi, M. (2020) poniendo de manifiesto la necesidad de brindar los cuidados integrales de enfermería que con participación multidisciplinaria permitan el precoz destete del paciente critico con ventilación mecánica, puesto que el mismo dispositivo mientras mayor sea su estancia en el paciente mayor es el riesgo de generar cuadros infecciosos por el mismo proceso de

perdida óptima de la capacidad liberadora de patógenos del TET en ese sentido al verse expuesto a períodos largos la presencia de secreción bronquial se hace más proclive desarrollando bolos de secreción bronquial que sumados a la escasa monitorización eficiente determina el cierre del tránsito ventilatorio de esta manera como advierte Vega, D. (2016) se debe prever que no se origine la broncoaspiración mediante un manejo eficiente del TET que permita disminuir las tasas de paro cardiorrespiratorio por deterioro del patrón respiratorio al verse comprometido la ventilación pulmonar por obstrucción del árbol respiratorio superior.

CONCLUSIONES

El manejo eficiente del tubo endotraqueal desde escenarios de manejo, limpieza y monitorización permite mayor oportunidad en el pronóstico de vida del paciente crítico minimizando el riesgo de taponamiento orofaríngeo por broncoaspiración y sus complicaciones.

Los profesionales de enfermería tienen la responsabilidad en conjunto con el equipo multidisciplinario de manejar competencias bastas en el manejo del TET y el control de broncoaspiración que son determinantes para dar mayor oportunidad al pronóstico de salud de los pacientes en condición crítica dependientes de ventilación mecánica.

Con un p valor de 0.000 y un grado de correlación significativo de 0.799 se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula determinando un alto grado de correlación entre las variables en estudio, además de refrendar los resultados el análisis lineal y cuadrático en el comportamiento de las variables de 0.647 – 0.694.

REFERENCIAS

- Allori, R. (2020). Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Inducción en secuencia rápida (ISR) ante COVID-19.: <https://anestesiario.org/2020/induccin-en-secuencia-rapida-isr-ante-covid-19-parte-i/>
- Barroso, J. (2009). Disfagia orofaríngea y broncoaspiración. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-geriatria-gerontologia-124-articulo-disfagia-orofaringea-broncoaspiracion-S0211139X09002170>
- Bermejo, S., & et. al. (2018). Monitorización de la nutrición enteral como indicador clínico para la evaluación de la calidad en unidades de cuidados intensivos. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://dx.doi.org/10.20960/nh.1187>
- Bezzi, M. (2020). Impacto de la implementación de medidas de cuidados respiratorios y optimización de la ventilación mecánica en potenciales donantes de pulmón. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20200095>
- Castro, H. (2016). Resumen del Libro Metodología de la Investigación. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://tauniversity.org/resumen-del-libro-metodologia-de-la-investigacion#:~:text=Rober-to%20Hern%C3%A1ndez%20sampleri.,cuantitativo%20y%20el%20enfoque%20cualitativo.>
- Díaz, H. (2017). Comprobación de la posición del tubo endotraqueal mediante ecografía clínica. Recuperado el 01 de julio de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1608-89212017000100011

- Dos Santos, C., & et. al. (2020). Boas práticas de enfermagem a pacientes em ventilação mecânica invasiva na emergência hospitalar. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2019-0300>
- Elizondo, Á., & et. al. (2023). Caso clínico: plan de cuidados a un paciente con neumonía por broncoaspiración. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/caso-clinico-plan-de-cuidados-a-un-paciente-con-neumonia-por-broncoaspiracion/>
- Fundación Española del Corazon. (01 de Julio de 2021). Ventilación Mecánica. Recuperado el 25 de Mayo de 2021, de <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/tratamientos/ventilacion-mecanica.html>
- Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames Iquique. (2018). Recuperado el 25 de Myo de 2021, de Protocolo del tubo endotraqueal: <https://www.hospitaliquique.cl/images/PCI/GCL-1.2.3-Manejo-TET.pdf>
- Instituto de Evalaución de Tecnologías en Salud e Investigación. (2021). Recuperado el 25 de Mayo de 2021, de Recomendaciones de manejo clínico para los casos de COVID-19: http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/guias/RECOMEND_MANEJO_CLINICO_PARA_LOS_CASOS_DE_COVID_19.pdf
- López, I. (2021). Closed secretion suctioning system: indications and care. Recuperado el 01 de julio de 2023, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1988-348X2021000100007&script=sci_arttext&lng=pt
- López, J., & Carrillo, Á. (2008). Ventilación mecánica: indicaciones, modalidades y programación y controles. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-ventilacion-mecanica-indicaciones-modalidades-programacion-S1696281808755975>
- Manual MSD. (2020). Recuperado el 25 de Mayo de 2021, de Intubación Endotraqueal: <https://www.msmanuals.com/es-pe/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/intubaci%C3%B3n-traqueal>
- Manual MSD. (2021). Recuperado el 1 de julio de 2023, de <https://www.msmanuals.com/es-pe/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/intubaci%C3%B3n-traqueal>
- Medline. (2023). Intubación endotraqueal. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003449.htm>
- Mercado, p., & et. al. (2021). Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Manejo avanzado de la vía aérea en pacientes con sospecha o diagnóstico de COVID-19: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcriti-2021/ti211h.pdf>
- Ministerio de Salud. (2020). Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Manejo de personas afectadas por COVID-19 en áreas de atención crítica.: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/687500/R.M._N__254-2020-MINSA.PDF
- Moll, V. (2021). Intubación endotraqueal. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://www.msmanuals.com/es-pe/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/intubaci%C3%B3n-traqueal#:~:text=Complicaciones%20de%20la%20intubaci%C3%B3n%20traqueal,-Las%20com->

plicaciones%20son&text=El%20tubo%20translar%C3%ADngeo%20produce%20da%C3

- Organización Mundial de la Salud. (2021). Recuperado el 01 de mayo de 2021, de Enfermedad por el Coronavirus (COVID-19): <https://www.paho.org/es/enfermedad-por-coronavirus-covid-19>
- Ostabal, M. (2002). La intubación endotraqueal. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-la-intubacion-endotraqueal-13031115>
- Parra, L., & et. al. (2019). Estudio Morfométrico de los Bronquios Principales y del Bronquio Intermedio en una Muestra Cadavérica Colombiana. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000401252>
- Reguero, M., & et. al. (2018). Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Pacientes con riesgo de Broncoaspiración.: http://www.enfermeriadeurgencias.com/ciber/PRIMERA_EPOCA/2007/diciembre/broncoaspiracion.pdf
- Riveros, B. (2020). Manejo del tubo endotraqueal. Recuperado el 01 de julio de 2023, de http://www.neopuertomontt.com/Protocolos_matroneria/Protocolos_Matroneria_Mayo_2020/Protocolo_Manejo_Tet_2020.pdf
- Rodríguez, L., & et. al. (2017). Cuidados de Enfermería en la intubación endotraqueal. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/cuidados-de-enfermeria-intubacion-endotraqueal/>
- Sánchez, R., & et. al. (2022). Diagnóstico y detección precoz de la broncoaspiración en el anciano frágil con disfagia orofaríngea. Recuperado el 01 de julio de 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8587018>
- Sociedad y Fundación Española de Cuidados Intensivos. (2020). Recuperado el 25 de mayo de 2021, de Manejo de vía aérea difícil.: <https://secip.com/wp-content/uploads/2020/07/Manejo-de-la-v%C3%ADa-a%C3%A9rea-dif%C3%ADcil-en-el-transporte-pedi%C3%A1trico.pdf>

La salud mental en tiempos de crisis: un análisis de la depresión y el suicidio en el contexto de la pandemia de Covid-19 en el Perú.

Mental health in times of crisis: an analysis of depression and suicide in the context of the Covid-19 pandemic in Peru

Isaías Joel Hurtado Santa Cruz 

Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión, Cerro de Pasco, Perú

Sherly Royalith Onofre Yantas 

Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión, Cerro de Pasco, Perú

Presentado:

16/07/2023

Publicado:

31/07/2023

Autor corresponsal:

Isaías Joel Hurtado Santa Cruz
Correro:

isajoel1234@gmail.com

Universidad Nacional Daniel
Alcides Carrión, Cerro de Pasco,
Perú

Para citar este artículo:

Hurtado Santa Cruz, I. J. & Onofre Yantas, S. R. (2023). La salud mental en tiempos de crisis: un análisis de la depresión y el suicidio en el contexto de la pandemia de Covid-19 en el Perú. *Revista Científica Kanyú*, 1(1), 17-25

RESUMEN

El presente artículo analiza la situación de la depresión y el suicidio en el Perú, considerando el impacto y los retos que ha supuesto la pandemia de COVID-19. Se empleó el método de revisión bibliográfica, consultando 12 artículos científicos sobre el tema. Los resultados se agruparon en tres categorías: el impacto de la pandemia de COVID-19 en la depresión y el suicidio en el Perú, los factores asociados a estos problemas y las estrategias para prevenirlos y atenderlos. Se encontró que la pandemia de COVID-19 afectó de manera negativa la salud mental de los peruanos, incrementando los niveles de depresión y suicidio. Se observó que los síntomas depresivos y las conductas suicidas son más frecuentes entre las mujeres, los jóvenes y el personal sanitario. Se identificaron diversos factores que están relacionados con la depresión y el suicidio en el Perú, como el estrés psicosocial, la soledad, el duelo y la pobreza. Se propusieron algunas estrategias de prevención y atención para la depresión y el suicidio en el Perú, basadas en los principios de la atención primaria en la salud mental y la salud mental comunitaria. Se concluyó que la depresión y el suicidio son problemas graves y complejos que requieren una atención integral e interdisciplinaria.

Palabras clave: Depresión, Suicidio, COVID-19, Perú.

ABSTRACT

This article analyzes the situation of depression and suicide in Peru, considering the impact and challenges posed by the COVID-19 pandemic. The bibliographic review method was used, consulting 12 scientific articles on the topic. The results were grouped into three categories: the impact of the COVID-19 pandemic on depression and suicide in Peru, the factors associated with these problems and the strategies to prevent and address them. It was found that the COVID-19 pandemic negatively affected the mental health of Peruvians, increasing the levels of depression and suicide. It was observed that depressive symptoms and suicidal behaviors are more frequent among women, young people and health personnel. Various factors that are related to depression and suicide in Peru were identified, such as psychosocial stress, loneliness, grief and poverty. Some prevention and care strategies for depression and suicide in Peru were proposed, based on the principles of primary care in mental health and community mental health. It was concluded that depression and suicide are serious and complex problems that require comprehensive and interdisciplinary attention.

Keywords: Depression, Suicide, COVID-19, Peru.

INTRODUCCIÓN

El bienestar humano depende en gran medida de la salud mental, que determina la calidad de vida, el desarrollo personal y social, y el funcionamiento de las comunidades. No obstante, la salud mental se ve afectada por múltiples factores, como las enfermedades, los conflictos, la violencia, la pobreza o las crisis sanitarias.

En este contexto, la pandemia de COVID-19 ha representado un reto sin igual para la salud mental de las personas en todo el mundo, al generar situaciones de estrés, miedo, incertidumbre, aislamiento, duelo y pérdida. Estas circunstancias pueden causar o empeorar problemas de salud mental, como la depresión y el suicidio, que son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel global (Organización Mundial de la Salud, 2022).

La depresión es un trastorno mental que se manifiesta por una tristeza prolongada, una falta de interés o placer, una baja autoestima y una alteración del sueño o del apetito. La depresión afecta a más de 260 millones de personas en el mundo, y es más frecuente entre las mujeres, los jóvenes y los adultos mayores. La depresión puede tener graves repercusiones para la salud física y mental de las personas, como el deterioro cognitivo, las enfermedades cardiovasculares o el suicidio. El suicidio es la acción de quitarse la vida de forma voluntaria e intencional.

El suicidio es la segunda causa de muerte entre los 15 y los 29 años de edad, y se estima que cada año se suicidan cerca de 800 000 personas en el mundo. El suicidio está relacionado con diversos factores de riesgo, como los trastornos mentales, el abuso de sustancias, el estrés psicosocial, el trauma o el estigma (Organización Mundial de la Salud, 2022). El propósito de este artículo es analizar la situación de la depresión y el suicidio en el Perú, uno de los países más golpeados por la pandemia de COVID-19, tanto en términos sanitarios como socioeconómicos.

El Perú es un país con una población de más de 32 millones de habitantes, que presenta una gran diversidad cultural, geográfica y étnica. El Perú también es un país con importantes brechas sociales y desigualdades estructurales, que se reflejan en el acceso a los servicios básicos, la educación, la salud y la justicia.

Estas condiciones pueden influir en la salud mental de la población peruana, que según datos del Ministerio de Salud (2019) presenta una alta prevalencia de trastornos mentales comunes (17%), depresión (13%) y ansiedad (12%). Asimismo, el Perú registra una tasa de suicidios de 6 por cada 100 000 habitantes (Organización Panamericana de la Salud (2019), siendo mayor entre los hombres (9) que entre las mujeres (3).

MÉTODOS

El método de revisión bibliográfica se utilizó para elaborar este artículo, que consiste en buscar, seleccionar, analizar y sintetizar información relevante sobre un tema de investigación a partir de fuentes secundarias. Se consultaron y analizaron las bases de datos científicas como Scopus, Web of Science, PubMed y SciELO, usando las palabras clave “depresión”, “suicidio”, “COVID-19” y “Perú”. Se emplearon distintos criterios de inclusión y exclusión para filtrar los resultados, como el idioma (español o inglés), el año de publicación (2019-2022) y la calidad metodológica de los estudios. Se encontraron un total de 12 artículos que cumplían con los criterios establecidos. Se realizó un análisis crítico y comparativo de los artículos, reconociendo sus objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Se seleccionaron los datos más relevantes y se organizaron en tablas y gráficos para facilitar su comprensión. Se usó el programa estadístico SPSS para realizar algunos cálculos descriptivos e inferenciales sobre los datos.

RESULTADOS

La revisión bibliográfica permitió identificar tres categorías de resultados: el impacto de la pandemia de COVID-19 en la depresión y el suicidio en el Perú, los factores relacionados con estos problemas y las estrategias para prevenirlos y atenderlos.

Impacto de la pandemia de COVID-19 en la depresión y el suicidio en el Perú

La pandemia de COVID-19 ha deteriorado la salud mental de la población peruana, elevando los niveles de depresión y suicidio. De acuerdo con una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Salud Mental (2020), el 40% de los peruanos presentó síntomas de depresión durante el confinamiento, siendo más frecuente entre las mujeres (44%) que entre los hombres (36%), y entre los jóvenes de 18 a 29 años (46%) que entre los adultos mayores de 60 años (32%) (Instituto Nacional de Salud Mental, 2020). Además, el 16% de los peruanos expresó haber tenido pensamientos suicidas durante la pandemia, siendo más frecuente entre las mujeres (18%) que entre los hombres (14%), y entre los jóvenes de 18 a 29 años (22%) que entre los adultos mayores de 60 años (9%) (Instituto Nacional de Salud Mental, 2020).

La tabla 1 muestra la evolución del número y la tasa de suicidios en el Perú entre los años 2019 y 2021, según datos del Ministerio de Salud (2021). Se nota que hubo un incremento del 12% en el número de suicidios y del 11% en la tasa de suicidios entre el año 2019 y el año 2020, coincidiendo con el inicio de la pandemia. No obstante, se observa una reducción del 8% en el número de suicidios y del 9% en la tasa de suicidios entre el año 2020 y el año 2021, lo que podría deberse a una mejora en la situación sanitaria y socioeconómica del país (Ministerio de Salud, 2021).

Tabla 1

Evolución del número y la tasa de suicidios en el Perú entre los años 2019 y 2021.

Año	Número de suicidios	Tasa de suicidios por cada 100 000 habitantes
2019	1854	5.8
2020	2076	6.4
2021	1908	5.8

La tabla 2 muestra la distribución porcentual de los suicidios según el sexo y el grupo etario en el Perú en el año 2020, según datos del Ministerio de Salud (2021). Se aprecia que el 75% de los suicidios correspondió a los hombres y el 25% a las mujeres, lo que indica una brecha de género en este fenómeno. Asimismo, se observa que el grupo de edad con mayor proporción de suicidios, estuvo conformado con personas de entre 20 a 29 años (28%), seguido por el de 30 a 39 años (23%) y el de 40 a 49 años (17%). Estos datos sugieren que los jóvenes son una población vulnerable al suicidio (Ministerio de Salud, 2021).

Tabla 2

Distribución porcentual de los suicidios según el sexo y el grupo etario en el Perú en el año 2020.

Sexo	Edad	Porcentaje
Mujeres	18-24	50%
Mujeres	25-34	46%
Mujeres	35-44	43%
Mujeres	45-54	41%
Mujeres	55+	32%
Hombres	18-24	50%
Hombres	25-34	39%
Hombres	35-44	35%
Hombres	45-54	33%
Hombres	55+	32%

Factores asociados a la depresión y el suicidio en el Perú

La depresión y el suicidio en el Perú están relacionados con diversos factores de tipo individual, familiar, social y ambiental, que se vieron incrementados por la pandemia de COVID-19. Algunos de estos factores son:

- El estrés psicosocial, generado por la exposición a situaciones adversas o traumáticas, como la

violencia, el abuso, la discriminación, la pobreza o la inseguridad. El estrés psicosocial afecta la salud mental de las personas, al provocar ansiedad, depresión, irritabilidad, insomnio o problemas de concentración. Según una investigación realizada por el Instituto Nacional de Salud Mental (2020), el 68% de los peruanos reportó haber experimentado estrés durante el confinamiento, siendo las mujeres (72%) las más afectas, en relación con los varones (64%), y entre los jóvenes de 18 a 29 años (74%) que entre los adultos mayores de 60 años (58%) (Instituto Nacional de Salud Mental, 2020).

- La soledad, entendida como la percepción subjetiva de falta de apoyo o compañía social. La soledad tiene efectos negativos en la salud mental y física de los individuos, al aumentar el riesgo de depresión, suicidio, enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo. La pandemia de COVID-19 incrementó la soledad en la población, debido a las medidas de distanciamiento social, el aislamiento domiciliario, la reducción de actividades recreativas o la pérdida de contacto con familiares y amigos. Según una encuesta realizada por Ipsos Perú (2020), el 40% de los peruanos se sintió solo durante la cuarentena, siendo más frecuente entre las mujeres (44%) que entre los hombres (36%), y entre los jóvenes de 18 a 24 años (50%) que entre los adultos mayores de 55 años (32%) (Ipsos Perú, 2020).
- El duelo, que se puede definir como una reacción emocional ante la pérdida de un ser querido. El duelo puede generar sentimientos de tristeza, culpa, ira, miedo o desesperanza, que pueden interferir con el funcionamiento normal de las personas. El duelo puede complicarse y convertirse en un trastorno depresivo o un factor de riesgo para el suicidio. La pandemia de COVID-19 prococó un aumento de las muertes por la enfermedad, así como por otras causas asociadas a la falta de atención médica oportuna. Según datos del Sistema Informático Nacional de Defunciones (2021), el Perú registró más de 200 000 muertes excesivas entre marzo del 2020 y diciembre del 2021, lo que implica que muchas personas perdieron a sus seres queridos y han tenido que afrontar un duelo en condiciones adversas, sin poder despedirse adecuadamente o recibir apoyo presencial (Sistema Informático Nacional de Defunciones, 2021).
- La pobreza, se entiende como la falta de recursos económicos o materiales para cubrir las necesidades básicas. La pobreza puede afectar la salud mental de las personas, al restringir su acceso a los servicios de salud, educación, alimentación o vivienda, y al exponerlas a situaciones de violencia, explotación o exclusión social. La pandemia de COVID-19 ha provocado una crisis económica que ha elevado los niveles de pobreza en el país. Según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021), la pobreza monetaria afectó al 30.1% de la población peruana en el año 2020, lo que representa un aumento de 9.9 puntos porcentuales respecto al año

2019 (Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021)

Tabla 3

Porcentaje de población en situación de pobreza monetaria en el Perú entre los años 2019 y 2020.

Año	Porcentaje
2019	20.2%
2020	30.1%

Estrategias para prevenir y atender la depresión y el suicidio en el Perú

Estas estrategias son:

- Mejorar los servicios de salud mental en todos los niveles de atención, asegurando su accesibilidad, calidad y continuidad. Esto supone incrementar el presupuesto asignado a la salud mental, formar al personal sanitario en la identificación e intervención precoz de los problemas de salud mental, aplicar protocolos y guías clínicas basadas en la evidencia científica, proveer de medicamentos e insumos necesarios para el tratamiento farmacológico y psicoterapéutico, y supervisar y evaluar los resultados e impactos de las intervenciones.
- Promover la prevención primaria y secundaria de la depresión y el suicidio, mediante campañas de sensibilización e información sobre estos problemas, sus causas, sus consecuencias y sus formas de abordaje. Esto implica difundir mensajes positivos y esperanzadores sobre la salud mental, desmitificar los prejuicios y estereotipos que generan estigma y discriminación hacia las personas con problemas de salud mental, fomentar hábitos saludables como una alimentación balanceada, una actividad física regular y un sueño adecuado, y brindar orientación y consejería a las personas que presenten síntomas de depresión o ideación suicida, así como a sus familiares o allegados.
- Crear redes de apoyo comunitario para las personas con problemas de salud mental, contando con la participación de diversos actores sociales como las familias, los amigos, los vecinos, las organizaciones civiles, las instituciones educativas, las entidades religiosas, los medios de comunicación, entre otros. Esto supone generar espacios de escucha, diálogo y acompañamiento para las personas que padecen de depresión o suicidio, brindarles alternativas de ocio, recreación y participación social que les permitan recuperar el sentido de pertenencia y autoestima, y proporcionarles el acceso a recursos económicos, educativos o laborales que les ayuden a mejorar su calidad de vida.

Estas estrategias se fundamentan en los principios de la atención primaria de salud y la salud mental comunitaria, que sostienen que la salud mental es un derecho humano y un bien público, que debe ser tratado desde una perspectiva integral, intersectorial y participativa, respetando la diversidad cultural y la autonomía de las personas (Organización Mundial de la Salud, 2020; Ministerio de Salud, 2019).

Estas estrategias también se han propuesto en otros estudios realizados en el Perú, que han evidenciado la necesidad y la eficacia de implementar un modelo de salud mental comunitario para prevenir y atender la depresión y el suicidio, especialmente entre los grupos más vulnerables como los jóvenes, las mujeres y el personal sanitario (Gonzales et al., 2021; Lima et al., 2021; UNICEF, 2021).

DISCUSIÓN

La presente investigación ha analizado la situación de la depresión y el suicidio en el Perú, considerando el impacto y los retos que ha supuesto la pandemia de COVID-19. Los resultados obtenidos permiten responder a las preguntas planteadas en la introducción, así como proponer algunas estrategias para optimizar la salud mental de los pobladores peruanos.

Se confirmó que la pandemia de COVID-19 afectó negativamente la salud mental de los peruanos, incrementando los niveles de depresión y suicidio. Estos hallazgos coinciden con los reportados por otros estudios realizados en el país y en el mundo. Se ha observado que la depresión y el suicidio son más frecuentes entre las mujeres, los jóvenes y el personal sanitario, lo que sugiere que estos grupos son más vulnerables al estrés, la soledad, el duelo y el estigma asociados a la pandemia.

Se han identificado diversos factores que están relacionados con la depresión y el suicidio en el Perú, y que se han visto acentuados por la pandemia de COVID-19. Estos factores son el estrés psicosocial, la soledad, el duelo y la pobreza. Estos factores pueden generar o agravar los problemas de salud mental, al afectar el bienestar emocional, cognitivo y social de las personas. Estos factores también pueden interactuar entre sí, creando un círculo vicioso que dificulta la recuperación.

Se han sugerido algunas estrategias para prevenir y atender la depresión y el suicidio en el Perú, basadas en los principios de la atención primaria de salud y la salud mental comunitaria. Estas estrategias son: mejorar los servicios de salud mental, fomentar la prevención primaria y secundaria, y crear redes de apoyo comunitario para las personas con problemas de salud mental. Estas estrategias se fundamentan en una perspectiva integral, intersectorial y participativa, que respeta la diversidad cultural y la autonomía de las personas.

Una limitación de esta investigación es que se ha basado en fuentes secundarias, que pueden te-



ner sesgos o errores en la recolección o el análisis de los datos. Por ello, se recomienda realizar estudios primarios que profundicen en el conocimiento de la depresión y el suicidio en el Perú, utilizando métodos cualitativos y cuantitativos que permitan captar las experiencias, percepciones y opiniones de las personas afectadas por estos problemas. Asimismo, se recomienda realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo de la pandemia de COVID-19 en la salud mental de los peruanos.

CONCLUSIONES

Este artículo ha mostrado que la depresión y el suicidio son problemas graves y complejos que afectan a una parte importante de la población peruana, especialmente en el contexto de la pandemia de COVID-19. Estos problemas están asociados a diversos factores individuales, familiares, sociales y ambientales, que requieren una atención integral e interdisciplinaria. Se han propuesto algunas estrategias para prevenir y atender la depresión y el suicidio en el Perú, establecidas en los principios de la atención primaria de salud y la salud mental comunitaria. Se espera que este artículo contribuya al conocimiento científico sobre este tema y aporte algunas ideas para optimar la salud mental de los peruanos.

REFERENCIAS

- Gonzales, C., Huamán, R., Loayza, F., & Mendoza, W. (2021). Depresión, ansiedad y estrés en personal de salud durante la pandemia por COVID-19 en Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(1), 51-58. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.381.6046>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). Condiciones de vida en el Perú al 2020: Resultados de la Encuesta Nacional de Hogares. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1784/index.html
- Instituto Nacional de Salud Mental. (2020). Informe técnico: Impacto del aislamiento social obligatorio por COVID-19 en la salud mental de la población peruana. https://www.minsa.gov.pe/ogei/nota_prensa/adjuntos/Informe%20T%C3%A9cnico%20Salud%20Mental.pdf
- Ipsos Perú. (2020). Estudio sobre el impacto del COVID-19 en la salud mental de los peruanos. https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-05/estudio_sobre_el_impacto_del_covid-19_en_la_salud_mental_de_los_peruanos.pdf
- Lima, N., Silva, M., Ugarte-Gil, C., & Echevarría-Zegarra, J. (2021). Depresión y ansiedad en estudiantes universitarios peruanos durante la pandemia por COVID-19: Un estudio transversal basado en redes

sociales online. Revista Médica Peruana, 38(1), 9-15. <https://doi.org/10.35663/rmp.v38i1.1188>

Ministerio de Salud. (2019). Plan Nacional de Salud Mental 2018-2021. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/112831-plan-nacional-de-salud-mental-2018-2021>

Ministerio de Salud. (2021). Boletín epidemiológico N° 01 - 2021: Suicidio en el Perú durante el año 2020. <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2021/01.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2020). Guía de intervención mhGAP para los trastornos mentales, neurológicos y por uso de sustancias en el nivel de atención de salud no especializada: Versión 2.0 (para uso en campo). <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/310941/9789243512835-spa.pdf?ua=1>

Organización Mundial de la Salud. (2022). Depresión. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/depression>


Organización Mundial de la Salud. (2022). Suicidio. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>


Organización Panamericana de la Salud. (2019). Mortalidad por suicidio en las Américas: Informe regional 2019. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51554/9789275320394_spa.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Sistema Informático Nacional de Defunciones. (2021). Reporte estadístico: Muertes excesivas por todas las causas en el Perú. <https://www.minsa.gob.pe/defunciones/>


Diseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil

Design of a TPM and DMAIC model to increase the availability of the sewing area machines in a Mype Textile

Dana Ccacciaicucho Guevara¹ 

Luis Giancarlo Tello Vilca² 

Grimaldo Wilfredo Quispe

Santivañez³ 

^{1,2} Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú.

³ Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma Junín - Perú

Presentado:

16-07-2023

Publicado:

31-07-2023

Autor corresponsal:

Quispe Santivañez, Grimaldo Wilfredo

Correo:

gquispe@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma” Junín, Perú.

Para citar este artículo:

Quispe Santivañez, G.W., Tello Vilca, L., G. & YCcacciaicucho Guevara, D. (2023). SDiseño de un modelo del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura en una Mype Textil. *Revista Científica KANYÚ*, I(1), 26-44.

RESUMEN

En la actualidad, aumentar la eficiencia general de los equipos poniendo énfasis en la disponibilidad de las máquinas es fundamental para toda organización. En este sentido, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal diseñar un modelo combinado del TPM y DMAIC para incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de costura de una empresa mype en Lima en el año 2021.

Se realizó el diagnóstico inicial de la empresa para identificar las causas principales de la baja disponibilidad, para lo cual se utilizaron herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto. Asimismo, se calcularon indicadores iniciales que fueron el MTBF, MTTR y disponibilidad en base a los registros obtenidos de la pyme en estudio; los cuales tuvieron mejoras mediante la aplicación del TPM con DMAIC desarrollando un AMEF para identificar las piezas críticas de cada máquina y posteriormente, aplicar las 5s y desarrollar un cronograma de mantenimiento preventivo.

Los resultados obtenidos fueron una disminución del 41% de elementos innecesarios en el área de confección mediante la aplicación de las 5s. Asimismo, el TPM junto al DMAIC lograron aumentar en un 1.3% la disponibilidad del mes de septiembre y un 2.4% en el mes de octubre con base a los meses respectivos del año 2019. En conclusión, el modelo combinado de TPM y DMAIC propicia a mejoras en la disponibilidad de los equipos en pymes de confección textil.

Palabras clave: 5s, AMEF, Mantenimiento autónomo, DMAIC, Disponibilidad

ABSTRACT

Today, increasing overall equipment efficiency by emphasizing machine availability is essential for any organization. In this sense, the main objective of this research work is to design a combined model of TPM and DMAIC to increase the availability of machines in the sewing area of a mype company in Lima in the year 2021.

The initial diagnosis of the company was carried out to identify the main causes of low availability, for which quality tools such as the Ishikawa diagram and the Pareto diagram were used. Likewise, initial indicators were calculated, which were MTBF, MTTR and availability based on the records obtained from the SME under study; which had improvements through the application of the TPM with DMAIC developing an AMEF to identify the critical parts of each machine and later, apply the 5s and develop a schedule of preventive maintenance.

The results obtained were a 41% decrease in unnecessary elements in the clothing area through the application of the 5s. Likewise, the TPM together with the DMAIC managed to increase availability by 1.3% in the month of September and by 2.4% in the month of October based on the respective months of 2019. In conclusion, the combined model of TPM and DMAIC favors improvements in the availability of equipment in textile manufacturing SMEs.

Keywords: 5s, FMEA, Autonomous Maintenance, DMAIC, Availability

INTRODUCCIÓN

En el contexto nacional, Indecopi (2021) informa que el sector textil y confecciones abarcan el 30,6% de la manufactura peruana. Además, Takahashi et al. (2020) menciona que el sector textil es considerado uno de los ejes de crecimiento en la economía del país, siendo Mypes el 95,4% de las empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir. Sin embargo, no representan competitividad en el mercado nacional debido a la falta de mantenimiento de sus equipos, paradas inesperadas, tiempos inoperativos, fallas rutinarias en las máquinas y deficiencia en las operaciones, lo cual caracteriza a las pequeñas empresas con una baja productividad en su producción. Asimismo, Tinoco et al. (2016) añade que las MiPymes reportan baja competitividad en el mercado de confecciones por falta de gestión de calidad y organización. Asimismo, indica que existe un 60% de capacidad ociosa en el 2,24% de las Pymes del sector textil en Lima debido a la carencia de personal capacitado y baja demanda. Por lo tanto, lo antes mencionado genera una baja disponibilidad en los equipos de las Mypes y Pymes peruanas.

A lo largo de los años, varios autores han aplicado metodologías para enfrentar la baja disponibilidad de máquinas, tal es el caso de Reis et al. (2019), quien empleó la metodología TPM en una línea de producción de una empresa automotriz para maximizar la eficiencia operativa minimizando las pérdidas por fallas en los equipos. El diagnóstico evidenció la existencia de constantes paros de producción por mantenimiento no programado que duraba aproximadamente 4 horas por semana. Mediante el análisis previo, se observó que 5 equipos eran los más críticos que generaban el 80% de la inactividad de la línea. Para enfrentar dicho problema, se empleó un plan de trabajo en base a la confiabilidad de las máquinas para mejorar el mantenimiento preventivo de las mismas. El resultado de la aplicación de la herramienta generó una reducción del 3,5% con respecto a las fallas en los equipos y una maximización del 18,5% en los ingresos operativos.

Por otro lado, otros autores han combinado el uso de la metodología TPM con otras herramientas del Lean Manufacturing. Por su parte, Marulanda et al. (2016) destaca en su investigación que las técnicas más usadas son las 5S y el TPM con un porcentaje de aplicación del 100% y 80% respectivamente en las empresas estudiadas. Prueba de ello, Ferreira et al. (2017) desarrolló un plan de mejora enfocada en el mantenimiento autónomo y otras herramientas Lean en una empresa del sector automotriz, donde abarcó la gestión visual, 5S y TPM, para mejorar el flujo de la producción de una línea de fabricación de componentes de tubos de aire acondicionado, reduciendo los paros en las máquinas por averías mediante la optimización del mantenimiento en la empresa. En primera instancia, se realizó un análisis y se observó que la línea tenía un OEE del 74% y el factor disponibilidad de los equipos fue de 75%. Para ser frente al problema, se aplicó las siete etapas del mantenimiento autónomo, la cual abarcaba la limpieza, la eliminación de desperdicios, la estandarización, la inspección de equipos y proceso, el mantenimiento autónomo sistemático y la gestión autónoma. Como resultado se obtuvo un incremento del 10% en la disponibilidad de las máquinas conllevando a un aumento en el OEE del 8%, lo cual tuvo un impacto positivo en la eficiencia de la producción de la línea de fabricación.

Por último, Ferreira et al. (2020) en su trabajo de investigación implementó un modelo combinado de técnicas Lean y DMAIC, denominada IleanDMAIC, en una empresa maderera, la cual se basa en el ciclo DMAIC como método de mejora continua, cuya finalidad fue incrementar la eficiencia en la organización mediante la reducción del desperdicio en términos de tiempo en sus operaciones y mejorar la disponibilidad de los equipos, utilizando las herramientas Kaizen, TPM, SMED y VSM. El aporte del trabajo fue brindar a la empresa la resolución de problemas de manera práctica mediante la combinación de las herramientas Lean y la metodología DMAIC. Se obtuvo como resultado la reducción del tiempo en el proceso de producción en un 44%.

En este sentido, en el presente trabajo de investigación se identificó problemas de disponibilidad de las máquinas y paradas no planificadas en una empresa Mype de confecciones textiles, las cuales se deben a las constantes averías y fallas de los equipos que perjudican la calidad de sus productos y el flujo continuo de la producción. Asimismo, la inactividad de las máquinas incide en su baja competitividad actual y desempeño operativo.

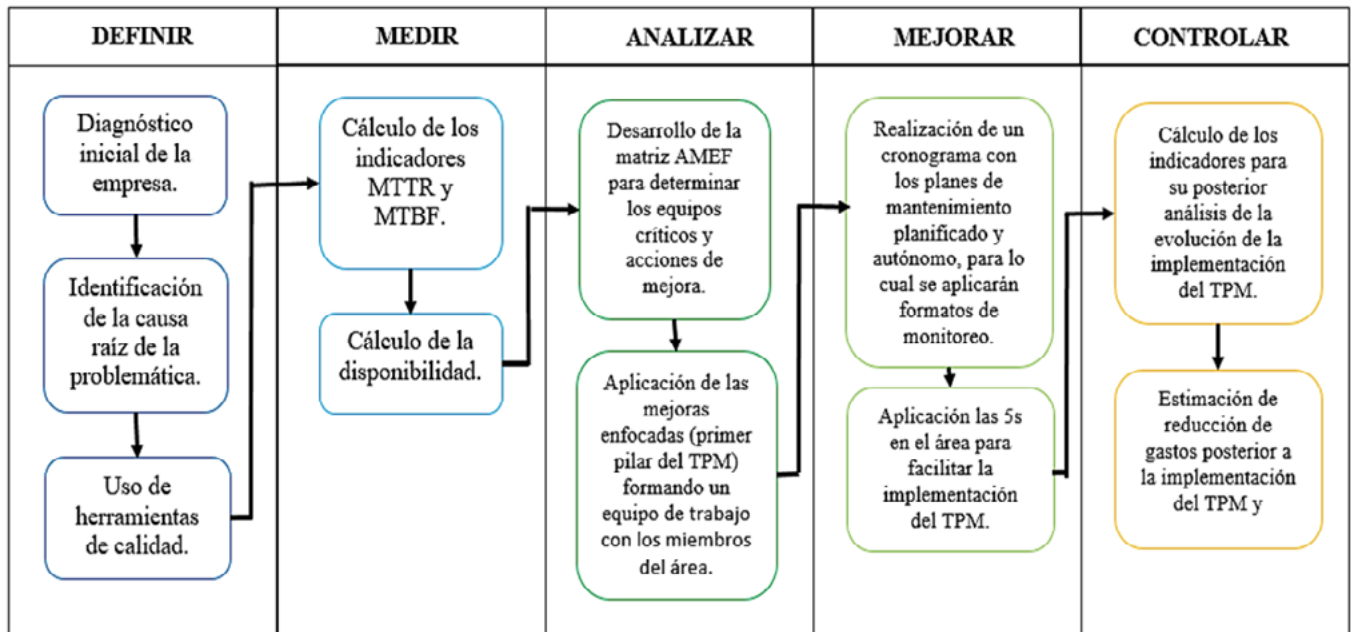
Ante esta situación, la presente investigación busca incrementar la disponibilidad en los equipos de una mype textil mediante un modelo combinado del TPM y DMAIC.

METODOLOGÍA

En el desarrollo de la presente investigación se aplicó los tres primeros pilares de los ocho que contempla el TPM debido a que la empresa en estudio se caracteriza por ser una mype textil. Para ello, se utilizará el DMAIC como ciclo de mejora continua, tal como se observa en la Ilustración 1.

Ilustración 1

Modelo TPM Y DMAIC



Fuente. Propio (2021)

Definir

En esta fase, se realizó el diagnóstico inicial de la empresa para conocer su situación actual y las áreas que presentan oportunidades de mejora. Los retrasos en las entregas de pedidos de los clientes es un problema relevante dentro de la organización que ocurre de manera constante. A partir del panorama mencionado, se identifica que la causa raíz son los paros repetitivos dentro del área de confecciones.

Se realizó una observación directa en el área y recopilación de datos proporcionada por la empresa, determinando que las máquinas del área presentan constantes fallas y averías, lo cual se manifiesta en los tiempos inoperativos de los mismos. En otras palabras, la causa principal de los retrasos en la entrega de los pedidos es la disponibilidad de máquinas.

Medir

Mediante la medición, se calculó los indicadores MTBF con la Ecuación 1 y MTTR con la Ecuación 2 para hallar la disponibilidad de los equipos con la Ecuación 3, teniendo en cuenta la información recopilada sobre fallas y averías del año 2019, clasificándolas por tipos de máquinas. Se procedió con el desarrollo del diagrama de Pareto para conocer la relación entre la frecuencia de averías y las máquinas críticas a mejorar, con el fin de determinar qué máquinas presentan menores tiempos operativos debido a mantenimientos correctivos.

Ecuación 1: MTBF

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{Tiempo de inactividad}}{\text{Número de paradas}}$$

Fuente. Propio (2021)

Ecuación 2: MTTR

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de mantenimiento}}{\text{Número de Intervenciones}}$$

Fuente. Propio (2021)

Ecuación 3: Disponibilidad de equipos

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \times 100$$

Fuente. Propio (2021)

Analizar

Para esta fase, se desarrollará el pilar de la mejora enfocada contemplada en el TPM, mediante lo cual se bus

ca identificar los problemas críticos de las máquinas haciendo uso del análisis de modo y efecto de fallas (AMEF). Para ello, es necesario realizar una encuesta sobre piezas o componentes críticos de las máquinas a los operarios por medio de dos reuniones presenciales con duración de 30 min cada una, ya que su experiencia dentro del área es clave para poder determinar la severidad, ocurrencia y detección de las fallas. Posteriormente, se formará el grupo de trabajo que realizará las actividades de mejora. El resultado de este análisis contribuirá al segundo pilar del TPM. Asimismo, se utilizará el diagrama Ishikawa para identificar las causas que originan la baja disponibilidad.

Mejorar

Como parte de la mejora, se realizó un cronograma de tareas para aplicar el pilar del mantenimiento planificado y autónomo. Los planes de mantenimiento se establecerán para cada máquina del área de costura englobando actividades como cambio de piezas, lubricación, limpieza y ajustes de piezas, con el fin de mantener las maquinarias en buenas condiciones. Dentro del plan de mantenimiento preventivo se contará con formatos de monitoreo y control por cada equipo de costura, realizando revisiones en periodos quincenales.

Asimismo, se utilizó check lists para el mantenimiento autónomo, así mismo, se aplicarán las 5s para simplificar la implementación. Este plan incluyó capacitaciones para instruir al operario conforme a actividades sencillas de mantenimiento diarias que deberá realizar en su equipo de trabajo, estimulando el compromiso del operador en maximizar sus conocimientos mediante la parte técnica hacia los objetivos de la empresa. Incluso, se utilizó tarjetas que permiten visualizar de manera práctica las averías que presentan las máquinas, siendo de gran ayuda para monitorear y controlar las inspecciones.

Controlar

Finalmente, se procedió a recalcular los indicadores MTBF, MTTR y disponibilidad de los equipos para monitorear las mejoras realizadas en el área de costura. Seguidamente, se realizó un análisis de los datos obtenidos para observar los cambios en los tiempos inoperativos, por demoras del personal y fallas de las máquinas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definir

Para el presente proyecto, se realizó un previo diagnóstico en la empresa de confecciones, con el fin de evaluar cuál de las áreas (corte, confección y estampado) de la organización presenta mayores tiempos improductivos.

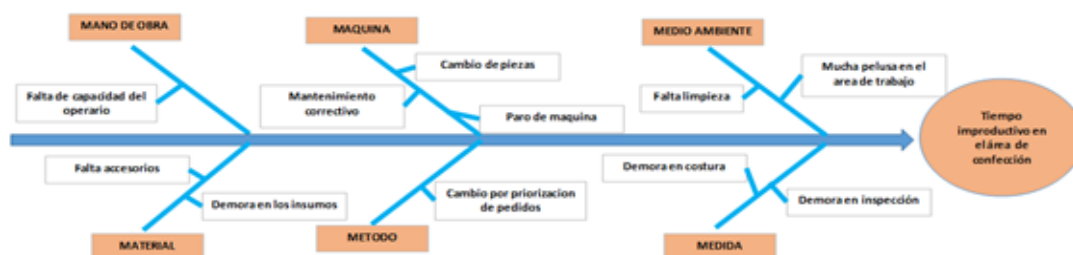
Resultado de ello, se encontró que las áreas de corte, confección y estampado presentaban 24.6, 56.3 y 33.5 horas por tiempo improductivo respectivamente, evidenciando que la segunda área de la empresa presenta mayor inactividad.

Se obtuvo como información que la empresa labora 1 turno de 12 horas y 6 días a la semana, por lo cual se posee un tiempo disponible de 312 horas al mes, así mismo en base a la información anterior se pudo determinar que también posee 114.4 horas al mes en tiempos improductivos. Posteriormente, al realizar el cálculo se determinó que la organización tiene 197.6 horas al mes tan solo como tiempo productivo.

Posteriormente, en base a los resultados anteriores se determinaron las causas por el cual existen tiempos improductivos en el área de confección, con el fin de poder concentrar fuerzas para tratar de minimizar en lo posible las causas que impactan negativamente en el área. Para su desarrollo, se empleó el diagrama Ishikawa, tal como se observa en la Figura 2, para posteriormente elaborar un registro de verificación en el cual se establecieron las causas en orden de mayor a menor tiempo improductivo (min), tal como se observa en la Tabla 1. Luego, se determinó su porcentaje relativo y acumulado con el fin de clasificar por medio del 80-20 las causas principales que generan mayor impacto, tal como se observa en la Figura 3.

Ilustración 2

Diagrama de Ishikawa



Fuente. Propia (2021)

Tabla 1

Registro de Verificación de Causas de los Tiempos Improductivos en el Área de Confección

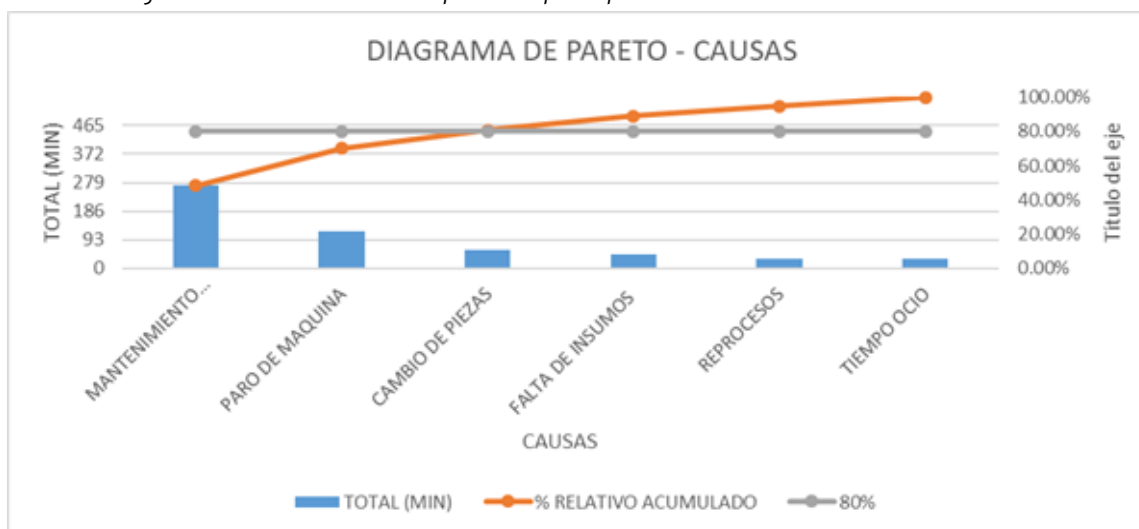
CAUSAS	TOTAL (MIN)	% RELATIVO	% RELATIVO ACUMULADO	CLASIFICACIÓN ABC
Mantenimiento correctivo	270	48.47%	48.47%	A
Paro de máquina	120	21.54%	70.02%	
Cambio de piezas	60	10.77%	80.79%	
Falta de insumos	45	8.08%	88.87%	B
Reprocesos	32	5.75%	94.61%	C
Tiempo ocio	30	5.39%	100.00%	
Total	557	100.00%		

Fuente. Propio (2021)

Se obtiene como resultado que las causas principales por tiempo improductivo en el área de confección son: mantenimiento correctivo con un total 270 min, paro de máquina con un total de 120 min y cambio de piezas con un total de 60 min. Luego, se realizó un diagrama de Pareto para poder visualizar a mayor amplitud el 80% de las causas que generan el problema.

Ilustración 3

Diagrama de Pareto – Causas por Tiempo Improductivo en el Área de Confección



Fuente. Propio (2021)

Como resultados de esta fase, se determinó que existen tres causas principales, las cuales son: mantenimientos correctivos, paros de máquinas y cambios de piezas. Este resultado nos enfoca a concentrar esfuerzos en dar soluciones a dichas causas para incrementar la disponibilidad de los equipos.

Los resultados obtenidos en esta fase, también fueron identificados en el estudio de Ferreira et al. (2019); sin embargo, para su desarrollo utilizó el mapa de flujo de valor (VSM). Asimismo, Mejía y Rau (2019) emplearon la misma herramienta, obteniendo como resultado que la falta de un mantenimiento preventivo y la mala calibración de las máquinas generaban paradas imprevistas, defectos en las prendas y tiempos ocios del personal, lo cual evidencia que las causas de los tiempos improductivos repercuten en las máquinas por la falta de un plan de mantenimiento.

Medir

Como segundo paso, se recolectó información por medio de datos registrados sobre fallas de las máquinas del año 2019 y entrevistas dadas al gerente para calcular los indicadores MTBF y MTTR y posteriormente, hallar la disponibilidad de los equipos.

A continuación, en la Tabla 2 se presenta el cálculo de los indicadores tomados del año 2019, cuando había

mayor actividad en la empresa, ya que la pandemia afectó en gran medida a partir del año 2020.

Tabla 2

Disponibilidad de Máquinas – 2019

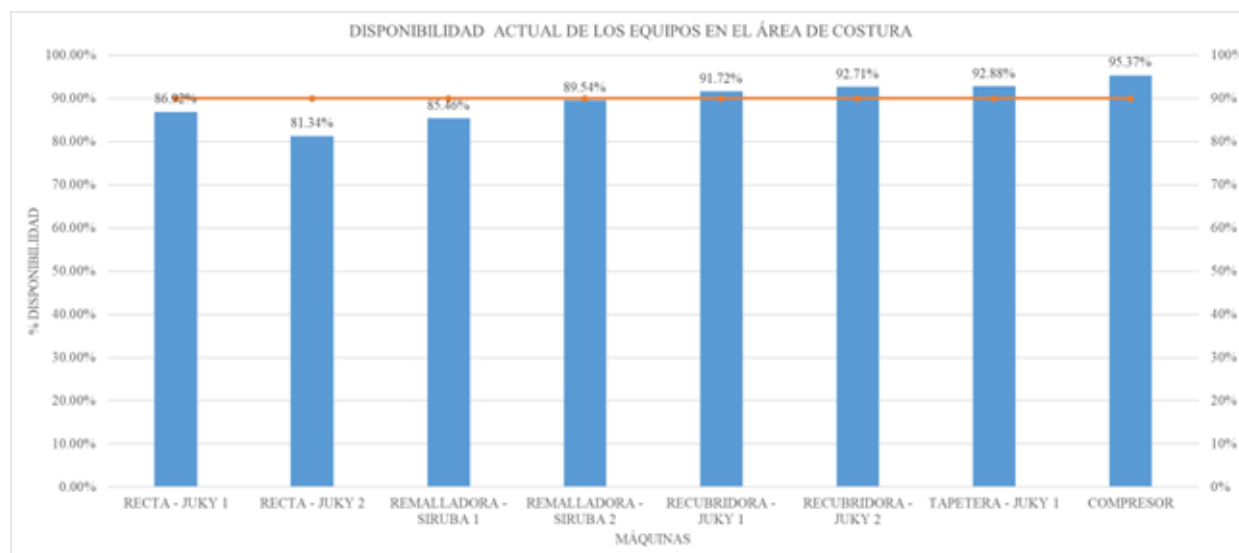
MÁQUINAS	TIEMPO DE OPERACIÓN	TIEMPO DE INACTIVIDAD	Nº PARADAS	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD (%)
Recta Juky 1	3456	452	2	1502.00	226.00	86.92%
Recta Juky 2	3456	645	4	702.75	161.25	81.34%
Remalladora Siruba 1	3456	502.5	5	590.70	100.50	85.46%
Remalladora Siruba 2	3456	361.5	4	773.63	90.38	89.54%
Recubridora Juky 1	3456	286	3	1056.67	95.33	91.72%
Recubridora Juky 2	3456	252	3	1068.00	84.00	92.71%
Tapetera Juky 1	3456	246	3	1070.00	82.00	92.88%
Compresor	3456	160	2	1648.00	80.00	95.37%

Fuente. Propio (2021)

Asimismo, mediante el gráfico de barras en la Ilustración 4, se puede observar el porcentaje de disponibilidad de las máquinas del área de confección y la recta horizontal que marca el límite ideal, lo cual es del 90%.

Ilustración 4

Disponibilidad de Equipos



Fuente. Propio (2021)

Se obtiene como resultado que la disponibilidad de las máquinas recta Juki 1, recta Juki 2, remalladora Siruba 1 y la remalladora Siruba 2 se encuentran por debajo de los estándares de fabricación de clase mundial.

Asimismo, a partir de la base de datos del año 2019, en la Tabla 3 se presentan los indicadores de disponibilidad para los meses agosto, septiembre y octubre, con el fin de poder compararlos posteriormente con los resultados de los mismos meses del 2021.

Tabla 3

Disponibilidad de Agosto, Septiembre y Octubre -2019

DISPONIBILIDAD 2019			
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBR
MTBF	88.83	129.42	84.35
MTTR	7.17	14.58	11.65
Disponibilidad	0.93	0.90	0.88

Fuente. Propio (2021)

Como se observa, la disponibilidad del mes de agosto es del 93%, del mes de septiembre es del 90% y de octubre es del 88%, siendo este último el mes con mayor volumen de producción debido a la campaña navideña y temporada de verano, lo que ocasiona mayor exigencia de los equipos.

Estos resultados son similares a otros estudios como, por ejemplo, Pinto et al. (2020) en su estudio de herramientas Lean y Dmaic midió una disponibilidad inicial del 90%; mientras que Ribeiro et al. (2019) en su estudio de TPM con 5S observó que las máquinas de línea de producción automotriz inicialmente se encontraban en el 95.9%.

Analizar

Como parte de las mejoras enfocadas, siendo el primer pilar del TPM, se realizó la matriz de análisis de modo y efecto de falla (AMEF) por las piezas por cada máquina para determinar su criticidad y las acciones correctivas para mejorar su vida útil. Dentro del área se cuenta con siete máquinas de costura y un compresor, las cuales son: dos recubridoras, dos rectas, dos remalles, una tapetera y una compresora, tal como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4

Cantidad de Máquinas en el Área de Confección

CÓDIGO	MÁQUINAS - MODELO	Nº DE MÁQUINAS
RTJK	RECTA - JUKY	2
RMSR	REMALLADORA - SIRUBA	2
RBJK	RECUBRIDORA - JUKY	2
TPJK	TAPETERA - JUKY	1
CMO	COMPRESOR	1

Fuente. Propia (2021)

Mediante el AMEF se determinan soluciones para los modos de falla de los equipos y en base a ello, se desarrollarán planes de mantenimiento preventivo y autónomo que serán realizadas por los operarios y técnicos de la empresa.

Tabla 5

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Recta Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Transportador o imponente.	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	7	Golpe de aguja	3	Mtto. Correctivo	2	42	Limpieza semanal	Operarios
Bobina	Pieza donde es enrollado el hilo que alimenta la parte inferior del punto.	Desajustes y mala presión	Desajustes y baja presión del hilo	6	Desgaste de tornillos	6	Mtto. Correctivo	4	144	Limpieza diaria	Operarios
Carretel	Almacena el hilo necesario para la costura	Desnivel y roturas por aguja	Genera atraques de aguja	5	Golpes de aguja	6	Mtto. Correctivo	4	120	Limpieza diaria	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	4	Mtto. Correctivo	5	160	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	6	Oxidación y suciedad	7	Mtto. Correctivo	2	84	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	6	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	1	12	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	3	45	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	7	Desgaste de dientes	1	Mtto. Correctivo	7	49	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resacamiento de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	1	4	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente: Propia (2021)

Tabla 6

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Remalladora Siruba

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Transportador o impenetrante.	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiébre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza semanal	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	7	Oxidación y suciedad	6	Mtto. Correctivo	3	126	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	4	60	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	8	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	8	128	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resacaamiento de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	12	Limpieza con resina mensual	Operarios
Cuchillas	Cortar la tela para emparejar	Desgaste de pieza	Mordeduras en las piezas de tela	8	Uso constante	6	Mtto. Correctivo	3	144	Cambio de pieza	Operarios

Fuente: Propia (2021)



Tabla 7

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Recubridora Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Placa de aguja	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza manual	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tenedor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	7	Oxidación y suciedad	6	Mtto. Correctivo	3	126	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración semanal	Operarios
Rueda de mano	Recibe el movimiento que acciona los mecanismos de la máquina	Falla de movimiento de la aguja	Perforación de prendas	5	Desajuste de tuercas	3	Mtto. Correctivo	4	60	Calibración semanal	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	8	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	8	128	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y reseca de resina y rotura	2	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	12	Limpieza con resina mensual	Operarios
Pie prensatela	Sostiene la tela contra la planchuela	Baja presión	Rotura de aguja y falla en la costura	4	Descalibración	5	Mtto. Correctivo	4	80	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente: Propia (2021)

Tabla 8

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Máquina Tapetera Juki

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Placa de aguja	Mueve al tejido, de un punto fijo a otro para ejecutar la puntada	Quiebre de carriles	No deja pasar de la tela	6	Golpe de aguja	4	Mtto. Correctivo	2	48	Limpieza semanal	Operarios
Filtro	Retiene residuos del aceite	Desgaste de pieza	Desgaste de piezas, ruido innecesario en la parte interna y obstrucción en el bombeo de aceite	8	Acumulación de residuos	5	Mtto. Correctivo	5	200	Limpieza, cambio de filtro cada 2500 horas de trabajo	Operarios
Conjunto tensor	Regulan la tensión del hilo	Mal ajuste	Rotura de hilo y baja tensión de hilo	6	Oxidación y suciedad	5	Mtto. Correctivo	2	60	Limpieza diaria y calibración	Operarios
Pedal	Controla la velocidad de la máquina	No existe movimiento	Velocidad no regulada	5	Desajuste de tornillos	2	Mtto. Correctivo	2	20	Calibración manual	Operarios
Correa	Transmisión de movimiento	No existe transmisión	Poca fricción y baja potencia	7	Desgaste de dientes	2	Mtto. Correctivo	6	84	Cambio de correo anual	Operarios
Mirilla	Visualización de aceite durante el funcionamiento de la máquina	Acumulación de sarro	No permite visualizar el flujo de aceite y resacamiento de resina y rotura	4	Mala limpieza	2	Mtto. Correctivo	3	24	Limpieza con resina mensual	Operarios
Pie prensatela	Sostiene la tela contra la planchuela	Baja presión	Rotura de aguja y falla en la costura	4	Descalibración	4	Mtto. Correctivo	4	64	Limpieza con resina mensual	Operarios
Embudo	Direcciona la tela	Desnivelado	Falla en la costura	8	Mal ajuste	6	Mtto. Correctivo	3	144	Limpieza con resina mensual	Operarios

Fuente: Propia (2021)

Tabla 9

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMEF) – Compresora

Pieza	Función que desempeña	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales	OCU	Controles de Ocurrencia	DET	NPR	Acciones Recomendadas	Resp.
Filtro de aspiración	Evita entrada de contaminantes	Partículas de suciedad	Daño por introducción de partículas	9	Mala colocación	3	Mtto. Correctivo	7	189	Mantenimiento preventivo	Operarios
Válvula de seguridad	Desfoga aire cuando está en su límite	Quemado de motor	Paro de la máquina	4	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	2	24	Mantenimiento preventivo	Operarios
Pistón	Traslada la energía del cigüeñal a los cilindros	Desgaste	Fugas de presión	8	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	2	48	Mantenimiento preventivo	Operarios
Ventiladora	Produce la transmisión del movimiento y enfría el cabezal del motor	Quiebre	Desgaste de bandas	8	Falta de mantenimiento	3	Mtto. Correctivo	3	72	Mantenimiento preventivo	Operarios
Banda	Transmite el movimiento del motor a el compresor	Distendidos	Baja potencia del motor	7	Exceso de trabajo	3	Mtto. Correctivo	3	63	Mantenimiento preventivo	Operarios
Motor eléctrico trifásico	Provee fuerza motriz al cabezal	Desgaste o quemado de carbones	Paro de la máquina	10	Trabajo forzado o descargas eléctricas	2	Mtto. Correctivo	2	40	Mantenimiento preventivo	Operarios
Visor de aceite	Permite visualizar el nivel de aceite	Acumulación de suciedad	Falta de presión de aceite	5	Exceso de partículas	1	Mtto. Correctivo	4	20	Mantenimiento preventivo	Operarios
Depósito	Almacenar el aire comprimido	Fractura	Fugas de presión	10	Mala operación	1	Mtto. Correctivo	1	10	Mantenimiento preventivo	Operarios
Reteners	Evitar fugas de aceite	Fuga de fluidos	Motor desviado	7	Mala operación	4	Mtto. Correctivo	3	84	Mantenimiento preventivo	Operarios

Fuente: Propia (2021)

Como resultado de la Tabla 5, las piezas críticas de la máquina recta son la bobina y el filtro. Asimismo, en la Tabla 6 se observa que las piezas críticas en la máquina remalladora son el filtro, el conjunto tensor, la correa y las cuchillas; mientras en la Tabla 7, son el filtro, conjunto tensor y la correa para la máquina recubridora. Finalmente, la Tabla 8 muestra que el filtro y embudo son fundamentales para la máquina tapetera al igual que el filtro de aspiración para la compresora como se muestra en la Tabla 9. Estas fallas se deben al uso continuo de las máquinas, las cuales en ocasiones sobrepasan el horario de trabajo por el volumen de pedidos a cumplir.

Esta herramienta AMEF fue aplicada de igual forma por Rozak et al. (2019), con el fin de priorizar los problemas en base a la ponderación del NPR, obteniendo como causa potencial de falla al filtro del equipo. En cambio, Pinto et al. (2020) aplicó los 5 porqués para realizar el análisis de su estudio, obteniendo como resultado la falta de un procedimiento estandarizado de lubricación ante el problema en el llenado del líquido refrigerante. Mientras, Zúñiga et al. (2019) encuentra como causas principales en las máquinas refrigerantes que los filtros son obstruidos por presencia de partículas y, además, hay una mala calibración.

Mejorar

Como primer paso del desarrollo de la mejora se implementó las 5s. Para la aplicación de esta metodología en el área de trabajo, se describirán los siguientes pasos:

Seiri (selección)

Se identifican las herramientas, accesorios y materiales necesarios en el área de trabajo, mediante un listado y el uso de tarjetas rojas, para clasificarlos según su priorización en el transcurso de la actividad operativa.

Tabla 10

Elementos encontrados en el área de Confección

Elementos	¿Es necesario que se encuentre en esa área?	Acción sugerida
Retazos de tela	NO	Reciclar
Cuchilla	SI	Dejar
Residuos en el piso	NO	Eliminar
Bolsas	NO	Reubicar
Piquetera	SI	Dejar
Cintas masking	SI	Dejar
Bobinas	SI	Dejar
Hilos	SI	Dejar
Cajas	NO	Reubicar
Carretes	SI	Dejar
Destornillador	SI	Dejar
Pies prénsatela	SI	Dejar
Agujas	SI	Dejar
Pinzas	SI	Dejar
Aceite	NO	Reubicar
Embudo de aceite	NO	Reubicar
Embudo	SI	Dejar
Ventilador	NO	Reubicar
Cinta enrollado de tela	NO	Reubicar
Brochera	NO	Reubicar
Brochas	SI	Dejar
Trapos	SI	Dejar

Fuente. Propia (2021)

Seiton (orden)

Se ubican los accesorios acordes a lo establecido en la Tabla 12. Asimismo, se establecieron zonas para cada elemento, empleando recipientes de plásticos para su almacenamiento.

Tabla 11

División de Zonas de los Elementos

Zona	Elemento	Almacenado en	Cantidad
Zona 1	Cuchilla	Contenedor 1	4 unidades
	Piquetera	Contenedor 2	7 unidades
	Cintas masking	Contenedor 3	2 unidades
	Bobinas	Contenedor 4	4 unidades
	Carretes	Contenedor 5	10 unidades
	Destornillador	Contenedor 6	7 unidades
	Pies prénsatela	Contenedor 7	7 unidades
	Agujas	Contenedor 8	14 paquetes
	Pinzas	Contenedor 9	7 unidades
	Embudo	Contenedor 10	2 unidad
	Brochas	Contenedor 11	7 unidades
Zona 2	Hilos	Estante 1	20 unidades
	Trapos	Estante 1	7 unidades

Fuente. Propia (2021)

Seiso (Limpieza)

En esta etapa, se busca sensibilizar a todos los empleados a realizar los trabajos con orden y limpieza, para ello, se realizará una limpieza general en los equipos de costura. Se designará a cada operario mantener su área limpia y ordenada. Conjuntamente, se aplicará el mantenimiento autónomo dentro de esta fase, para apoyar el plan de mantenimiento que se debe realizar a cada máquina del área.

Tabla 12

Operaciones de Mantenimiento Autónomo

Operaciones de Mantenimiento Autónomo	
Eléctrico	<input type="checkbox"/> Verificar que los componentes eléctricos no estén descubiertos.
Lubricación	<input type="checkbox"/> Verificar que no haya fugas de aceite. <input type="checkbox"/> Reemplazar filtro. <input type="checkbox"/> Reemplazar el aceite lubricante. <input type="checkbox"/> Revisar el nivel de aceite. <input type="checkbox"/> Revisar el estado del filtro.
General	<input type="checkbox"/> Limpieza interna. <input type="checkbox"/> Limpieza externa. <input type="checkbox"/> Revisar el estado de las piezas.

Fuente. Propia (2021)

Tabla 13

Ficha de Mantenimiento

FICHA DE MANTENIMIENTO							
Máquina	Remalladora		Nro. de máquina			Primero	
Marca	Siruba	MODELO	757K-516M2-35	Tipo		Preventivo	
Item	Descripción		Herramientas	Diario	Semanal	Mensual	Anual
1	Limpiar parte externa		Brocha y paño	X			
2	Limpiar parte interna		Brocha y paño	X			
3	Verificar o cambiar el filtro		Observación visual, aceite industrial			X	
4	Limpiar el orificio del aire comprimido		Brocha y paño		X		
5	Cambiar aguja de uso		Destornillador		X		
6	Lubricar cadena pedal		Aceite industrial		X		
7	Verificar o cambiar el aceite		Observación visual y check list			X	
Fecha				Observaciones:			
Responsable							

Fuente. Propia (2021)

Tabla 14

Check list de inspección y limpieza

CHECK LIST DIARIO DE LIMPIEZA E INSPECCIÓN									
Fecha	Operario	Máquina (COD)							Firma
		RTJK 1	RTJK 2	RMSR 1	RMSR 2	RBJK 1	RBJK 2	TPJK	

Fuente. Propia (2021)

Tabla 15

Check list de lubricación

Operario:				Máquina (COD):			
CHECK LIST DE LUBRICACIÓN							
N°	Partes a lubricar	Mes - Fecha					
		ENE.	ENE.	FEB.	FEB.	MAR.	MAR.
1	Barra de aguja						
2	Barra de pie de prénsatela						
3	Bobina						
4	Garfio						
Firma							

Fuente. Propia (2021)

Seiketsu (Estandarizar)

Para el desarrollo de esta fase se realizaron guías de los procedimientos para los cambios de piezas y agujas, así mismo, para la limpieza correcta de cada máquina, cantidad de insumos para la lubricación y enhebrado de hilos para el área de costura.

Shitsuke (Disciplina)

En esta última fase, se busca la perduración de las cuatro “s” anteriores por lo cual, la capacitación es fundamental y debe ser impartida a cada operario. Por tal motivo, la limpieza debe ser constante al finalizar el turno laboral para lo cual, se designará las tareas a cada operario que esté involucrado con el manejo de su equipo. El tiempo estimado para el desarrollo de las tareas asignadas serán de 15 min, con ello se busca intensificar la participación de los operarios en las actividades de mantenimiento con el fin de no depender de un área especializada en dicha actividad por ser una pyme que no tiene la capacidad económica para una inversión de tal naturaleza.

Por otro lado, otros autores implementaron distintos métodos de mejora, tal es el caso del estudio de Mejía et al. (2019), quien desarrolló el mantenimiento autónomo en forma paralela con las 5s obteniendo como resultado desarrollar mejores hábitos en los trabajadores. Mientras, Rozak et al. (2019) propuso un plan de contramedidas para el problema de pérdidas por fallas de equipos. En comparación con nuestro trabajo mediante la fase de mejora del DMAIC se combinó las 5s con los mantenimientos autónomos y preventivos, siendo estos dos últimos unificados y adaptados para la pyme en estudio.

Controlar

Para el desarrollo de esta fase, se recalcula el índice de disponibilidad de los equipos en el año actual.

Tabla 16

Disponibilidad

DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS		
	SETIEMBRE	OCTUBRE
MTBF	132.560	100.630
MTTR	12.583	10.650
Disponibilidad	0.913	0.904

Fuente. Propia (2021)

En base a la comparativa de resultados de mejora nuestro modelo combinado de DMAIC con TPM logró como resultado un incremento del índice de disponibilidad en el mes de septiembre de un 1.3%, mientras que en el mes de octubre se logró un incremento del 2.4% con respecto al año 2019. En cambio, otros autores como Pinto et al. (2020) obtuvo un aumento de un 2% en la disponibilidad de equipos y Rozak et al. (2020) aumentó la disponibilidad en un 4.5%.

Por otro lado, se recopiló los costos por mantenimientos correctivos en el área de costura, lo cual implicó costos de mano de obra por parte de un técnico, costos de insumos y compra de piezas para su correspondiente cambio. Asimismo, se estimó los costos para el año 2021 contando con la implementación de planes de mantenimiento con el fin de realizar una comparación entre ambos años mencionados como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

Comparativa de Reducción Estimada de Costos

Actividad	Descripción	Mant. Correctivo	Mant. Preventivo	Reducción costo (%) 2019 vs 2021
		Cantidad/2019	Cantidad/2021	
Mano de obra (Técnico)	Reparar el equipo	S/ 630.00	S/ 270.00	57.1%
Insumos	Aceite	S/ 216.00	S/ 120.00	44.4%
	Tiner	S/ 24.00	S/ 12.00	50.0%
	Bencina	S/ 18.00	S/ 9.00	50.0%
Cambio de piezas	Plancha de arrastre	S/ 112.00	S/ -	100.0%
	Correa de transmisión	S/ 60.00	S/ -	100.0%
	Cuchilla	S/ 60.00	S/ 30.00	50.0%
	Filtro	S/ 35.00	S/ 20.00	42.9%
	Aguja	S/ 28.00	S/ 7.00	75.0%
	Bobina	S/ 23.60	S/ 11.80	50.0%
Total =		S/ 1,206.60	S/ 479.80	

Fuente. Propia (2021)

En base a la tabla presentada, se observa que se logra reducir hasta un 100% en costos generados por la compra de plancha de arrastre y correa de transmisión. Además, se lograría reducir en promedio hasta un 50% en los demás costos descritos.

Los resultados de este estudio aún están en proceso de desarrollo, ya que en una pyme textil que desconoce sobre estas metodologías es difícil la adaptación, lo cual toma más tiempo al no contar con una disciplina constante y la falta de recursos es una barrera adicional a la implementación.

CONCLUSIÓN

La aplicación del modelo combinado del TPM y DMAIC permitió incrementar la disponibilidad de las máquinas en el área de costura de un 1.3% en el mes de septiembre y en un 2.4% en el mes de octubre a comparación de los meses del año 2019.

Se diseñó el modelo combinado TPM y DMAIC para establecer la secuencia de pasos a seguir para su implementación.

Se desarrolló la mejora enfocada mediante el AMEF, obteniendo como resultado que las piezas críticas de máquina recta son la bobina y el filtro, de la máquina remalladora son el filtro, el conjunto tensor, la correa y las cuchillas, de la máquina recubridora son el filtro, conjunto tensor y correa y finalmente, el filtro y embudo son importantes para la máquina tapera.

Se implementó un cronograma de mantenimiento preventivo con la finalidad de gestionar las actividades que se realizará acorde al periodo establecido.

Se diseñó un plan de mantenimiento autónomo con soporte de las 5s, liberando del área el 41% de los elementos hallados en el área de costura que no agregan valor.

REFERENCIAS

- Arrascue-Hernandez, G., J. Cabrera-Brusil, P. Chavez-Soriano, C. Raymundo-Ibañez and M. Perez (2020). LEAN maintenance model based on change management allowing the reduction of delays in the production line of textile SMEs in Peru. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/796/1/012017#references>
- Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. *Procedia Manufacturing*, Vol. 2, pp. 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032>
- Ferreira, C., J.C. Sá, L.P. Ferreira, M.P. Lopes, T. Pereira, L.P. Ferreira, F.J.G. Silva (2019). iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools, *Procedia Manufacturing*, Vol 41, pp. 1095-1102, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>.
- González Gaitán, H. H.; Marulanda Grisales, N. y Echeverry Correa, F. J. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista EAN*, 85, 199-218. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2058>
- Guariente, P., I. Antonioli, L. Pinto Ferreira, T. Pereira, F.J.G. Silva (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer, *Procedia Manufacturing*, Vol 13, pp. 1128-1134, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>.
- Hernández, J & Vizán, A. (2013), *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación Escuela de Organización Industrial.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio M. P. (2014). *Metodología de investigación*. (6ª ed.). Editorial McGraw-Hill / interamericana editores, s.a. de C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, M. K. I. F., Portillo, M. T. E., López, R. R., & Gómez, J. A. H. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115-133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>
- Herry A. P., Farida F. and Lutfia N. I. (August 2018). Performance analysis of TPM implementation through Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Six Big Losses. [Paper presentation]. IOP Conference Series: Materials Science and Eng
- Mejía Carrera, S. y Rau Alvarez, J. (24 - 26 de julio de 2019). Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil. [Presentación en papel]. *Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities: Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, Montego Bay, Jamaica. <http://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/meta/FP236.html>
- Mejía Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Centro de producción editorial e imprenta de la UNMM. <http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasU6/tecnicas.pdf>
- Pérez Vergara, I. G., Marmolejo, N., Mejía, A. M., Caro, M., & Rojas, J. A. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 24-35. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=afh&AN=113479164&lang=es&site=ehost-live>
- Pinto, G., Silva F. J. G., Fernandes N. O., Casais R., Baptista A., y Carvalho C. (2020) Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*. 11 (3), 192 - 204. <http://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>
- Pulido M. (2015). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción*, 31(1), pág. 1137-1156. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
- Quispe-Roncal, H., Takahashi-Gutierrez, M., Carvallo-Munar, E., Macassi-Jauregui, I., & Cardenas-Rengifo, L. (2020). Modelo combinado de SLP y TPM para la mejora de la eficiencia de producción en una MYPE del sector textil confecciones peruano. *Academia Journals*, vol. 8, no. 1, pp. 728 - 731. <https://academic.microsoft.com/paper/3084857336/related>
- Reis, M.D.O., R. Godina, C. Pimentel, F.J.G. Silva, J.C.O. Matias (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction, *Procedia Manufacturing*, Vol 38, pp. 908-915, ISSN 2351-9789, <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>.
- Ribeiro I.M., Godina R., Pimentel C., Silva F.J.G. & Matias J.C.O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 1574-1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.038>

[org/10.1016/j.promfg.2020.01.128](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128)

- Rozak, A., Jaqin, C., Hasbullah, H. (2020). Increasing overall equipment effectiveness in automotive company using DMAIC and FMEA method. *Journal Européen des Systèmes Automatisés*, Vol. 53, No. 1, pp. 55-60. <https://doi.org/10.18280/jesa.530107>
- Rojas Lema, S. (2019). Implementación De Análisis Modal De Fallos Y Efectos (Amfe). *3C Tecnología*, 8(1), 64-75. <https://doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n1e29/64-75>
- Silveira Dreher & Oliverira Andrade (2019) Aplicación de OEE para análisis de productividad: un estudio de caso de una línea de producción de la industria de la celulosa y el papel. *Revista DYNA*, 86 (211), págs.9-16. <file:///C:/Users/Luis/Downloads/79508-Texto%20del%20art%C3%ADculo-446822-1-10-20191126.en.es.pdf>
- Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón López, E., Martínez Moreno, G., & Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & Trabajo*, 19(60), 171-178. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492017000300171>
- Tinoco Gómez, Oscar, & Tinoco Ángeles, Félix, & Moscoso Huaira, Elvis (2016). Aplicación de las 5S para mejorar la percepción de cultura de calidad en microempresas de confecciones textiles en el Cono Norte de Lima. *Industrial Data*, 19(1),33-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81650062005>
- Xiang Tian, Z, y Feng Jeng, C. (2021). Implementación de mantenimiento productivo total en una pequeña o mediana empresa manufacturera. *Revista de Ingeniería y Gestión Industrial*, 14 (2), 152-175. <https://doi.org/10.3926/jiem.3286>

Optimización de ultrasonido para extracción de aceites esenciales de manzanilla “*Chamaemelum nobile*” utilizando metodología superficie respuesta

Ultrasound optimization for extraction of essential oils from chamomile “*Chamaemelum nobile*” using surface response methodology

Joselin Paucarchuco Soto 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Elmer Robert Torres Gutiérrez 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Henry Juan Javier Ninahuaman 

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Irina Giovanna Flores Poma 

Institución Afiliada: Universidad
Nacional de Huancavelica, Huan-
cavelica - Perú

Presentado:

16/07/2023

Publicado:

31/07/2023

Autor corresponsal:

Elmer Robert Torres Gutiérrez

Correo:

etorres@unaat.edu.pe

Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma
Junín, Perú

Para citar este artículo:

Paucarchuco Soto, J., Torres Gutiérrez, E. R., Javier Ninahuaman, H., J., & Flores Poma, I. G. (2023). Optimización de ultrasonido para extracción de aceites esenciales de manzanilla “*Chamaemelum nobile*” utilizando metodología superficie respuesta. *Revista Científica Kanyú*, 1 (1), p. 45-55.

RESUMEN

La manzanilla (*Chamaemelum nobile*) es uno de los cultivos de aceites esenciales y medicinales más difundidos y utilizados en el planeta tierra. La finalidad del presente estudio fue la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor asistida por ultrasonido, empleando como materia prima la manzanilla cultivada en la Provincia de Tarma - Sacsamarca. Las muestras de manzanilla se desecaron empleando una estufa a 35°C que duró 2 días. Las manzanillas secas se trituraron en un molino de laboratorio empleando 25 g de muestra y un tiempo de 30 s. Luego se realizó el proceso de tamizado empleando un tamiz vibratorio en tamaños de partículas que oscilaron entre 255 y 355 µm. La muestra se almacenó en un congelador a -20 °C. Para la optimización de la extracción de aceite esencial se aplicó el método de superficie de respuesta (RSM) empleando un diseño Box-Behnken, llegando a realizar un total de 17 experimentos donde el tiempo de extracción varía de 140 a 260 min, potencia ultrasónica entre 60 y 90 W y relación solvente/muestra entre 6 a 9 ml/g. Los parámetros óptimos aplicando (MSR), permitieron alcanzar 0,396 % de aceite esencial de manzanilla, resultando significativamente eficiente.

Palabras clave: Aceite esencial, manzanilla, método superficie respuesta, ultrasonido.

ABSTRACT

Chamomile (*Chamaemelum nobile*) is one of the most widespread and widely used essential and medicinal oil crops on planet earth. The purpose of the present study was the extraction of essential oil by vapor entrainment assisted by ultrasound, using chamomile cultivated in the province of Tarma - Sacsamarca as raw material. The chamomile samples were dried using an oven at 35°C for 2 days. The dried chamomile was crushed in a laboratory mill using 25 g of sample and a time of 30 seconds. Then the sieving process was performed employing a vibrating sieve in particle sizes ranging from 255 to 355 µm. The sample was stored in a freezer at -20 °C. For the optimization of essential oil extraction, the response surface method (RSM) was applied using a Box-Behnken design, reaching a total of 17 experiments where the extraction time varied from 140 to 260 min, ultrasonic power between 60 and 90 W and solvent/sample ratio between 6 to 9 ml/g. The optimal parameters applied (MSR), allowed reaching 0.396 % of chamomile essential oil, resulting significantly efficient.

Keywords: Aspiration of secretions, bronchial aspiration, endotracheal intubation, infection.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son el principal principio activo asequible para la población, su extracción se realiza por múltiples formas, de ellas la más difundida es la extracción por arrastre de vapor, pero a las metodologías tradicionales se agregan otras como por ejemplo el de ultrasonido (UAE) Dash et al., (2021) o tecnologías emergentes como el de microondas Z. Liu et al., (2021), cada tecnología agrega valor al rendimiento, calidad o efectividad de algún parámetro (Kant & Kumar, 2022) cosmetic and medical industries applications. Present study discussed various conventional extraction techniques (steam distillation, hydro-distillation, hydro diffusion and solvent extraction).

Cabe destacar que, en los métodos convencionales, la eficiencia de extracción es relativamente baja y se requieren mayores cantidades de reactivos para la extracción (Kimbaris et al., 2006). Además, se requieren temperaturas relativamente suaves en la extracción de aceites elementales porque la mayoría de compuestos activos en las plantas tienen consistencia térmica inestable y ayudan a descomponerse mediante la extracción (Guan et al., 2007).

Es ahí donde la extracción asistida por ultrasonido (UAE) pasa a primer plano con varias ventajas, debido a que el método UAE no solo es un proceso limpio, sino que también el efecto de ultrasonido perfecciona la eficiencia de extracción al aumentar la inserción del solvente en las células de la planta a través de la cavitación (Alexandru et al., 2013) 900, 1350 mL/min. Otra ventaja del proceso UAE es que evita la degradación de los extractos (Roldán-Gutiérrez et al., 2008).

Entre las plantas productoras de aceite esencial se encuentra la manzanilla "Chamaemelum nobile" Barauskienė et al., (2022) Roman chamomile (Chamaemelum nobile L., el cual es una materia prima ampliamente utilizada en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria en general, también, en menor medida, como planta ornamental (Bokelmann, 2022).

El aceite esencial de manzanilla tiene como constituyentes principales el α -bisabolol y sus óxidos de α -bisabolol A y B, y el camazuleno Tacherfiout et al., (2022) 2022, responsable de la coloración azul del aceite. Además la manzanilla presenta flavonoides como la apigenina, luteolina, quercetina y sus derivados (Ghaedi et al., 2015; Farhoudi & Lee, 2017). La manzanilla se cultiva en el sistema convencional, en gran escala, como especie para la sucesión de cultivos con soja, papa, frijol y maíz. En el cultivo orgánico o agroecológico se hace uso de diversos medicamentos homeopáticos (nomenclatura que se refiere a las sustancias utilizadas en la homeopatía) en sustitución de insumos químicos (Guimarães et al., 2013) Chamaemelum nobile L. (Asteraceae).

Por lo mencionado, la finalidad del estudio es evaluar la influencia del pretratamiento por ultrasonidos previo a la extracción de aceite esencial de la manzanilla por arrastre de vapor. Los parámetros de extracción que afectan significativamente el procedimiento de extracción se optimizaron mediante método de superficie respuesta.

METODOLOGÍA

Materia prima

Las muestras de manzanilla se recolectaron en la localidad de Sacsamarca al oeste de Tarma en Junín - Perú, se extrajeron un total de 12 Kg de muestra.

Luego se realizó el secado en estufa de la manzanilla a 35°C durante 2 días. La muestra secada se molió con un molino de laboratorio empleando 25 g de manzanilla y un tiempo de 30 s. Luego se realizó el proceso de tamizado empleando un tamiz vibratorio en tamaños de partículas que oscilaron entre 255 y 355 μ m. La muestra se almacenó en un congelador a -20 °C en un plástico de almacenamiento herméticamente sellado hasta su uso posterior.

Extracción de aceite esencial por arrastre de vapor asistida por ultrasonido

El experimento se realizó en el laboratorio de productos naturales y aplicaciones de la carrera profesional de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

Para la extracción del aceite esencial de la manzanilla se empleó 960 g de muestra considerando las partes altas de la planta (tallo, hojas y flores). La muestra de manzanilla se añadió en un matraz de fondo redondo de 1 L que contenía etanol, y luego las mezclas de (manzanilla + Etanol) se sometieron al tratamiento ultrasónico a diferentes niveles de potencia durante diferentes tiempos. En consecuencia, se obtuvieron varias muestras de manzanilla tratadas con ultrasonido a diferentes niveles de potencia durante diferentes tiempos para investigar los efectos de la potencia y el tiempo de ultrasonido en la extracción del aceite de manzanilla. Después del tratamiento ultrasónico, la mezcla resultante se sometió inmediatamente a la extracción de aceite esencial por arrastre de vapor.

Figura 1

Extracción de aceite esencial



Nota. Esquema del aparato experimental para extracción de aceite.

Optimización de las condiciones por arrastre de vapor asistida por ultrasonido

La optimización de la extracción de aceite esencial de manzanilla asistida por ultrasonido se realizó aplicando la metodología superficie respuesta (MSR). Para la evaluación del coeficiente de regresión lineal y de interacción, se utilizó el Stat Graphics (software).

Se obtuvieron como resultado experimental, variables de proceso y rangos, luego de ser sometido al diseño Box-Behnken, definieron los rendimientos de extracción de aceite esencial de manzanilla.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Optimización de parámetros de extracción con ultrasonido

La tabla 1, evidencia parámetros empleados para la extracción de aceite mediante ultrasonido.

Tabla 1

Diseño de superficie respuesta Box Behnken para la obtención del rendimiento del aceite esencial de la manzanilla.

Tratamientos	X1: Tiempo de extracción (min)	X2: Potencia ultrasonica (W)	X3: Relacion solvente/muestra (mL/g)	Rendimiento %
1	200	60	9	0.19
2	260	75	6	0.29
3	140	75	6	0.24
4	200	90	9	0.36
5	260	60	7.5	0.26
6	140	75	9	0.28
7	260	75	9	0.37
8	200	60	6	0.27

9	260	90	7.5	0.34
10	140	60	7.5	0.16
11	200	90	6	0.29
12	140	90	7.5	0.3
13	200	75	7.5	0.39
14	200	75	7.5	0.36
15	200	75	7.5	0.37
16	200	75	7.5	0.38
17	200	75	7.5	0.36

Nota. Para los experimentos se utilizó el diseño superficie respuesta con 17 tratamientos, con tiempo de extracción, potencia ultrasónica y relación solvente muestra para lograr el rendimiento.

Análisis estadístico y determinación del rendimiento de extracción de aceite esencial de manzanilla

Tabla 2

Análisis de varianza (ANOVA) para evidenciar efectos de nivel de tiempo de extracción, potencia ultrasónica y relación solvente/muestra sustitución sobre el rendimiento de aceite esencia de manzanilla.

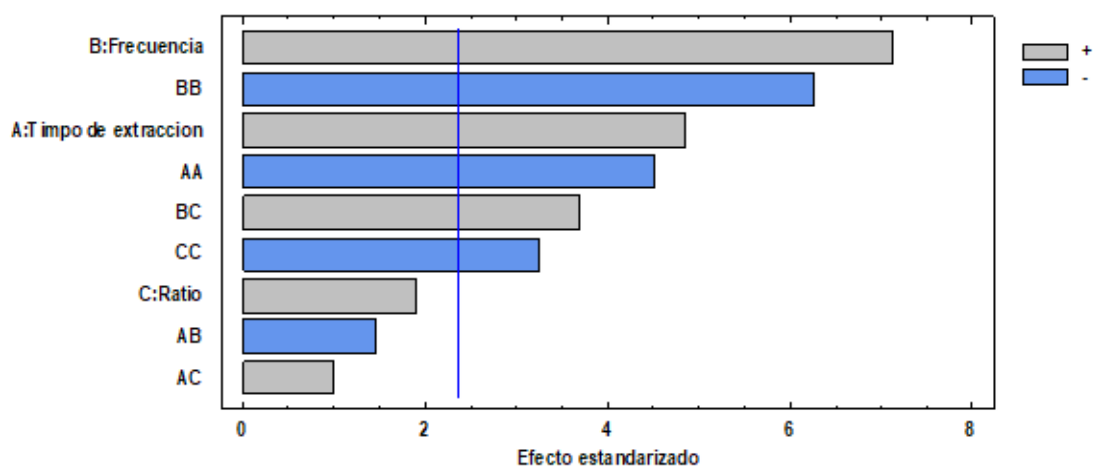
Fuente	Sum. de Cuad.	GI	Cuad. Medio	R a - zón-F	Valor-P
A:Tiempo de extracción	0.0098	1	0.0098	23.61	0.0018
B:Frecuencia	0.0210125	1	0.0210125	50.63	0.0002
C:Ratio	0.0015125	1	0.0015125	3.64	0.0979
AA	0.00843184	1	0.00843184	20.32	0.0028
AB	0.0009	1	0.0009	2.17	0.1843
AC	0.0004	1	0.0004	0.96	0.3589
BB	0.0163161	1	0.0163161	39.32	0.0004
BC	0.005625	1	0.005625	13.55	0.0078
CC	0.00437921	1	0.00437921	10.55	0.0141
Error total	0.002905	7	0.000415		
Total (corr.)	0.0743882	16			
R ² = 96,0948					
R ² ajustado = 91,0739					
Error estándar. Estim. = 0.0203715					
Estad. Durb.-Wats. = 1,05688 (P=0.0467)					

Nota. El resultado ANOVA, indica que 6 repercusiones poseen un valor-P < 0.05, evidenciando que es significativo diferente de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

R-Cuadrado evidencia que el modelo, presenta 96.0948% de la variabilidad en rendimiento. R-cuadrada ajustada, es más pertinente para la comparación con diferente número de variables independientes, es 91.0739%. El error calculado evidencia que la desviación estándar de los residuos es 0.0203715. El error medio absoluto (MAE) de 0.0115882 es el valor promedio de los residuos.

Figura 2

Diagrama de Pareto estandarizada



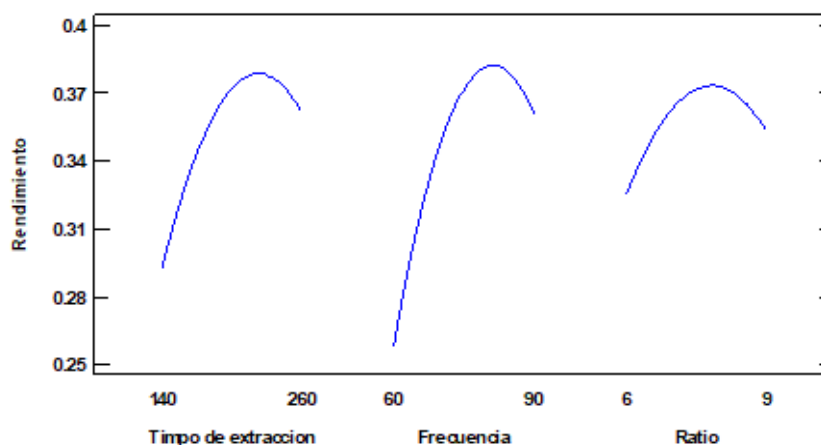
Nota. Diagrama de Pareto estandarizada para el rendimiento de aceite esencial de manzanilla con diferentes niveles de tiempo de extracción, potencia ultrasónica y relación solvente/muestra.

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Rendimiento} = -2.07522 + 0.00597222 \cdot \text{Tiempo de extracción} + 0.03575 \cdot \text{Frecuencia} + 0.0769444 \cdot \text{Ratio} - 0.0000124306 \cdot \text{Tiempo de extracción}^2 - 0.0000166667 \cdot \text{Tiempo de extracción} \cdot \text{Frecuencia} + 0.000111111 \cdot \text{Tiempo de extracción} \cdot \text{Ratio} - 0.000276667 \cdot \text{Frecuencia}^2 + 0.00166667 \cdot \text{Frecuencia} \cdot \text{Ratio} - 0.0143333 \cdot \text{Ratio}^2 \quad (1)$$

Figura 3

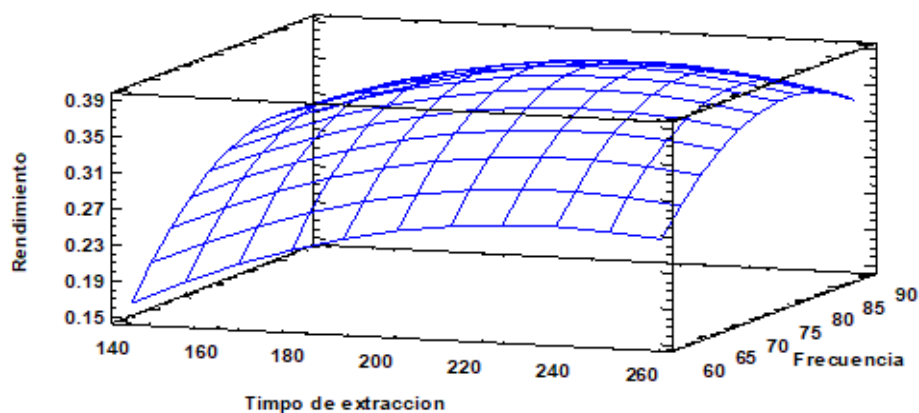
Evaluación de los parámetros de extracción



Nota. Evaluación de los efectos principales del tiempo de extracción, potencia ultrasónica y relación solvente/muestra sobre el rendimiento de aceite esencial de manzanilla.

Figura 4

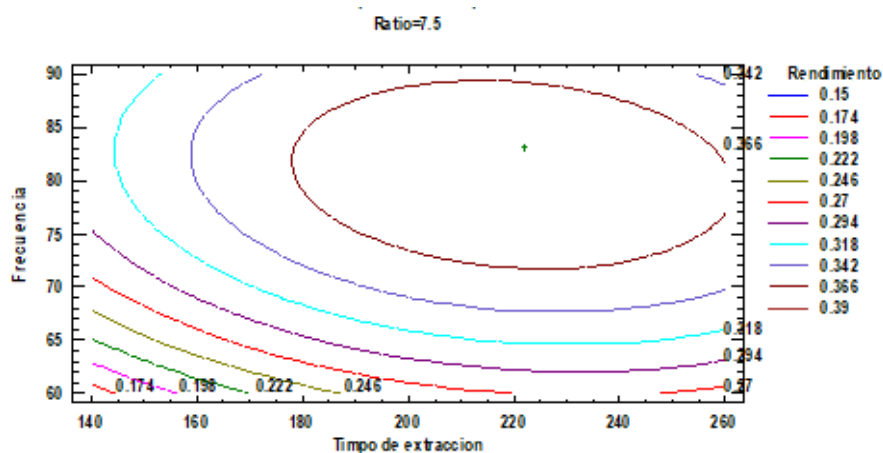
Método Superficie Respuesta



Nota. Superficie respuesta evidenciando efectos de los niveles de tiempo de extracción, potencia ultrasónica y relación solvente/muestra sobre el rendimiento de aceite esencial.

Figura 5

Contornos de la superficie respuesta estimada en la investigación



Nota. Los datos despliegan la dirección de máximo ascensos.

El trayecto desde el centro de la región experimental, demuestra que 6 puntos cambian si incrementamos el tiempo en 1 minuto.

Tabla 3

Optimización-deseabilidad

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Tiempo de extracción	140.0	260.0	221.914
Frecuencia	60.0	90.0	83.1641
Ratio	6.0	9.0	8.37935

Tabla 4

Respuesta óptima del rendimiento de aceite esencial

Respuesta	Óptimo
Rendimiento %	0.396

La respuesta óptima del rendimiento de aceite esencial para manzanilla fue de 0.396.

Según Ordoñez-Santos et al., (2019), tecnológicamente la extracción asistida por ultrasonido (UAE) se usa para extraer carotenoides y la metodología de superficie de respuesta (RSM) para la optimización de los parámetros de extracción. Se pueden tomar como parámetros de extracción el tiempo de extracción, temperatura y relación sólido-solvente.

Según Abdoul-latif et al., (2021) en Khenifra – Marruecos, la extracción del aceite esencial de manzanilla representa un rendimiento medio de 0,44% aproximado a lo que se obtuvo en la investigación 0.396% con la optimización por ultrasonido.

El modelo óptimo de superficie de respuesta para el rendimiento del aceite esencial por ultrasonido es: $\text{Rendimiento} = -2.07522 + 0.00597222 \cdot \text{Tiempo de extracción} + 0.03575 \cdot \text{Frecuencia} + 0.0769444 \cdot \text{Ratio} - 0.0000124306 \cdot \text{Tiempo de extracción}^2 - 0.0000166667 \cdot \text{Tiempo de extracción} \cdot \text{Frecuencia} + 0.000111111 \cdot \text{Tiempo de extracción} \cdot \text{Ratio} - 0.000276667 \cdot \text{Frecuencia}^2 + 0.00166667 \cdot \text{Frecuencia} \cdot \text{Ratio} - 0.0143333 \cdot \text{Ratio}^2$, hallar el modelo permite optimizar el tiempo, la potencia ultrasónica y la relación solvente/ muestra. En las investigaciones realizadas por Torres-Valenzuela et al., (2020) al igual que Rojas et al., (2019) se realizó la extracción de aceite empleando un tiempo de 40 minutos, Tobón Arroyave, (2015) water and ethanol and total phenolics were determined by the Folin Ciocalteu method; back extraction of phenolic compounds in coffee pulp was conducted by means of ultrasound under minimum conditions with solvents water, ethanol and 50 % mixture, total phenols were also determined by the same method; then proceeded to find the best conditions of frequency and time in assisted extraction ultrasound of phenolic compounds in pulp, with the mixture water-ethanol selected using a factorial design 32 completely randomized total phenols were measured by the Folin Ciocalteu; the best condition found, was quantified main chlorogenic acids and hydroxycinnamic acids by HPLC-DAD and their antiradical activity in vitro by the method of ORAC and TEAC ABTS. \n The main results are summarized as follows: the model of Rosin-Rammler was the one that best represents the values of the particle size of pulp with an r2 of 0.9929; a material rich in protein and fiber with 11.49 % and 27.493 % respectively was found; the best composition of total phenols was found by conventional extraction with methanol in the order of mg AGE 6967.213/ 100 g dry sample, but was discarded for being a regulated drug and solvent to be more harmful to health in a possible industrial use; Ultrasound-assisted extraction was found that ethanol and water were not very good in the extraction of phenolic compounds, but its mixture of 50 % was the best performance was worth mg AGE 5168.488 / 100 g sample dry; maximizing the ultrasound assisted extraction of phenolic compounds of coffee pulp was at a frequency of 45.5295 kHz and 47,5092 Khz for the complete model and produced respectively, a time of 45 minutes and a set of 300 watts, the model found also had the ability to represent a 85.54 % and 84,63 % respectively . \n For quantification of chlorogenic acids it was obtained: chlorogenic acid (971.28 ppm logra un buen rendimiento aplicando una frecuencia de 45,54 Khz y con 47,5092 Khz logra resultados similares al presente estudio.

Tobón Arroyave, (2015) water and ethanol and total phenolics were determined by the Folin Ciocalteu method; back extraction of phenolic compounds in coffee pulp was conducted by means of ultrasound under minimum conditions with solvents water, ethanol and 50 % mixture, total phenols were also determined by the same method; then proceeded to find the best conditions of frequency and time in assisted extraction ultrasound of phenolic compounds in pulp, with the mixture water-ethanol selected using a factorial design 32 completely randomized total phenols were measured by the Folin Ciocalteu; the best condition found, was quantified main chlorogenic acids and

hydroxycinnamic acids by HPLC-DAD and their antiradical activity in vitro by the method of ORAC and TEAC ABTS. \n\nThe main results are summarized as follows: the model of Rosin-Rammler was the one that best represents the values of the particle size of pulp with an r^2 of 0.9929; a material rich in protein and fiber with 11.49 % and 27.493 % respectively was found; the best composition of total phenols was found by conventional extraction with methanol in the order of mg AGE 6967.213/ 100 g dry sample, but was discarded for being a regulated drug and solvent to be more harmful to health in a possible industrial use; Ultrasound-assisted extraction was found that ethanol and water were not very good in the extraction of phenolic compounds, but its mixture of 50 % was the best performance was worth mg AGE 5168.488 / 100 g sample dry; maximizing the ultrasound assisted extraction of phenolic compounds of coffee pulp was at a frequency of 45.5295 kHz and 47,5092 Khz for the complete model and produced respectively, a time of 45 minutes and a set of 300 watts, the model found also had the ability to represent a 85.54 % and 84,63 % respectively . \n\nFor quantification of chlorogenic acids it was obtained: chlorogenic acid (971.28 ppm afirma que la aplicación del ultrasonido en la extracción incrementa ventajas a los convencionales, a esta idea la complementa Campo-Vera et al., (2018) indicando que las ventajas consisten en la disminución de tiempos y temperatura, realizando una mezcla efectiva, aumentando la transferencia de masa y energía, descenso de gradientes térmicos y de concentración, extracción selectiva, respuesta rápida al control de procesos, aumento de la tasa de producción, eliminación de microorganismos y enzimas sin destruir los nutrientes de los alimentos.

Los parámetros de optimización deseables son de 221.914 en tiempo de extracción, 83.1641 en frecuencia y 8.37935 en la ratio, estos parámetros permitirán superar los niveles de maceración como indica (X. Liu et al., 2019) transcriptome from *Chamaemelum nobile* showed that the content of the terpenoids in the roots was the highest and key genes involved in the terpenoids synthesis pathway were identified. *Chamaemelum nobile* is a widely used herbaceous medicinal plant rich in volatile oils, mainly composed of terpenoids. It is widely used in food, cosmetics, medicine, and other fields. In this study, we analyzed the transcriptome and the content and chemical composition of the terpenoids in different organs of *C. nobile*. Gas chromatography-mass spectrometry analysis showed that the total content of the terpenoids among *C. nobile* organs was highest in the roots, followed by the flowers. Illumina Hi-Seq 2500 high-throughput sequencing technology was used to sequence the transcripts of roots, stems, leaves, and flowers of *C. nobile*. We obtained 139,757 unigenes using the Trinity software assembly. A total of 887 unigenes were annotated to secondary metabolism. In total, 55,711 differentially expressed genes were screened among different organs of *C. nobile*. We identified 16 candidate genes that may be involved in the terpenoid biosynthesis from *C. nobile* and analyzed their expression patterns using real-time PCR. Results showed that the expression pattern of these genes was tissue-specific and had significant differential expression levels in different organs of *C. nobile*. Among these genes, 13 were expressed in roots with the highest levels. Furthermore, the transcript levels of these 13 genes were positively correlated with the content of α -pinene, α -phellandrene, 1,8-cineole, camphor, α -terpineol, carvacrol, (E,E.

La respuesta óptima del rendimiento de aceite esencial obtenido por el método de superficie de respuesta llega a un rendimiento de 0.396 %, sin embargo esta cantidad es menor a los obtenidos en Marruecos 0.44% Abdoul-latif et al., (2021), pero mayor al sistema por arrastre de vapor que se realizó en los laboratorios de Tarma (0.04166%), esta tecnología permite no solo aplicarlo a la extracción de aceites esenciales que es el objetivo de este estudio si no que se puede extender a la extracción de carotenoides donde con solo 28 minutos rinde 151.50 mg/100 g de cáscara seca superando a la maceración por 33%, este caso es similar pues se está superando a la tecnología se arrastre de vapor (0,04166 %) en más del 200 % (Ordoñez-Santos et al., 2019). Indudablemente los rendimientos de extracción dependen de la variedad de la materia prima, así como la ubicación de su cultivo y tiempo de recolección, así como otros factores (Tai et al., 2020) and found that main volatile compounds in German chamomile were terpenoids and those in Roman chamomile were esters. Furthermore, 24 tissues from two chamomiles were sequenced and analyzed by gene co-expression network. The results showed higher terpene synthase expression levels and more modules correlated with sesquiterpenoids in German chamomile, which may explain its high sesquiterpenoid content. In both chamomiles, unigenes in volatile compound-correlated modules were significantly enriched in pathways related to plant-pathogen interactions and circadian rhythm, demonstrating that volatile compounds of

chamomiles are influenced by these factors. There were ten times more unigenes related to plant-pathogen interactions in German chamomile than in Roman chamomile, which indicates German chamomile has higher resistance to pathogens.”;”container-title”:”Genomics”;”DOI”:”10.1016/j.ygeno.2019.10.023”;”ISSN”:”0888-7543”;”issue”:”2”;”journalAbbreviation”:”Genomics”;”language”:”en”;”page”:”1055-1064”;”source”:”ScienceDirect”;”title”:”Analysis of terpenoid biosynthesis pathways in German chamomile (*Matricaria recutita*).

CONCLUSIONES

Se determinó la eficacia a través del rendimiento de extracción de aceites esenciales de la manzanilla utilizando metodología superficie respuesta para la optimización de ultrasonido, obteniendo un 0.396 % de rendimiento, resultando significativamente eficiente. También se logró determinar el modelo óptimo de superficie de respuesta para la extracción de aceite esencial por ultrasonido, siendo igual a ($\text{Rendimiento} = -2.07522 + 0.00597222 * \text{Tiempo de extracción} + 0.03575 * \text{Frecuencia} + 0.0769444 * \text{Ratio} - 0.0000124306 * \text{Tiempo de extracción}^2 - 0.0000166667 * \text{Tiempo de extracción} * \text{Frecuencia} + 0.000111111 * \text{Tiempo de extracción} * \text{Ratio} - 0.000276667 * \text{Frecuencia}^2 + 0.00166667 * \text{Frecuencia} * \text{Ratio} - 0.0143333 * \text{Ratio}^2$).

Los parámetros de optimización deseables son de 221,914 en Tiempo de extracción, 83,1641 en frecuencia y 8,37935 en la ratio.

REFERENCIAS

- Abdoul-latif, F., Ainane, A., Oumaskour, K., Boujaber, N., Mohamed, J., & Tarik, A. (2021). CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL OF CHAMAEMELUM NOBILE (L.) ALL. *Pharmacologyonline*, 2, 449-457.
- Alexandru, L., Cravotto, G., Giordana, L., Binello, A., & Chemat, F. (2013). Ultrasound-assisted extraction of clove buds using batch- and flow-reactors: A comparative study on a pilot scale. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 167-172. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.07.011>
- Barauskienė, R., Venskutonis, P. R., & Ragažinskienė, O. (2022). Valorisation of Roman chamomile (*Chamaemelum nobile* L.) herb by comprehensive evaluation of hydrodistilled aroma and residual non-volatile fractions. *Food Research International*, 160, 111715. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111715>
- Bokelmann, J. M. (2022). 35 - Chamomile, German (*Matricaria recutita*/chamomilla) and Chamomile, Roman (*Chamaemelum nobile*): Flower. En J. M. Bokelmann (Ed.), *Medicinal Herbs in Primary Care* (pp. 269-277). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-84676-9.00035-0>
- Campo-Vera, Y., Gélvez-Ordoñez, V. M., Ayala-Aponte, A., Campo-Vera, Y., Gélvez-Ordoñez, V. M., & Ayala-Aponte, A. (2018). ULTRASONIDO EN EL PROCESAMIENTO (HOMOGENIZACIÓN, EXTRACCIÓN Y SECADO) DE ALIMENTOS. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(1), 102-113. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.628>
- Dash, D. R., Pathak, S. S., & Pradhan, R. C. (2021). Extraction of oil from *Terminalia chebula* kernel by using ultrasound technology: Influence of process parameters on extraction kinetics. *Industrial Crops and Products*, 171, 113893. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113893>

- Farhoudi, R., & Lee, D.-J. (2017). P 021—Chemical constituents and antioxidant properties of *Matricaria recutita* and *Chamaemelum nobile* essential oil growing in south west of Iran. *Free Radical Biology and Medicine*, 108, S24. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2017.04.106>
- Ghaedi, M., Naghiha, R., Jannesar, R., dehghanian, N., Mirtamizdoust, B., & pezeshkpour, V. (2015). Antibacterial and antifungal activity of flower extracts of *Urtica dioica*, *Chamaemelum nobile* and *Salvia officinalis*: Effects of Zn[OH]₂ nanoparticles and Hp-2-minh on their property. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 32, 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.09.007>
- Guan, W., Li, S., Yan, R., Tang, S., & Quan, C. (2007). Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry*, 101(4), 1558-1564. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.009>
- Guimarães, R., Barros, L., Dueñas, M., Calheta, R. C., Carvalho, A. M., Santos-Buelga, C., Queiroz, M. J. R. P., & Ferreira, I. C. F. R. (2013). Nutrients, phytochemicals and bioactivity of wild Roman chamomile: A comparison between the herb and its preparations. *Food Chemistry*, 136(2), 718-725. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.025>
- Kant, R., & Kumar, A. (2022). Review on essential oil extraction from aromatic and medicinal plants: Techniques, performance and economic analysis. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 30, 100829. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100829>
- Kimbaris, A. C., Siatis, N. G., Daferera, D. J., Tarantilis, P. A., Pappas, C. S., & Polissiou, M. G. (2006). Comparison of distillation and ultrasound-assisted extraction methods for the isolation of sensitive aroma compounds from garlic (*Allium sativum*). *Ultrasonics Sonochemistry*, 13(1), 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2004.12.003>
- Liu, X., Wang, X., Chen, Z., Ye, J., Liao, Y., Zhang, W., Chang, J., & Xu, F. (2019). De novo assembly and comparative transcriptome analysis: Novel insights into terpenoid biosynthesis in *Chamaemelum nobile* L. *Plant Cell Reports*, 38(1), 101-116. <https://doi.org/10.1007/s00299-018-2352-z>
- Liu, Z., Li, H., Cui, G., Wei, M., Zou, Z., & Ni, H. (2021). Efficient extraction of essential oil from *Cinnamomum burmannii* leaves using enzymolysis pretreatment and followed by microwave-assisted method. *LWT*, 147, 111497. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111497>
- Ordoñez-Santos, L. E., Martínez-Girón, J., Rodríguez-Rodríguez, D. X., Ordoñez-Santos, L. E., Martínez-Girón, J., & Rodríguez-Rodríguez, D. X. (2019). Extraction of total carotenoids from peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) peel by means of ultrasound application and vegetable oil. *DYNA*, 86(209), 91-96. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.74840>
- Rojas, T., Fuentes Campos, M. E., Contreras-López, E., Gómez, S., & Muñoz-Jáuregui, A. M. (2019). Extracción asistida

por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(2), 258-267.

Roldán-Gutiérrez, J. M., Ruiz-Jiménez, J., & Luque de Castro, M. D. (2008). Ultrasound-assisted dynamic extraction of valuable compounds from aromatic plants and flowers as compared with steam distillation and superheated liquid extraction. *Talanta*, 75(5), 1369-1375. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.01.057>

Tacherfiout, M., Kherbachi, S., Kheniche, M., Mattonai, M., Degano, I., Ribechini, E., & Khettal, B. (2022). HPLC-DAD and HPLC-ESI-MS-MS profiles of hydroalcoholic extracts of *Chamaemelum nobile* and *Mentha pulegium*, and study of their antihemolytic activity against AAPH-induced hemolysis. *South African Journal of Botany*, 150, 678-690. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.08.001>

Tai, Y., Ling, C., Wang, C., Wang, H., Su, L., Yang, L., Jiang, W., Yu, X., Zheng, L., Feng, Z., Liu, C., & Yuan, Y. (2020). Analysis of terpenoid biosynthesis pathways in German chamomile (*Matricaria recutita*) and Roman chamomile (*Chamaemelum nobile*) based on co-expression networks. *Genomics*, 112(2), 1055-1064. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2019.10.023>

Tobón Arroyave, N. de la C. (2015). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.) variedad Castillo. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1800>

Torres-Valenzuela, L. S., Serna-Jiménez, J. A., Pinto, V., & Vargas, D. (2020). Evaluation of conditions of ultrasound assisted extraction of yellow pitahaya peel bioactive compounds. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(1), 70-83. <https://doi.org/10.22507/rli.v17n1a6>

Características fisicoquímicas del mango (*mangifera indica* L) en dos variedades para su comercialización en la provincia de Chanchamayo – Junín

Physicochemical characteristics of mango (*mangifera indica* L) in two varieties for marketing in the province of Chanchamayo - Junín

Jimmy Pablo Echevarria Victorio 

Rafael Julián Malpartida Yapias 

César Raúl Castro Galarza 

Willian Pérez Sulicaray 

¹²³⁴ Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Junín, Perú

Presentado:
16/07/2023

Publicado:
31/07/2023

Autor corresponsal:
Jimmy Pablo Echevarria Victorio
Correro:
jechevarria@unaat.edu.pe
Universidad Nacional Autónoma
Altoandina de Tarma
Junín, Perú

Para citar este artículo:

Echevarria Victorio , J. P., Malpartida Yapias, R. J., JCastro Galarza, C., R., & Pérez Sulicaray, W. (2023). Características fisicoquímicas del mango (*mangifera indica* L) en dos variedades para su comercialización en la provincia de Chanchamayo – Junín. *Revista Científica Kanyú*, 1 (1), p. 56-66.

RESUMEN

El mango es una fruta con un gran valor nutricional y rico en compuestos, como flavonoides, los glucósidos de xantona y los taninos bioactivos antioxidantes, antiinflamatorios, esto para poder prevenir el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Los antecedentes demuestran los beneficios que nos da el mango debido a ellos es que se estudió las variedades del mango provenientes de la selva central Chanchamayo y el objetivo fue realizar los análisis fisicoquímicos para dar a conocer los beneficios con respecto a las características obtenidas. Obteniendo los siguientes resultados de las variedades Haden y Kent en humedad es de 82,07% y 83.92%, valor superior al obtenido por Manayay (2015), quien reporta 82,30% de humedad y valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 85,09 % de humedad, en proteína se obtuvo 0,42% y valor superior al obtenido por Manayay (2015), quien reporto 0,41% y en proteína se obtuvo 0,47%, valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 0,53%, en Energía total se obtuvo 71,42% y 64,02% en Kent; se puede concluir que las características químico proximal y fisicoquímico de las variedades Haden y Kent cultivados en Chanchamayo, Perú benefician los requisitos de la Norma NMX-FF058-SCFI-2006.

Palabras clave: Mango, Haden, Kent, físico-químicos y antioxidantes.

ABSTRACT

Mango is a fruit with a great nutritional value and rich in compounds such as flavonoids, xanthone glycosides and bioactive antioxidant tannins, anti-inflammatory, this to prevent cancer and cardiovascular diseases. The background shows the benefits that the mango gives us because of them is that we studied the varieties of mango from the central jungle Chanchamayo and the objective was to perform physicochemical analysis to publicize the benefits with respect to the characteristics obtained. Obtaining the following results of the Haden and Kent varieties in humidity is 82.07% and 83. 92%, higher value than obtained by Manayay (2015), who reports 82.30% moisture and lower value than obtained by Capcha and Cruz (2019), who report 85.09 % moisture, in protein was obtained 0.42% and higher value than obtained by Manayay (2015), who reported 0.41% and in protein was obtained 0.47%, lower value than obtained by Capcha and Cruz (2019), who report 0.53%, in total energy was obtained 71.42% and 64.02% in Kent; it can be concluded that the proximal chemical and physicochemical characteristics of the Haden and Kent varieties grown in Chanchamayo, Peru benefit the requirements of the NMX-FF058-SCFI-2006 Standard.

Keywords: Mango, Haden, Kent, physical-chemical and antioxidants.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del mango se da más al norte del país generando ingresos a la región por el incremento de empresas procesadoras, por el potencial nutracéutico. El mango es buena fuente de ácido ascórbico, fructosa, fibras dietéticas solubles e insolubles y lípidos funcionales. Además, contienen compuestos fenólicos monoméricos y poliméricos con potencial antiobesogénico, antiinflamatorio, anticancerígeno y antidiabético asociado. La selva central también es productora de mango de las variedades Haden, Kent y Tommy Atkins, especialmente en la provincia de Chanchamayo y distritos de la Merced y San Ramón, según los datos de cultivo solo se produce el 5% a nivel nacional, es necesario incrementar la producción del cultivo y dar a conocer estas propiedades y beneficios antes mencionados, es por ello que con esta investigación se dé a conocer estas propiedades y beneficios para poder incrementar su producción y transformación y así incrementar su venta a nivel nacional e internacional generando ingresos a los productores, comercializadores, transformadores de esta provincia y la región.

En la última década se evidencia un crecimiento progresivo del cultivo de mango en las variedades mencionadas, por ello Juan Carlos Rivera, gerente de APEM manifiesta que la producción de Perú se envía principalmente de manera fresca (60%), congelado (20%), pulpa (5%) y jugo (5%). Siendo el destino más importante el europeo (68%) seguido de Estados Unidos (25%).

Gráfico 1

Agrobanco

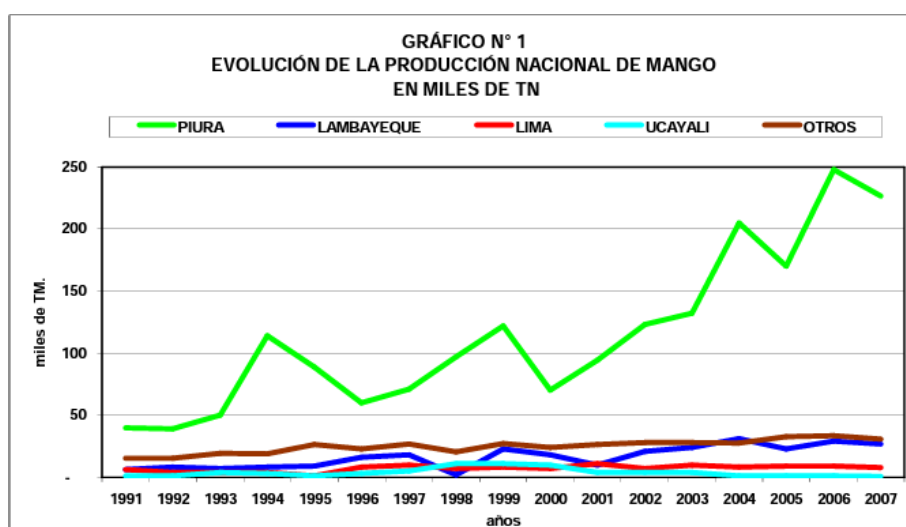
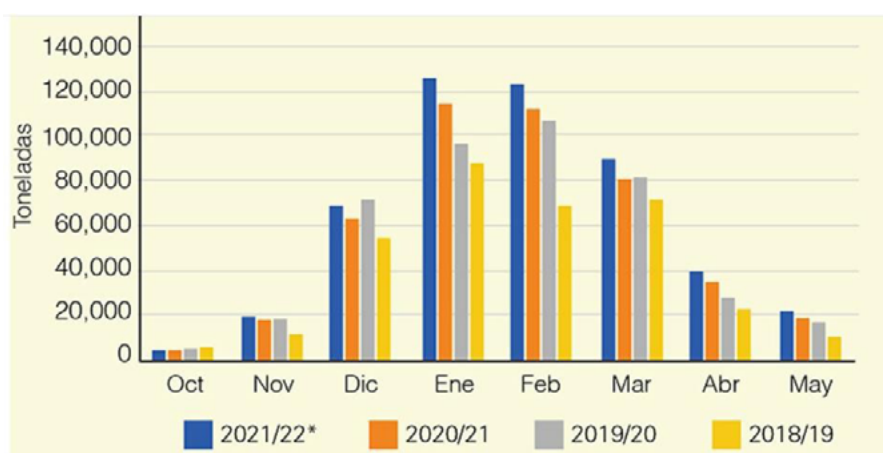


Gráfico 2

Sunat, freshfruit



Considerando estas estadísticas de las exportaciones a diferentes países, no está considerada la selva peruana como productor de mango es por ello que se debe conocer que características físico químicas tienen estas variedades de cultivares para poder dar a conocer sus beneficios nutricionales y así incrementar su comercialización en diferentes presentaciones que se puede dar al cultivo del mango.

El mango se consume principalmente tanto en el mercado nacional como internacional en su estado fresco. Sin embargo, también se aprovecha en la creación de diferentes productos agroindustriales, como jugos, néctares, rodajas y tiras deshidratadas, harinas, congelados y mermeladas. Estos productos, a su vez, pueden ser combinados con otras frutas tropicales, que son especialmente preferidas en el mercado europeo. Además, es posible elaborar derivados como rebanadas de mango congeladas, mango deshidratado y conservas de mango, como purés, mermeladas y almíbar, que tienen una demanda significativa en el mercado internacional.

Estos subproductos agroindustriales también pueden servir como ingredientes base para la fabricación de helados, sorbetes, refrescos, alimentos para bebés, productos de repostería y dulces. En términos generales, la pulpa concentrada y congelada puede ser utilizada para consumo directo, mientras que las rebanadas congeladas pueden ser empleadas como decoración en productos de repostería.

Fundamentación Científica.

Se comparó tres métodos de secado (HAD, FIRD y VFD) en rodajas de mango para mejorar la calidad del producto y reducir los costos. Los resultados indicaron que el método de secado FIRD fue el más rentable y produjo el mango seco con la mayor relación azúcar-ácido. Además, cuando se secó a 70 °C con rodajas de mango de 7 mm de grosor, el contenido de ácido ascórbico, la relación de rehidratación, la relación azúcar-ácido y el consumo de energía por unidad de volumen alcanzaron valores de $56,84 \pm 2,38$ mg/100 g, $2,41 \pm 0,05$, $83,87 \pm 2,14$ y $0,53$ kWh/L, respectivamente. También comparó tres modelos matemáticos para describir el comportamiento de secado de las rodajas de mango en FIRD, y encontró que el modelo de Page fue el más satisfactorio (Lin et al., 2023).

El uso de MLE (extracto de hojas de Moringa oleifera) como inhibidor de la corrosión del zinc en un medio de NaOH. Se realizó análisis cualitativos y cuantitativos del extracto para determinar su composición. Para evaluar la inhibición de la corrosión, se utilizaron técnicas termométricas y gravimétricas. En el método termométrico, se obtuvo un número de reacción para determinar la eficacia del extracto en la inhibición de la corrosión del zinc en soluciones de NaOH tanto inhibidas como no inhibidas. Por otro lado, en el método gravimétrico se utilizaron técnicas de diseño experimental para evaluar la inhibición de la corrosión. Se encontró que el extracto estaba compuesto principalmente de flavonoides, alcaloides y taninos en concentraciones de 471,7, 458,3 y 115,0 mg/100 g, respectivamente (Omotoma, Onukwuli, and Nevo 2023).

Se demuestra que la espectroscopia de reflectancia resuelta en el tiempo (TRS) y el coeficiente de absorción μ_{540} pueden utilizarse como una técnica no destructiva para evaluar el grado de madurez del mango individual y controlar la calidad de la fruta durante su almacenamiento y comercialización. Los resultados indican que μ_{540} está altamente correlacionado con los parámetros de color de la pulpa y el contenido de carotenoides, lo que lo convierte en un índice de madurez para la fruta del mango.

El factor de cambio biológico se produjo para modelar el μ_{540} y verificar su capacidad para evaluar el grado de madurez de la fruta de mango individual. Se encontró que el μ_{540} aumentaba durante la maduración siguiendo un modelo logístico/exponencial, con una tasa más rápida en frutos menos maduros que en frutos más maduros. Además, los cambios en el color de la pulpa durante la maduración del mango dependieron de la madurez de la fruta y el tiempo de vida útil a 20 °C. (Vanoli et al. 2023).

La aplicación poscosecha de fenilalanina afecta la tolerancia de la fruta de mango a temperaturas frías subóptimas el almacenamiento. Se encontró que la fenilalanina redujo la producción y las lesiones por frío en la fruta de mango después de un almacenamiento en frío subóptimo. Además, se encontró que la fenilalanina indujo

genes relacionados con las interacciones planta-patógeno, la transducción de señales de hormonas vegetales y la vía fenilpropanoide, lo que resultó en un aumento en los niveles de flavonoides, antocianinas y antioxidantes, y una reducción en la peroxidación lipídica y los aldehídos volátiles. En conclusión, el tratamiento con fenilalanina mejora la tolerancia al enfriador de la fruta del mango a través de la regulación de vías metabólicas y relacionadas con la defensa (Kumar Patel et al. 2023).

Este estudio demostró que el recubrimiento con CMC (1%) puede mejorar significativamente la calidad y la vida útil de las frutas del mango Dashehari. El recubrimiento de CMC (1%) ayudó a mantener la calidad de la fruta mediante la reducción de la PLW y la caries, y mejoró los compuestos bioactivos como el TA, AA, TCC, TPC y capacidad antioxidante en comparación con las frutas control. Además, las frutas recubiertas con CMC también adquirieron más altas en las pruebas sensoriales después del almacenamiento. Estas conclusiones demostraron que el recubrimiento con CMC podría ser una estrategia efectiva para mejorar la calidad y la vida útil de las frutas del mango Dashehari, lo que podría beneficiar a los productores y consumidores (Gupta et al., 2023)

Las imágenes hiperespectrales visibles e infrarrojas cercanas (400-1000 nm) para desarrollar un modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS) para predecir el contenido sólido soluble (SSC) del mango, que es un indicador importante de su calidad. Se compararon cinco modelos de preprocesamiento de banda completa y tres métodos de selección de variables para identificar las longitudes de onda características que se utilizaron para construir modelos de regresión PLS. El modelo SNV-CARS-PLS mostró el mejor rendimiento de predicción, con un coeficiente de rendimiento de 0,9001 y un error cuadrático medio de raíz de 0,6162 (Tian et al. 2023).

Los reguladores clave en los tejidos de brotes y flores que disminuyen la vida útil de la fruta del mango. Para ello, se secuenció el ARN de genotipos contrastantes con vida útil corta y larga y se comparó la vía de expresión diferencial de los genotipos de mango de larga vida útil (Totapuri) y vida útil corta (Bombay Green). Se encontró un total de 177 genes altamente elevados diferencialmente, de los cuales 101 pertenecen a la vía del retículo endoplásmico y pocos pertenecen a la vía de las giberelinas y del ácido jasmónico. Los genes de la vía del retículo endoplásmico como hsp 90, SRC2, DFRA, CHS, BG3 y ASPG1 están regulados principalmente en Bombay Green. El gen EIL1 de la vía insensible al etileno también está regulado en Bombay Green, mientras que el gen CAD1 de la vía fenilpropanoide está regulado principalmente en Bombay Green. Además, se extrajeron 4 SSR y 227 SNP de estas vías específicas para la vida útil. En resumen, este estudio proporciona información valiosa sobre los reguladores clave presentes en los tejidos de brotes y flores que florecen la vida útil de la fruta del mango (Sharma et al., 2023)

Se centró en el mango solitario Sein Ta y en el uso de imágenes de reflectancia y fluorescencia para evaluar su nivel de madurez. Se descubrió que las imágenes de fluorescencia pueden proporcionar información valiosa sobre la acumulación de compuestos de fluorescencia azulada en las manchas lentizas en la superficie del mango. Los investigadores evaluaron las características de color y textura de las imágenes de reflectancia y fluorescencia y desarrollaron un modelo de predicción de madurez utilizando la Regresión Mínima Cuadrática Parcial (PLSR) (al Riza et al. 2023).

Se examinó el proceso de maduración tanto en la planta como fuera de ella en frutos de mango, variante Bocado, pertenecientes a la especie *Mangifera indica* L. Estos frutos fueron obtenidos de El Batatillo, municipio Candelaria, estado Trujillo. La recolección se llevó a cabo cuando los mangos estaban fisiológicamente maduros y luego se colocaron en condiciones de almacenamiento con una temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 80-90%, hasta que alcanzaron la madurez apta para el consumo (denominado como T1). Posteriormente, se recolectaron frutos que habían alcanzado el estado de madurez adecuado para el consumo (llamado T2). Estos frutos se seleccionaron de manera uniforme en términos de tamaño, forma, color, y sin presentar daños mecánicos o fitosanitarios, y la recolección se realizó por la mañana. (Sagrario Briceño *, Judith Zambrano *, Willian Materano)

El mango de azúcar es una variante colombiana caracterizada por su tamaño pequeño, baja cantidad de

fibras, aroma agradable y sabor delicioso. Este estudio se enfocó en evaluar la capacidad antioxidante de esta fruta en diferentes etapas de maduración utilizando métodos FRAP y DPPH, los cuales se relacionaron con evaluaciones visuales y mediciones en la escala CIELab. Además, se analizaron las propiedades nutricionales y se determinó el valor ORAC del mango cuando alcanza su madurez completa. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas sensoriales con dos formulaciones de mango maduro, una endulzada con sacarosa y otra con sucralosa, utilizando una evaluación afectiva de aceptación y una escala Hedónica. Los resultados obtenidos revelaron lo siguiente: la clasificación basada en la inspección visual se alineó con las observaciones en la escala CIELab. Se encontró que el mango en su estado verde contiene un 45% más de flavonoides que cuando está completamente maduro. Los niveles de carotenoides, así como los valores de DPPH y FRAP, se mantuvieron similares en las diversas etapas de maduración. En relación con las pruebas sensoriales, un 94% de los panelistas manifestaron su aceptación del néctar endulzado con sucralosa, mientras que el porcentaje fue del 89,1% para la variante con sacarosa. En resumen, los resultados sugieren que el mango de azúcar, junto con un producto tipo néctar elaborado con esta fruta, poseen propiedades antioxidantes y compuestos bioactivos beneficiosos para la salud, además de destacar características nutricionales favorables. (Corrales-Bernal et al., 2014)

El mango ostenta el título de ser la fruta más solicitada a nivel global. Sirve como componente fundamental en la creación de jugos, mermeladas, conservas y refrescantes bebidas. A través de distintas investigaciones, se han logrado identificar las fracciones volátiles presentes, evaluar la estabilidad de las pulpas y explorar su idoneidad para procesamiento industrial. Este artículo compila algunas de las investigaciones significativas realizadas en Colombia en relación con este tema (GROSSO, 2007)

Por otro lado, en otro estudio se exploró el aprovechamiento del mango común (*Mangifera indica* L.) como fuente de material vegetal con alto contenido de lignocelulosa. Este material se sometió a tratamientos de hidrólisis con el propósito de convertir sus polisacáridos en azúcares fermentables. Se aplicaron diversas formas de hidrólisis, incluyendo hidrólisis ácida con diferentes concentraciones de ácido sulfúrico diluido, hidrólisis enzimática con distintas concentraciones de enzimas comerciales y condiciones estándar, y hidrólisis térmica a diferentes temperaturas. Se realizaron pruebas para medir la concentración de azúcares totales, azúcares reducidos y el porcentaje de residuos de celulosa y hemicelulosa en cada tratamiento. Los resultados permitieron identificar los tratamientos más efectivos y combinarlos para obtener los mejores resultados en términos de generación de metabolitos fermentables. (Ospina Henao, Hernández Rodríguez y Lozano Moreno, 2012).

El objetivo caracterizar los atributos de calidad de tres variedades de mango (Tainong, Xiangya y Jinhuang) mediante la determinación de los principales índices de calidad del mango y el establecimiento de un modelo integral de puntuación de calidad del mango a través del análisis de componentes principales (PCA). Los compuestos volátiles del sabor del mango se analizaron mediante la tecnología HS-SPME-GC-MS y se evaluaron minuciosamente sus características de calidad y procesamiento. Los resultados mostraron que el contenido de sólidos solubles, el azúcar total y la relación ácido-azúcar de Jinhuang fueron los más altos, con un 19 %, 24,18 mg/g y 10,86, respectivamente. El contenido de vitamina C y fenol total en Tainong fueron los más altos, con 9,52 mg/100 gy 1,03 mg/g, respectivamente. Los resultados del análisis PCA mostraron que el puntaje general de Tainong fue el más alto, lo que indica que su calidad general fue la mejor, seguida por Jinhuang, y Xiangya obtuvo la puntuación general más baja. Se detectó un total de 116 compuestos volátiles de los tres mangos mediante HS-SPME-GC-MS, incluidos principalmente olefinas, fenoles y aldehídos. Los compuestos volátiles de Tainong y Xiangya fueron principalmente olefinas, con contenidos relativos de 45,52% y 58,12%, respectivamente. Los compuestos volátiles de Jinhuang fueron principalmente fenoles, con un contenido relativo de 56,88%. Se identificaron quince compuestos clave del sabor de las tres variedades de mango a través del análisis del valor de actividad relativa (ROAV). Entre ellos, el (E,Z)-2,6-nonadienal fue el que más contribuyó al aroma en Tainong y Xiangya, mientras que el 3-hexenal fue el que más contribuyó al aroma en Jinhuang. Tainong tenía un aroma cítrico y dulce, Xiangya tenía un sabor a pepino, y Jinhuang tenía un sabor especial a madera, principalmente aportado por 2,4-di-terc-butilfenol. Un análisis exhaustivo mostró que Tainong y Xiangya eran adecuadas para el procesamiento profundo, mientras que Jinhuang

era más adecuada para el consumo en fresco (Huang et al. 2023).

El desarrollo de un sistema de clasificación no destructivo y automatizado paramangos utilizando características de GLCM, GLRM y espectroscopia NIR. Además, se utiliza un modelo de PCA basado en parches para reducir la dimensionalidad y un clasificador de conjunto que combina SVM, RF, ANN y KNN. Se utiliza un modelo metaheurístico mejorado basado en el algoritmo de optimización de ballenas (LBWO) para ajustar el peso de la tercera RNA de manera óptima. Este sistema permite clasificar los mangos en tres categorías basadas en sus características internas, lo que puede ayudar a mejorar la eficiencia del proceso de clasificación y mejorar la calidad de los productos (Tripathi & Maktedar, 2023)

El mango:

El mango tiene su origen en Asia, en particular en el noreste de la India y el norte de Birmania, en proximidad del Himalaya. La expansión de su cultivo se inició principalmente en el sureste asiático y más tarde se extendió al archipiélago Malayo. Los portugueses fueron los primeros en introducirlo en el continente africano, desde donde llegó a las costas de Brasil, propagándose posteriormente a otras regiones de América (Anon; Quintero et al., 2013).

Taxonomía:

Reino : Vegetal

Clase : Angiospermae

Subclase : Dicotyledoneae

Orden : Sapindae

Familia : Anacardiaceae

Género : Mangifera

Especie : Mangifera indica L.

Descripción botánica La especie Mangifera indica, conocida como “el monarca de las frutas tropicales”, presenta árboles de gran vigor que pueden crecer hasta una altura de 20 metros. Su tronco es recto y se ramifica en brazos robustos, conformando una forma piramidal distintiva. Las hojas son alargadas y de un vivo tono verde, mientras que las frutas, de forma ovalada, exhiben un color verde que va tornándose amarillo a medida que maduran. Están protegidas por una cáscara semi-dura, y su pulpa, fibrosa y adherida a una semilla gruesa, es fácil de germinar. Las flores, con tonos amarillo-verdosos, adoptan la forma de gajos y se encuentran ubicadas en pecíolos largos. Las raíces, de desarrollo profundo y ramificado, se anclan con solidez en el suelo (Mamani Calcina, 2019).

Variedades

Mulgoba:

El fruto posee un tamaño mediano, con una forma oval-globosa que mide entre 9 y 12 cm de longitud, y una anchura de 7 a 9 cm. Su color es un amarillo intenso, con ocasional presencia de tonos rojos en la punta y cerca del pedúnculo. En su superficie se aprecian pequeños puntos de color amarillo pálido. La cáscara, gruesa y robusta, se mantiene fuertemente adherida. La pulpa, de tonalidad amarillo naranja, se presenta suave y libre de fibras, caracterizada por un aroma y sabor agradables, aunque con un toque de picante. Las semillas son de considerable longitud. Este tipo de mango es particularmente adecuado para climas secos, siendo cultivado en Florida y habiéndose probado también su cultivo en Israel e Islas Canarias (Pino et al., 2005).

Amini:

De tamaño reducido y con una forma similar a la de un riñón; su peso varía entre 170 y 200 g, mientras que sus dimensiones oscilan entre 7 y 9 cm de largo y 7 a 8 cm de ancho. Presenta un color verde amarillento, que tiende al escarlata en la base, y cuenta con pequeñas marcas de color amarillo pálido en su superficie. La cáscara, que es de grosor considerable, se caracteriza por tener una textura lisa. La pulpa, de alta calidad, se distingue por su ausencia de fibras, su tonalidad rojizo pálido y su alta jugosidad. Las semillas son delgadas y de forma ovalada. Asimismo, este tipo de mango también se cultiva en las Islas Canarias (Quintero et al., 2013)

Pairi:

Tiene un tamaño regular y adopta una forma ovalada, con un peso que oscila entre 200 y 300 g. Sus dimensiones comprenden 7 a 9 cm de longitud y 7 a 8 cm de ancho. Presenta una coloración verde amarillenta, con tonos escarlatas en la base y pequeñas manchas de un amarillo blancuzco en su superficie. La cáscara, de grosor moderado, se distingue por su textura. La pulpa, de un tono amarillo naranja, es compacta y jugosa, carente de fibras, de sabor dulce y con un aroma notable. Las semillas son de mayor tamaño. Si bien es originario de Florida, también se cultiva en Canarias, Israel y Hawai (Quintero et al., 2013).

Camboyana:

De tamaño estándar y con una forma alargada, mide entre 10 y 12 cm de longitud, así como entre 6 y 7 cm de ancho. Su color es verde amarillo, con apenas algunas marcas; su cáscara, delgada y suave. La pulpa, de alta calidad y sin fibras, se presenta en un tono amarillo intenso, con una gran jugosidad y un sabor aromático con un ligero toque ácido. Esta variedad es ampliamente cultivada en Camboya, su lugar de origen.

Sansersha

De tamaño considerable, variando entre 500 g y un kilogramo, presenta una forma semejante a la de una pera, con dimensiones de 17 a 22 cm de longitud y 9 a 11 cm de ancho. Su color predominante es un amarillo intenso, con matices ligeramente rojizos, y se caracteriza por la presencia de numerosas marcas pequeñas en tonalidades amarillo grisáceo. Esta variedad se destaca por su idoneidad para la elaboración de conservas, aunque su consumo fresco es menos favorecido. Su pulpa es carnosa, exhibe una jugosidad regular, carece de fibras y presenta un ligero matiz ácido en su sabor. La semilla, por su parte, muestra una forma curvada y es de grosor reducido (CULTIVO DE MANGO, SIEMBRA, FERTILIZACIÓN, RECOLECCIÓN, s.f.)

Kent

De dimensiones amplias (500 a 800 g) y con un tono amarillo anaranjado que se tiñe de matices rojizos al madurar. Su forma es ovalada y orbicular, y su sabor resulta agradable, siendo jugoso y con una baja presencia de fibras, además de contar con un alto contenido de azúcares. Se trata de una variedad de maduración semi-tardía (Sagrario Briceño *, Judith Zambrano *, Willian Materano * s.f.-b).

Haden

Posee un tamaño medio a grande (380 – 700 g) y durante su madurez adquiere una tonalidad rojo-amarilla, con áreas de color rojo intenso. Tiene una forma ovalada, pulpa firme y se caracteriza por su agradable color y sabor. Esta variedad pertenece a la categoría de media estación.

Tommy Atkins

De generosas dimensiones (600 g), muestra una forma oblonga y oval, siendo resistente a daños mecánicos y con una mayor durabilidad. Sin embargo, no sobresale en términos de sabor y aroma. A pesar de ello, es la variedad más común en los mercados y se caracteriza por su maduración tardía.

METODOLOGÍA

Se realizó un reconocimiento de las variedades de cultivares de mango en toda la provincia de Chanchamayo, después de realizar una selección de tamaño y diámetro en su primera etapa en los campos, se trasladará a los laboratorios de la UNAAT, donde se determinará las características físico - químicas con los protocolos correspondientes.

- Determinación de humedad.
- Determinación de proteína.
- Determinación de lípidos.
- Determinación de carbohidratos.
- Determinación de cenizas.

Área de estudio

El área de estudio es toda la provincia de Chanchamayo, distrito de San Ramon, La Merced y los análisis se realizarán en los laboratorios de CENASAC certificación nacional de alimentos SAC.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados del análisis físicoquímico proximal de las variedades Haden y Kent del fruto de mango se presentan en la tabla 1 y 2.

Tabla 1

Análisis químico proximal de la variedad de mango Haden

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Humedad (%)	82,08	82,05	82,07
Grasa (%)	0,29	0,29	0,29
Proteína (%)	0,43	0,41	0,42
Ceniza (%)	0,44	0,44	0,44
Carbohidratos (%)	16,76	16,76	16,76
Energía total (Kcal/100g)	71,37	71,46	71,42

De la tabla 1, se puede observar que la variedad de mango Haden obtienen un contenido promedio de proteínas (0,42%). Además, se puede observar que la variedad mango Haden son los frutos que obtienen un contenido promedio de energía total 71,42 Kcal/100g.

Tabla 2

Análisis fisicoquímico proximal de la variedad de mango Kent

Análisis	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Humedad (%)	83,90	83,94	83,92
Grasa (%)	0,33	0,35	0,34
Proteína (%)	0,48	0,46	0,47
Ceniza (%)	0,51	0,49	0,50
Carbohidratos (%)	14,78	14,76	14,77
Energía total (Kcal/100g)	64,01	64,03	64,02

De la tabla 2, se puede observar que la variedad de mango Haden obtienen un contenido promedio de proteínas (0,47%). Además, se puede observar que la variedad mango Kent son los frutos que obtienen un contenido promedio de energía total 64,02 Kcal/100g.

Caracterización fisicoquímica

Los resultados del análisis fisicoquímico de las variedades Haden y Kent del fruto de mango se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3

Análisis fisicoquímico (pH) de las variedades del fruto de mango

Variedad	Resultado 1	Resultado 2	Promedio
Haden	3,80	3,82	3,81
Kent	4,02	4,04	4,03

DISCUSIÓN

Químico proximal

El contenido de humedad de la variedad Haden de mango fue de 82,07%, valor superior al obtenido por Manayay (2015), quien reporta 82,30% de humedad, en proteína se obtuvo 0,42%, valor superior al obtenido por Manayay (2015), quien reporta 0,41%, en Energía total se obtuvo 71,42%; para esta investigación la muestra se obtuvo de la provincia de Chanchamayo.

El contenido de humedad de la variedad Kent de mango fue de 83,92%, valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 85,09 % de humedad, en cenizas se obtuvo 0,50%, valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 2,67%, para la grasa se obtuvo 0,34%, valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 0,43%, en proteína se obtuvo 0,47%, valor inferior al obtenido por Capcha y Cruz (2019), quienes reportan 0,53%, en Energía total se obtuvo 64,02%; para esta investigación la muestra se obtuvo de la provincia de Chanchamayo – Junín, mientras que Capcha y Cruz, recolectaron en la localidad de Piura. Estas diferencias pueden ser debido a la procedencia de los frutos

Fisicoquímico

El resultado del pH promedio obtenido de la variedad Kent de mango fue de 4,03; este valor es mayor al de la variedad Haden del mango (3,81). El resultado de la variedad Kent es similar al obtenido por Carrera, Delvalle y Ramón (2008).

CONCLUSIONES

Las características fisicoquímico de las variedades Haden y Kent cultivados en Chanchamayo, Perú satisfacen los requerimientos de la Norma NMX-FF058-SCFI-2006 de calidad de mango fresco para comercio nacional, y la variedad Tommy Atkins.

La variedad Tommy Atkins es una variedad que solo se cultiva en viveros y en poca cantidad por sus características fenológica son muy sensibles es por ellos que se descartó hacer el análisis y comparación ya que se desea obtener cuales son las resistentes y con buenas características para su comercialización.

Las variedades Haden y Kent tiene buenas características según las normas son aceptables para su comercialización, por su manejo agronómico y bajo costo se cuenta en grandes cantidades en la provincia de Chanchamayo para su transformación y comercialización a diferentes mercados del país o el extranjero

REFERENCIAS

- Al Riza, D. F., Rulin, C., Tun, N. T. T., Yi, P. P. L., Thwe, A. A., Myint, K. T., & Kondo, N. (2023). Mango (*Mangifera indica* cv. Sein Ta Lone) ripeness level prediction using color and textural features of combined reflectance-fluorescence images. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11. <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2022.100477>
- Corrales-Bernal, A., Maldonado Camila, M. E., Urango, L. A., Franco, M. E. C., & Rojano, B. A. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: Características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición*, 41(3), 312–318. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
- CULTIVO DE MANGO, SIEMBRA, FERTILIZACIÓN, RECOLECCIÓN. (n.d.). Retrieved September 20, 2021, from <https://encolombia.com/economia/agroindustria/cultivo/cultivodemangocontenido/>
- Dussán-Sarria, S., Torres-León, C., & Hleap-Zapata, J. I. (2014). Efecto de un recubrimiento comestible y de diferentes empaques durante el almacenamiento refrigerado de mango Tommy Atkins mínimamente procesado. *Información Tecnológica*, 25(4), 123–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000400014>
- El poder de... El mango - El Poder del Consumidor. (n.d.). Retrieved September 20, 2021, from <https://elpoderdelconsumidor.org/2016/02/el-poder-de-el-mango/>
- GROSSO, G. S. (2007). Avances en la caracterización, conservación y procesamiento del mango (*Mangifera indica* L.) en Colombia. In *Revista Edu-Física* (Vol. 2, Issue 1).
- Gupta, V., Meena, N. K., Sharma, Y. K., & Choudhary, K. (2023). Comparative study of different polysaccharide-based edible coatings on physicochemical attributes and bioactive compounds of mango cv. Dashehari fruits. *EFood*, 4(1). <https://doi.org/10.1002/EFD2.55>
- Huang, L., Yuan, Y., Chen, L., Yang, M., Peng, Z., Lu, X., & Gao, X. (2023). Comprehensive Evaluation of Quality Characteristics of Different Mango Varieties Based on Principal Component Analysis and HS-SPME-GC-MS Technology. *Science and Technology of Food Industry*, 44(3), 297–306. <https://doi.org/10.13386/J.1002-0306.2022040221>
- Kumar Patel, M., Fanyuk, M., Feynberg, O., Maurer, D., Sela, N., Ovadia, R., Oren-Shamir, M., & Alkan, N. (2023). Phenylalanine induces mango fruit resistance against chilling injuries during storage at suboptimal temperature. *Food Chemistry*, 405. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2022.134909>
- Lin, Q., Zong, X., Lin, H., Huang, X., Wang, J., & Nie, S. (2023). Based on quality, energy consumption selecting optimal drying methods of mango slices and kinetics modelling. *Food Chemistry: X*, 17. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2023.100600>
- Lopez Paz, R., Lopez Paz, R., & Lopez Paz, R. (2018). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) var. Kent en polvo sobre las características fisi-

coquímicas y sensoriales de galletas dulces. In Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO. Universidad Privada Antenor Orrego -UPAO.

- Mamani Calcina, T. J. (2019). Diversidad taxonómica y grupos funcionales de la fauna insectil en los cultivos de *Persea americana* Mill. *Mangifera indica* L: y *Annona cherimola* Mill. Del Agroecosistema del CIFO - UNHEVAL 2018. Universidad NacionalHermilio Valdizán. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/4865>
- MARIA FATIMA AREVALO OLIVA Bach MAGDA ISABEL JAVIER VILLANUEVA, B. DE. (2019). "INFLUENCIA DE LA VARIEDAD Y EL GRADO DE MADUREZ EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE DE ALMENDRA DE MANGO (*Mangifera indica* L.)" PRESENTADO POR. In Repositorio Institucional - UNS. Universidad Nacional del Santa.
- Omotioma, M., Onukwuli, O. D., & Nevo, C. O. (2023). Investigation of Mango (*Mangifera Indica*) Extract as Zinc Corrosion Inhibitor in a Sodium Hydroxide Medium. *Portugaliae Electrochimica Acta*, 41(5), 327–334. <https://doi.org/10.4152/PEA.2023410501>
- Ospina Henao, S. M., Hernández Rodríguez, E. N., & Lozano Moreno, C. A. (2012). Estudio experimental del proceso fermentación de residuos agroindustriales del mango (*Mangifera Indica* L.) usando *sacharomyces cerevisiae*. Universidad Católica de Manizales. <https://repositorio.ucm.edu.co/jspui/handle/10839/230>
- Pino, J. A., Mesa, J., Muñoz, Y., Martí, M. P., & Marbot, R. (2005). Volatile components from mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2213–2223. <https://doi.org/10.1021/jf0402633>
- Quintero, V. C., Giraldo, G. G., Lucas, J. A., & Vasco, J. L. (2013). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MANGO COMUN (*Mangifera indica* L.) DURANTE SU PROCESO DE MADURACION PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE COMMON MANGO (*Mangifera indica* L.) DURING RIPENING PROCESS CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MANGA COMUM (*Mangifera indica* L.) DURANTE PROCESSO DE MATURAÇÃO. In *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* (Vol. 11, Issue 1). <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/287>
- Repositorio Institucional ARAMARA: RED DE VALOR DEL MANGO Y SUS DESECHOS CONBASE EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES. (n.d.-a). Retrieved August 18, 2020, from <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/901>
- Repositorio Institucional ARAMARA: RED DE VALOR DEL MANGO Y SUS DESECHOS CONBASE EN LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES. (n.d.-b). Retrieved August 18, 2020, from <http://aramara.uan.mx:8080/handle/123456789/901>
- Sagrario Briceño *, Judith Zambrano *, Willian Materano *, I. Q. * y A. V. (n.d.-a). Calidad de los frutos de mango 'bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica.
- Sagrario Briceño *, Judith Zambrano *, Willian Materano *, I. Q. * y A. V. (n.d.-b). Calidad de los frutos de mango 'bocado', madurados en la planta y fuera de la planta cosechados en madurez fisiológica.
- Sharma, N., Shivran, M., Singh, N., Dubey, A. K., Singh, S. K., Sharma, N., Gupta, R., Vittal, H., Singh, B. P., Sevanthi, A. M., & Singh, N. K. (2023). Differential gene expression associated with flower development of mango (*Mangifera indica* L.) varieties with different shelf-life. *Gene Expression Patterns*, 47. <https://doi.org/10.1016/J.GEP.2022.119301>
- Sofía Yugcha Diego Emilio Zorto Zamorano, J. (2010). Efecto de la variedad y tratamiento térmico en las características físicas, químicas y sensoriales del mango (*Mangifera indica* L) verde en salmuera.
- Tian, P., Meng, Q., Wu, Z., Lin, J., Huang, X., Zhu, H., Zhou, X., Qiu, Z., Huang, Y., & Li, Y. (2023). Detection of mango soluble solid content using hyperspectral imaging technology. *Infrared Physics and Technology*, 129. <https://doi.org/10.1016/J.INFRARED.2023.104576>
- Tripathi, M. K., & Maktedar, D. D. (2023). Internal quality assessment of mango fruit: an automated grading system with ensemble classifier. *Imaging Science Journal*. <https://doi.org/10.1080/13682199.2023.2166657>
- Vanoli, M., Rizzolo, A., Grassi, M., Spinelli, L., & Torricelli, A. (2023). Modeling mango ripening during shelf life based on pulp color nondestructively measured by time-resolved reflectance spectroscopy. *Scientia Horticulturae*, 310. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2022.111714>