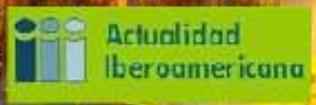




Universidad, Ciencia y Tecnología

Revista de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"

Vol. 01 N° 01 2020



Depósito legal pp 1997 02B08 - ISSN Impreso 1316 - 4821 / ISSN Digital 2542 - 3401

UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA

Numero Especial N° 01 2020

Revista electrónica Bimensual editada por la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz.

INDIZADA EN:

- Actualidad Iberoamericana 
- Aluminium Industry Abstracts
- Corrosion Abstracts
- CSA Engineering Research Database
- CSA Materials Research Database with METADEX
- CSA Recent References Related to Technology
- CSA Technology Research Database
- Environment Abstracts
- LATINDEX 
- Mechanical & Transportation Engineering Abstracts
- METADEX
- REVENCYT 
- Colección Scielo (www.scielo.org.ve) 
- CiteFactor 
- MIAR 

REGISTRADA EN:

- Ulrich's Internacional Periodicals Directory

"Para garantizar la originalidad de los documentos presentados debe llenar el formulario de compromiso de originalidad que se encuentra en este enlace: <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/formatos> Todos los artículos presentados deben ser inéditos y originales."

Nuestra portada:

Numero Especial N° 01 2020

Quevedo, es una ciudad del Ecuador, es la urbe mas grande y poblada de la Provincia de los Ríos. Se localiza al centro de la región litoral del Ecuador, es una extensa llanura, atravesada por el río Quevedo.



Diagramación y Diseño de Portada:

Br. Manuelis Salazar

Impresión:

Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO Puerto Ordaz

Publicación Financiada por:

- Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz y UNEXPO (Rectorado y Vicerrectorado Puerto Ordaz)

Visualización de la Revista:

www.uctunexpo.autanaboks.com/index.ph/uct
www.uct.unexpo.edu.ve

DIRECTORIO DE LA REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Director: Dr. Luis Rosales

Editor: Dr. Sergio Velásquez

Co-Editoras: MSc. Franyelit Suárez ; Dr. Linda Gil

Comité Editorial:

Dr. Oscar Dam(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ángel Custodio (Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Herman Fernández(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dra. Linda Gil(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Luis Rosales(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

PhD. Simón Caraballo(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ovidio León(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Alejandro Marcus(Universidad Nacional Experimental de Guayana)

PhD. Henry Izquierdo(Universidad Nacional Experimental de Guayana)

MSc. Franyelit Suárez (empresa AutanaBooks-Ecuador)

Dr. Janio Jadán (Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito-Ecuador)

Dra. Hilda Márquez (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dr. Diego Bonilla (Universidad Estatal de Bolívar-Provincia de Bolívar- Ecuador)

Dr. David Parra (Universidad Israel-Quito- Ecuador)

Mgt. Alberto Haro (Empresa Enyde.ec- Ecuador)

Mgt. Gustavo Chango (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Dra. Gloria Peña (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Dra. Beatriz Maldonado (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Mgt. Karina Mendoza (Universidad UTE-Quito- Ecuador)

Mgt. Juan Segura (Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito- Ecuador)

Dra. Neris Ortega (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dra. Elsa Zamora (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Autoridades Nacionales de la UNEXPO

Rectora: Dra. Rita Añez

Vicerrectora Académica: Dra. Fraisa Codecido

Vicerrectora Administrativa: MSc. Mazra Morales

Secretaria: Ing. Magly de Peraza

Autoridades Regionales, Vicerrectorado Puerto Ordaz

Vicerrector: Dr. Luis Rosales

Director Académico: Lic. Richard Resplandor

Director Administrativo: Dr. Sergio Velásquez

Director de Investigación y Postgrado: Ing. Luisa Boet

Los artículos, opiniones y colaboraciones que se publican en esta revista no representan necesariamente la filosofía informativa ni institucional de la UNEXPO y podrán ser reproducidos previa autorización del Editor. En caso de reproducción se agradece citar la fuente y enviar ejemplares del medio utilizado a la UNEXPO, a la siguiente dirección: Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Alta Vista Sur, Urb. Villa Asia, Final Calle China, Apdo. Postal 8050. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. Telf./fax (0286) 9625245-9611382. Email: uct-poz@unexpo.edu.ve

Contenido

MEDICINA

- 5 **Romero Yohanna, Loaiza José, Márquez Catherine** , Estudio de un caso de otocefalia: Causa, control y consecuencia..
- 12 **Navarrete Freire Nelly Cecilia, Robledo Galeas Sany Sofia, Huerta Concha Felipe Gerónimo, Martínez Mora Stalin Fabián**, Actualidad de la antibioticoterapia ante el amplio espectro bacteriológico, una lucha sin fin.
- 19 **Loaiza José, Romero Yohanna, Albornoz Roger**, Enfermedad inflamatoria pélvica: Diagnóstico y tratamiento oportuno.
- 28 **Martha del Rocío Vera García, Mónica Patricia Acosta Gaibor, Rosa Erlinda Bustamante Cruz, Marilú Mercedes Hinojosa Guerrero**, La tríada relacional médico-enfermera-paciente, como factor fundamental en la recuperación del convaleciente.
- 37 **Vargas Germania, Lozano Milka, Quijije Rina**, Aproximación teórica del autocuidado del adulto mayor y los paradigmas de Enfermería.

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

- 44 **Muñoz Mendoza Gema , Erazo Solórzano Cyntia , Vera Chang Jaime , Tuarez García Diego** , Bebida de lactosuero y soya (*Glycine max*) inoculada con mucílago de cacao (*Theobroma Cacao L*) Nacional.
- 53 **Mestanza Uquillas Camilo, Santana Chávez José, Veliz Zamora Diana, Vásconez Montufar Gregorio**, Rendimiento de Grano de Genotipos de Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) Sembrado a Chorro Continuo, en el Campus “La María”
- 60 **Álvarez Coello Leonela, Vera Chang Jaime , Vallejo Torres Christian, Tuarez Garcia Diego**, Aprovechamiento de almendras de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao extraída a partir de mazorcas infectadas con moniliasis para la obtención de crema de chocolate blanco

INGENIERÍA AGRÓNOMA

- 69 **Chávez García Debbie, Acosta Lozano Nestor, Andrade Yucailla Verónica**, Digestibilidad in vivo sobre el efecto de frecuencia de corte de Moringa Oleífera en caprinos.
- 74 **Vega Rivero Armando, Francisco Martínez Tayron**, La quema de cañaverales y su influencia en la composición de arvenses, en zonas de la costa ecuatoriana.

INGENIERÍA MECÁNICA

- 81 **Mendoza Carrera Jefferson Estuardo , Montero Zamora Edinzon Gustavo, Castro Castillo Graciela Josefina y Burgos Medieta, Diana Jesús**, Las artes y su incidencia en todos los niveles educativos de la Universidad Estatal de Milagro.

Contenido

EDUCACIÓN

89

Quintana Franco Maricela Antonieta, Franco Ochoa Diego Armando, Ullon Segovia Rodolfo Manuel, Lindao Pérez Joselyn Daniela, La desnutrición y su incidencia en el rendimiento del aprendizaje en el sistema motriz de los niños entre 2 y 3 años de edad.

97

López Araujo, Janet Giovanna, Andrea Elizabeth Pozo Potosí, Yolanda Cecibel Boderó Aguayo, Narcisa Johanna loor aguayo, El juego en el desarrollo intelectual del niño.

107

Espín José, Chisaguano Luis, Criollo Jenny, Factores de riesgo psicosocial en Educación Superior Tecnológica.

116

Mendoza Carrera Jefferson Estuardo, Montero Zamora Edinzon Gustavo, Castro Castillo Graciela Josefina, Burgos Medieta Diana Jesús, Las artes y su incidencia en la educación integral del desarrollo cognitivo de estudiantes universitarios.

INGENIERÍA BIOMÉDICA

123

Miño Carlos, Cuaycal Andrés, Quiroga Josue, Gómez Karen, Portilla Karla, Algoritmos para el control de parámetros ventilatorios en equipos mecánicos emergente.

130

Naranjo César, Flor Omar, Tapia Jeysson, Flores Evelyn, Coba Alfredo, Chango Eduardo, Diseño de ventilador mecánico emergente en modo asistido/controlado y espontáneo por presión

ESTUDIO DE UN CASO DE OTOCEFALIA: CAUSA, CONTROL Y CONSECUENCIA

Romero, Yohanna¹, Loaiza, José² y Márquez, Catherine³
yohannaromero@upeu.edu.pe¹, joseloaiza@upedu.edu.pe², catherinemarquez@upeu.edu.pe³
ORCID: 0000.0001.9535.9654¹, ORCID: 0000.0002.6778.4298³
Universidad Peruana Unión

Recibido (12/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La otocefalia es una malformación congénita muy rara y siempre mortal que se presenta con el desplazamiento ventromedial de las orejas (sinotia), aplasia mandibular (agnatia), ausencia de lengua (aglosia) y microstomía. En el artículo, luego de una revisión de los estudios realizados en la literatura científica médica obstétrica y perinatológica, se historia un caso, en la unidad de Perinatología del Hospital “Prince Lara” de la ciudad de Puerto Cabello, Venezuela, del feto de una madre adolescente de 16 años, con un embarazo de 32 semanas, primigesta, sin antecedentes patológicos, pero sin control perinatal. La paciente fue referida con polihidramnios a la Unidad de perinatología. Se le realizó un estudio ecográfico que evidenció elementos aspectos que determinaron a los médicos a realizar un amniodrenaje terapéutico para resguardar la vida de la madre. El estudio necrópsico y la autopsia confirmaron los hallazgos prenatales. La atención al caso mostró la utilidad de la ecografía bidimensional para la valoración de la patología cérvico-facial fetal y la necesidad de un buen control prenatal como condición de un buen diagnóstico oportuno que permita un consejo genético adecuado a la situación, siempre marcado por desenlaces mortales.

Palabras Clave: Otocefalia, sinotia, agnatia, aglosia, microstomía.

STUDY OF A CLINICAL CASE OF OTOCEPHALY: CAUSE, CONTROL AND CONSEQUENCES

Abstract: Otocephaly is a very rare and always mortal congenital malformation, that shows the displacement ventromedial of the ears (sinotia), mandibular aplasia (agnasia), absence of the tongue (aglosia) and microstomia. In this article, after a review of the studies achievements about the theme in the scientific medical, perinatal and obstetric literature, we show a clinical case in the Perinatology unit of the Hospital “Prince Lara” from the Puerto Cabello city, in Venezuela, of a fetus of a teen mother, sixteen years old, pregnant for 32 weeks, primigest, without pathological antecedents but no perinatal control. The patient was refers with polidramnios to Perinatal Unit. A study ecographic has been made and this shows that there are few aspects that determines to the doctors to make a therapeutic amniodrainage to protect the mother’s life. The necrosic study and autopsy confirms the prenatal finds. The attention to the case shows the utility of the bidimensional ecography for the valoration of the cervico fetal facial pathology and the necessity of a good prenatal control as condition of a good and opportune diagnostic that allows a genetic advice adequate to the situation that always goes to mortal conclusion.

Keywords: Otocephaly, sinotia, agnatia, microstomia.

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la gineco-obstetricia, la perinatología tiene como objeto de estudio los embarazos de alto riesgo, abarcando el control de todo el proceso del embarazo, hasta el nacimiento del bebé y su cuidado inmediato.

Entre los casos clínicos con los cuales se enfrenta el perinatólogo, se encuentra la presentación de malformaciones congénitas, las cuales ameritan decisiones rápidas y eficaces, por cuanto en estas emergencias están en juego la vida de la madre y la supervivencia del bebé, aunque en ocasiones esta última, lamentablemente, dado el desarrollo actual de los conocimientos y técnicas clínicas, no puede garantizarse.

En todo caso, el perinatólogo cuenta hoy con instrumentos que le permiten informarse con bastante claridad acerca de la situación presentada para maximizar la eficacia de las decisiones que ha de tomar en este tipo de emergencias, por lo que forman parte del protocolo de atención en caso de emergencias perinatológicas.

Entre otros recursos, imprescindibles en una Unidad perinatológica de todo hospital contemporáneo, el médico tiene a su disposición la ecografía, especialmente la bidimensional, la cual le permite un estudio mediante ultrasonido para poder evaluar la anatomía fetal, el crecimiento fetal, la situación respecto al líquido amniótico y la placenta. También el médico perinatólogo puede realizar una amniocentesis, para examinar el líquido amniótico que rodea al feto.

Una de las malformaciones menos frecuentes en los fetos y los bebés por nacer, y por ello mismo es una situación que requiere de mayor investigación, es la otocefalia. La etiología de la otocefalia tiene que ver con alteraciones en el desarrollo embriogénico del primer arco branquial. Se han realizado informes de aproximadamente menos de 80 casos en las últimas décadas lo cual indica su rareza [1].

La otocefalia es una alteración en el desarrollo del primer arco branquial caracterizada por aplasia o hipoplasia mandibular severa acompañada de anomalías en la orofaringe, aglosia y persistencia de membrana bucofaríngea, con un desplazamiento ventro medial de los pabellones auriculares que llegan a fusionarse en la línea media, otras anomalías incluyen microftalmia hipertelorismo, fisura labial y palatina y atresia de coanas es frecuente que coexista con otras anomalías del sistema nervioso central [2].

La otocefalia generalmente se detecta en diagnósticos tardíos, hacia el tercer trimestre del embarazo. En la revisión del estado de la cuestión, se documenta un caso de una primigesta de nacionalidad china a quien se le realizó un estudio ecográfico en 3D ante la dificultad

de visualizar la mandíbula en el examen bidimensional, el estudio demostró características cervicofaciales de la otocefalia sin que se observaran malformaciones asociadas [2].

Lo deseable y determinante para prever las medidas correspondientes ante los desenlaces de los embarazos, es que la futura madre se mantenga bajo una atención y control permanente, durante todo el proceso del embarazo para, de esta manera, atender casos difíciles, como el de las malformaciones, y tomar decisiones y dar consejos médicos adecuados y sobre todo oportunos.

Para ello, también el protocolo médico recomienda realizar ecografías para el tamizaje genético durante el primer trimestre del embarazo, el cual combina tres variables: la edad de la madre, los hallazgos de los marcadores ecográficos y dos marcadores de la sangre materna. Posteriormente, en el control prenatal, en el segundo trimestre del embarazo, debe realizarse la ecografía morfológica, a las 20 semanas de la gestación, para valorar la estructura del feto y su biometría.

Igualmente, el médico perinatólogo debe realizar mediciones claves para poder detectar a tiempo las malformaciones y demás problemas del feto, bebé o de la madre. Entre tales mediciones se encuentran el perímetro craneal del bebé, útil, para ponderar el peso y la longitud del niño, especialmente en la última etapa del embarazo.

Estas mediciones pertenecen a la biometría fetal estándar que debe establecer el diámetro biparietal (DBP), la circunferencia cefálica (CC), la longitud del fémur (LF), la circunferencia abdominal (CA), así como la medición del diámetro cerebeloso transverso (DCT), la longitud renal (LR) y la longitud del pie.

Uno de los problemas más difíciles de la práctica perinatológica, pero cuya frecuencia es lamentablemente alta en nuestros países latinoamericanos, es la falta de atención y seguimiento durante el proceso del embarazo. Estos casos tienden a complicarse por otro factor adicional, el hecho de tratarse de madres adolescentes, primigesta, sin la debida maduración física ni psíquica, aparte de otras situaciones como una alimentación deficiente.

Como la malformación tratada es bastante rara, adquiere una relevancia significativa en el marco de la cooperación entre los diferentes profesionales de la especialidad perinatológica. Esas experiencias, que varían en cuanto a las complicaciones que presentan los distintos casos, aportan elementos relativos al uso de las tecnologías disponibles, los protocolos médicos y formulación de hipótesis y nuevas experiencias que pudieran permitir explicar la etiología de estas malformaciones, que todavía no está aclarada suficientemente en

el consenso médico.

Nuestro objetivo en este artículo es referir un caso clínico de otocefalia presentado en la Unidad de Perinatología del Hospital "Prince Lara" de la ciudad de Puerto Cabello, estado Carabobo, Venezuela.

Este artículo consta de un desarrollo, la exposición de la metodología utilizada, la presentación de los resultados de la investigación, las conclusiones y recomendaciones.

En el desarrollo de este artículo se expondrán las tareas generales de la perinatología, como marco necesario de la presentación del caso. Seguidamente, se referirán los estudios realizados en informes de casos clínicos similares, elaborados en experiencias en varias partes del mundo, así como elaboraciones teóricas más generales.

Posteriormente, se expondrá el informe del caso clínico, reseñando de las acciones del médico a cargo, los procedimientos y métodos aplicados, se discutirán los conceptos y las respuestas ante los problemas que se presentan en la atención de las situaciones clínicas.

En la metodología, se puntualizarán los procedimientos y protocolos que se usaron en el caso.

Las conclusiones, que serán de utilidad para la construcción colectiva de los profesionales especialistas de la perinatología, se harán recomendaciones y sugerencias para afrontar nuevos casos de otocefalia y abrir nuevos cauces a la investigación médica perinatológica.

II. DESARROLLO

A. Las tareas de la perinatología

La perinatología es una especialidad y rama de la ciencia médica, estrechamente vinculada a la obstetricia y la neonatología, disciplinas vinculadas a la atención del recién nacido y su madre.

La Organización Panamericana de la Salud la define como la especialidad que se ocupa del cuidado de la mujer embarazada a partir de las 28 semanas de gestación hasta los siete primeros días del recién nacido, lo cual incluye la morbilidad fetal tardía y neonatal precoz. Esta subespecialidad tiene como misión garantizar la atención adecuada y oportuna de la mujer embarazada y su producto, en especial embarazos de alto riesgo, que amenacen en grado variable la integridad del binomio madre-feto, período que se inicia con la mujer aún no embarazada y que culmina con el neonato precoz.

En América Latina, esta subespecialidad es relativamente reciente. Se considera generalmente que surge en 1970 con la creación del Centro de Perinatología Latinoamericano, en Uruguay, dependiente de la OPS

y la OMS, en 1975 con la fundación de la Unidad de Perinatología del Hospital Universitario de Caracas, en Venezuela, y en 1983, con la fundación del Instituto Nacional de Perinatología de la UNAM en México [3].

Es fundamental para la práctica obstétrica y perinatal la determinación cuantitativa del nivel de riesgo de cada proceso. Por ello, es pertinente la clasificación de esos procesos en alto, medio o bajo riesgo, para lo cual es necesario medir el factor de riesgo.

La relación de un factor de riesgo determinado con un daño concreto puede ser de tres tipos: a) causal, cuando el factor causal desencadena el proceso morboso, b) favorecedora, cuando puede determinarse una relación, pero no necesaria ni causal, y c) cuando existe una relación predictiva a nivel estadístico entre ese factor de riesgo y el daño específico. Los riesgos también pueden ser preconcepcional, obstétrico o perinatal. El establecimiento de este factor de riesgo sólo es posible con una atención y control permanente desde las primeras semanas de gestación.

El médico obstetra debe atender aspectos como la edad de la madre, el intervalo intergenésico, la nutrición, el peso del anterior bebé, los hábitos de la madre y su entorno familiar social, presencia de drogas o alcohol, ambiente sociocultural, malformaciones que se hayan presentado anteriormente en la historia de la madre, los trastornos circulatorios, la tensión arterial, la estatura, las posibles infecciones cérvico vaginales, los abortos habituales, la citología orgánica cervical, la presencia de diabetes, gestorragias, polidramnios, posible enfermedad tromboembólicas, discordancias entre la altura uterina y la edad de gestación, entre otros muchos factores [4].

B. Los casos de otocefalia.

La otocefalia es una malformación congénita que se presenta muy raramente (uno de cada 70000 partos) y por tanto hay muy pocos casos reportados en la literatura médica. Sus consecuencias generalmente son letales. Aunado a la inmadurez fetal per se, la atresia de la membrana orofaríngea condiciona alteraciones ventilatorias graves que llevan a la muerte neonatal poco tiempo después del nacimiento.

La otocefalia se relaciona con falta de perforación de la membrana orofaríngea, lo que condiciona ausencia de deglución del líquido amniótico por el feto, con el consecuente polihidramnios. Al acumularse el líquido amniótico en la cavidad uterina, ésta se hiperdistiende, lo que ocasiona un trabajo de parto pretérmino, con la obtención de un producto inmaduro. Se le ha atribuido un patrón de herencia autosómica recesiva, secundaria a alteraciones en el desarrollo de las estructuras derivadas

del primero y segundo arcos branquiales, lo cual se ha establecido que se ha producido como consecuencia de una migración inadecuada de células de la cresta neural debida a defectos tempranos del centro organizador rombencefálico responsable del desarrollo del tercio inferior de la cara.

La malformación comprende alteraciones diversas, entre las cuales se encuentran: sinotia (desplazamiento ventromedial de las orejas), agnathia (hipoplasia o aplasia mandibular), aglosia (hipoplasia o aplasia de la lengua) y microstomía.

También pueden presentarse otras anomalías asociadas, pero son menos frecuentes, tales como: membrana orofaríngea imperforada, malformaciones en el oído medio, holoprosencefalia, riñones en herradura, enfermedad valvular cardíaca, situs inversus, ciclopía, anomalías de las extremidades como polidactilia, defectos de las vértebras y costillas.

Hasta ahora no hay datos suficientes ni consenso para establecer una etiología precisa de la malformación. Se cree que su etiología es multifactorial. Se han estudiado *in vitro* los efectos teratogénicos de algunos fármacos utilizados para el control del asma como el albuterol, la teofilina y la beclometasona, asociándose a la aparición de otocefalia cuando se emplean durante el embarazo. Otros factores ambientales como las radiaciones ionizantes o la administración de talidomida, primidona y ácido retinoico al parecer también juegan un papel importante en la génesis del trastorno [5].

La otocefalia puede presentarse con grados diversos de complejidad, en relación con la cantidad de anomalías que posiblemente le acompañan. Es así, en el caso de un feto masculino de 30 semanas de gestación, el cual, además de presentar agnathia, labio inferior parcialmente formado con hendidura en la región media, mostró lengua hipoplásica, pabellones auriculares dismórficos con rotación posterior localizados en la región cervical anterior, fusionados en la línea media, constituidos sólo por hélix.

Además, se observaron otras dismorfias faciales (hendiduras palpebrales largas, dirigidas hacia abajo, hipoplasia malar), polidactilia preaxial unilateral sin evidencias de malformaciones de otros órganos. El feto fue resultado de un tercer embarazo no controlado de una madre de 28 años, padres aparentemente sanos, no consanguíneos, y sin antecedentes de anomalías congénitas ni enfermedades hereditarias, ni exposición a teratógenos durante el embarazo.

Al realizarse el examen de la autopsia, se le encontró, además del complejo agnathia-otocefalia, una variedad de anomalías en las estructuras craneofaciales, tales como, microstomía, persistencia de la membrana

bucofaríngea, hipoplasia o agenesia lingual, labio y paladar hendido, hipoplasia malar y maxilar, hendiduras palpebrales dirigidas hacia abajo, hipertelorismo ocular, microftalmia/anofthalmía, atresia de coanas, pabellones auriculares dismórficos, alteraciones en la forma y posición de los huesecillos del oído, entre otras.(1-3,5-7,10,12,13,16-25). Adicionalmente, este feto presenta alteraciones del desarrollo que forman parte del espectro craneofacial en a la región periocular y al tercio medio facial, constituidas por hendiduras palpebrales largas dirigidas hacia abajo, nariz corta y aplanada, puente nasal ancho, hipoplasia malar y paladar estrecho con persistencia de las crestas palatinas secundarias. Por otro lado, el examen morfológico del feto evidenció dos anomalías poco frecuentes, representadas por labio inferior parcialmente formado con hendidura en la región media y polidactilia preaxial.

Es importante destacar que el labio hendido inferior se ha reportado previamente en el complejo agnathia-otocefalia solo en casos asociados a holoprosencefalia. El análisis de las anomalías craneofaciales del feto que se presenta, con agenesia del maxilar inferior y defecto en la parte medial del labio inferior, podría indicar que la embriopatogénesis de este complejo combina varios mecanismos morfogenéticos, entre ellos, falla total del mesénquima derivado de las células de la cresta neural que originará las estructuras esqueléticas (agnathia), persistencia del resto de los componentes embrionarios de las prominencias mandibulares, con la fusión incompleta de estas prominencias, generando la formación parcial del labio inferior y la hendidura medial (surco intermandibular).

Así mismo, la falla en la mesénquima también se extiende a las prominencias maxilares manifestándose por hipoplasia malar y persistencia de las crestas palatinas secundarias. Por otro lado, al considerar las anomalías que presenta este feto, de la línea media craneofacial y polidactilia preaxial, se puede suponer que el complejo se originó muy tempranamente (primeras 4 semanas del desarrollo), durante la blastogénesis, donde ocurren los procesos morfogenéticos que dan lugar a la formación de los esbozos de todas las estructuras definitivas afectadas. De este reporte hay que resaltar tres aspectos: la ampliación del espectro clínico de anomalías del complejo agnathia-otocefalia, sus implicaciones en los probables mecanismos embriopatológicos involucrados en el origen de estas anomalías y la propuesta de clasificación incluyendo las anomalías esqueléticas extracra-neales [6].

Los casos de otocefalia y las demás anomalías asociadas, aunque escasos pero importantes en nuevo conocimiento, también permiten valorar la relevancia

de la ecografía, especialmente si es en tres dimensiones. Así mismo, la mayor parte de estos reportes se refieren a diagnósticos tardíos o del tercer trimestre del embarazo.

En un caso registrado en México, se logra determinar la anomalía a la altura de la semana 21 de embarazo, gracias a una ecografía 3D multiplanar. El desarrollo de esta tecnología tridimensional no sólo permite mejorar la capacidad de diagnóstico, adelantándose respecto a otros casos, sino que también permite detectar casos de malformaciones en la cara y en el cuello, asociadas o no a la otocefalia. Las tecnologías de ecografía tridimensional tienen, como ventaja adicional, una mayor precisión gráfica acerca del daño del feto, lo cual permite mejorar significativamente la comunicación con los padres, quienes pueden así visualizar y comprender la gravedad de las lesiones en el feto y, de este modo, ayudarles en la toma de decisiones.

Otro aspecto peculiar de este caso es que no se detectó que hubiera irregularidades con el líquido amniótico, lo cual es habitual en estos casos de otocefalia, debido a la dificultad de la deglución del líquido amniótico por parte del feto, debida a anomalías orofaríngeas, asociadas a este tipo de malformación. La ausencia del polihidramnios propia de estas malformaciones puede explicarse porque esta situación suele manifestarse más bien a una edad gestacional más avanzada [7].

Otro aspecto fundamental de los informes que han registrado los muy pocos casos clínicos de la otocefalia, es el de arrojar resultados que pueden apuntar a establecer una etiología de la malformación, lo cual hasta ahora no pasa de ser un conjunto de suposiciones e hipótesis, sin suficiente evidencia para lograr un consenso en la ciencia médica.

Los hallazgos en casos de otras malformaciones, como el reportado en un hospital de Cali, Colombia, a propósito de un caso clínico de un bebé que presentó el síndrome de aglosia (ausencia de la lengua), microstomía (reducción del agujero oral), parálisis de nervios craneales, paladar hendido y adactilia (ausencia o reducción de tamaño de los dedos), a veces asociado con la otocefalia.

Así, los médicos que reportan este caso llaman la atención acerca del uso, por parte de la madre, del medicamento misoprostol (Cytotec), aprobado por la FDA para la prevención y tratamiento de úlceras gástricas asociadas al uso de antiinflamatorios no esteroideos por su efecto antisecretor de jugos gástricos. Las pruebas hechas con el medicamento han mostrado efectos abortivos.

En el caso reportado, de hecho, la madre consumió el medicamento con fines de producirse el aborto, sin éxito. Aunque se constata que se usó el medicamento

durante la gestación, a partir de la décima semana, no se ofrecen resultados concluyentes acerca de una relación causal entre el misoprostol y la presentación del síndrome en el neonato, lo cual estaría sujeto a sucesivas observaciones posteriores [7].

C.Caso clínico en el Hospital “Prince Lara” de Puerto Cabello.

En el Hospital “Prince Lara” de Puerto Cabello, estado Carabobo, Venezuela, se reporta un caso de una primigesta adolescente intermedia de 16 años sin antecedentes patológicos con mal control prenatal, la cual es referida a la Unidad de Perinatología con un embarazo de 32 semanas y Polihidramnios.

De inmediato, se le realiza un estudio ecográfico gracias al cual se visualiza un feto único, presentación cefálica, de sexo femenino, con las siguientes características cervicofaciales: se evidencia agnathia, pabellones auriculares de implantación cervical, boca ovalada cerrada ILA 35cm. No se observan malformaciones asociadas.

Luego de informar a los padres de la situación, se realiza amniodrenaje terapéutico para mejorar condiciones de la paciente, con RPM a las 28 horas. Se extrae RN femenino de 1600 gramos y se produce la muerte neonatal precoz a los 20 minutos.

III.METODOLOGÍA

El médico perinatólogo, en las unidades correspondientes de los Hospitales de las principales ciudades, aplica diferentes metodologías e instrumentales para diagnosticar a tiempo los eventos de una malformación en el caso de una madre en problemas. Los principales instrumentos son la ecografía, la amniocentesis y, cuando ya se ha hecho inevitable el deceso del neonato, la autopsia, de interés fundamentalmente científico, para alimentar la documentación de casos.

A.Ecografía

La ecografía o ultrasonido es un tipo de imagen. Utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para observar órganos y estructuras al interior del cuerpo. Los profesionales de la salud los usan para ver el corazón, los vasos sanguíneos, los riñones, el hígado y otros órganos. El perinatólogo puede establecer características físicas de la anatomía del feto y así determinar la presencia de malformaciones como la otocefalia. Para ello aplica la ecografía obstétrica de detalle anatómico fetal, el cual es un estudio ultrasonográfico cuyo objeto principal es evaluar la anatomía fetal. Evalúa también el crecimiento fetal, líquido amniótico y placenta. La edad gestacional ideal para su realización se ubica entre las 20 y las

24 semanas.

Así mismo, existen la Ecografía para Tamizaje Genético, el cual debiera realizarse en el primer trimestre o de la semana 11 – 13+6. Esta ecografía consiste en combinar tres variables: la edad materna, los hallazgos o marcadores ecográficos y dos marcadores en sangre materna. Por otra parte, la ecografía morfológica, que se realiza en el segundo trimestre del embarazo, a las 20 semanas de gestación, sirve para valorar la estructura del feto y su biometría (su forma y sus proporciones), para conocer si el bebé se está desarrollando con normalidad, así como para excluir malformaciones.

Se entiende por biometría fetal estándar a la medición del diámetro biparietal (DBP), circunferencia cefálica (CC), longitud del fémur (LF) y circunferencia abdominal (CA); y biometría fetal secundaria a la medición del diámetro cerebeloso transverso (DCT), longitud renal (LR) y longitud del pie (LP).

B. Amniocentesis

La amniocentesis es una prueba diagnóstica que se realiza durante el embarazo a mujeres cuyos bebés presentan aparentes riesgos genéticos o cromosómicos, y en la cual se extrae una pequeña cantidad de líquido amniótico con el fin de estudiar posibles trastornos fe-

tales. El líquido amniótico rodea al feto y le protege. Mediante este procedimiento se puede establecer PH y otras medidas químicas.

C. Autopsia

También llamada estudio postmortem, obducción o necropsia, es un procedimiento médico que emplea la disección, con el fin de obtener información anatómica sobre la causa, naturaleza o extensión o complicaciones de la enfermedad que sufrió el sujeto lo cual permite formular un diagnóstico médico final o definitivo para dar una explicación de las observaciones clínicas y evaluar un tratamiento dado.

IV. RESULTADOS

El estudio necrópsico confirmó los hallazgos prenatales, autopsia: macroscopia: Nariz grande philtrum pronunciado, orejas implantadas en cara anterior del cuello con atresia, boca en saco cerrada, agnathia, aglosia. (ver figuras 1).

Se observa que las orejas del bebé se colocaron a ambos lados del cuello, con lo cual se evidencia agnathia, pabellones auriculares de implantación cervical, boca ovalada cerrada ILA 35cm. La boca queda reducida a un agujero, evidenciando una microstomía.



Figura 1. Otocefalia. Obsérvese el lugar donde están las orejas y la microstomía.

Ya en las ecografías, el perinatologo había identificado la malformación, como lo muestran las Figuras 2.



Figura 2. Imágenes obtenidas por la ecografía, que evidencian la malformación. Se puede observar la microstomía, la aplasia mandibular

V.CONCLUSIONES

1.La otocefalia es una entidad muy poco frecuente (1 de cada 70.000 gestaciones) que puede ser reconocida por el perinatólogo, pediatra, ginecoobstetra o el patólogo, desde los momentos de la gestación, gracias a la ecografía bidimensional.

2.El estudio del espectro de las anomalías en autopsia tiene gran utilidad en futuras investigaciones para determinar aspectos embriológicos

3.El uso de la ecografía bidimensional y el análisis del líquido amniótico es de gran utilidad en la determinación de este tipo de malformaciones

4.Se hace necesario estudiar los informes de casos clínicos para ir reconstruyendo las constantes etiológicas, que hasta ahora no han sido concluyentes, dada la rareza de estos casos.

5.Se confirma la necesidad y relevancia del control prenatal para identificar a tiempo estos casos de malformaciones.

6.Se sugiere aplicar aborto al detectarse la presentación de la malformación en la revisión perinatal temprana

7.Se hace necesario insistir en la labor preventiva, desarrollando campañas que promuevan el control perinatal desde los momentos más temprano del embarazo.

8.La comunicación y explicación de la situación a los padres pasa a ser una actividad fundamental para el médico, en su ayuda a superar el posible trauma en la mujer.

REFERENCIAS

[1]C. Diez del Arco, A. Pascual Martín, A. Oliva, E. Aguilar Navarro y A. Pelayo Alarcón, «Síndrome anamicrostomia (otocefalia): a propósito de un caso,»

7 Enero 2018. [En línea]. Available: https://www.seap.es/posteres2018/-/asset_publisher/SOiwqcZWkULE/content/diaz-del-arco-s-pascual-martin-a-oliva-a-aguilar-navarro-e-pelayo-alarcon-a?inheritRedirect=false.

[2]D. Escrivano Abad, J. Arbuéz Gabarre, E. Gómez Montes, J. Puente Agueda, I. Herráiez García y A. Galindo Izquierdo, «Diagnóstico prenatal de otocefalia aislada. Utilidad de la ecografía tridimensional.» Ginecología obstétrica de México, vol. 79, n° 8 agosto, pp. 493-496, 2011.

[3]L. Gómez, J. Pérez, C. Bermúdez, C. Sosa y F. Guevara, «Residencia de perinatología en el Hospital Universitario de Caracas (Venezuela),» Revista Colombiana de Obstetricia y ginecología, vol. 58, n° 1, pp. 53-59, 2007.

[4]S. Santisteban, S. Águila, A. Breto, E. Cabezas y J. Delgado, Obstetricia y perinatología. Diagnóstico y tratamiento, La Habana: Editorial de Ciencias Médicas, 2012.

[5]M. Roséndiz Moran, A. Valencia Gutiérrez, V. Soto Abraham y A. Durán, «Otocefalia. Informe de un caso de autopsia.» Revista Mexicana de Pediatría, vol. 70, n° 4 julio-agosto, pp. 181-184, 2003.

[6]M. Hernández Rodríguez, M. Romero de Fasolino, C. Silva García, A. Morales Machín, I. Sabatini Sáez y C. Fasolino Romero, «Complejo agnata tocefalia: extendiendo el espectro de anomalías,» Revista Vitae. Academia Biomédica Digital, vol. 1, n° 53 Enero-marzo, pp. 6-12, 2013.

[7]J. Ramírez, H. Pachajoa, C. Isaza y W. Saldarriaga, «Síndrome de aglosia adactilia y exposición prenatal a misoprostol ¿Relación causal o casual? Reporte de un caso,» Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología, vol. 59, n° 3, pp. 248-252, 2008.

ACTUALIDAD DE LA ANTIBIOTICOTERAPIA ANTE EL AMPLIO ESPECTRO BACTERIOLÓGICO, UNA LUCHA SIN FIN

Navarrete Freire Nelly Cecilia¹, Robledo Galeas Sany Sofia², Huerta Concha Felipe Gerónimo³,
Martínez Mora Stalin Fabián⁴.
nelly.navarretef@ug.edu.ec¹, srobledo@utb.edu.ec², fhuerta@utb.edu.ec³, smartinez@utb.edu.ec⁴
Universidad de Guayaquil - Universidad Técnica de Babahoyo
ORCID:0000-0002-0594-6757¹, ORCID:0000-0002-8763-5513³

Recibido (12/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: En el presente trabajo se revisa desde una perspectiva histórica, la antibioticoterapia como alternativa en el tratamiento de las enfermedades, tomando en consideración la amplitud de bacterias catalogadas y productoras de procesos infecciosos que requieren este tipo de intervención. Se aborda el tema con un paradigma de investigación documental de alcance exploratorio, pues se considera las diferentes visiones que se generan en torno a la terapia antibiótica durante las distintas épocas, estableciendo relaciones con las enfermedades infecciosas propias de los ambientes sociales transcurridos en cada una. Esto quiere decir, que se considera una revisión de la capacidad científica de las disciplinas médicas para adaptarse y generar conocimientos, técnicas y esquemas de tratamiento ante la variabilidad de situaciones que se le presentan. De esta manera, los resultados obtenidos muestran que el espectro bacteriológico incide en la creación e implementación de terapias antibióticas, generando como conclusión fundamental que las ciencias de la salud enfrentan un reto permanente ante el espectro bacteriológico, cada vez mayor y más resistente.

Palabras Clave: Antibioticoterapia, Espectro Bacteriológico, Bacterias, Farmacoterapia.

CURRENT ANTIBIOTIC THERAPY BEFORE THE LARGE BACTERIOLOGICAL SPECTRUM, AN ENDLESS FIGHT

Abstract: In the present work, antibiotic therapy as an alternative in the treatment of diseases is reviewed from a historical perspective, taking into account the amplitude of cataloged bacteria that produce infectious processes that require this type of intervention. The topic is approached with a documentary research paradigm of exploratory scope, since it considers the different visions that are generated around antibiotic therapy during different times, establishing relationships with infectious diseases typical of the social environments that have passed in each one. This means that it is considered a review of the scientific capacity of medical disciplines to adapt and generate knowledge, techniques and treatment schemes in light of the variability of situations that arise. In this way, the results obtained show that the bacteriological spectrum influences the creation and implementation of antibiotic therapies, generating as a fundamental conclusion that the health sciences face a permanent challenge in the face of the bacteriological spectrum, which is increasing and more resistant.

Keywords: Antibiotic therapy, Bacteriological Spectrum, Bacteria, Pharmacotherapy

I. INTRODUCCIÓN

La resistencia de las bacterias y microorganismos a las terapias antibióticas y todo tipo de drogas medicinales ha dejado de ser inusual, para transformarse en una de las principales ramas de atención por parte de las ciencias de la salud [1], la morbimortalidad ocasionada por infecciones provenientes de bacterias se hace cada vez más llamativa, por lo que se hace necesario estudiar los factores que inciden en la ampliación del espectro bacteriológico y su resistencia a las antibiótico-terapias conocidas.

Enfermedades infecciosas, históricamente tratadas como la tuberculosis, las diarreas, entre otras, representan hoy en día una proporción importante de la morbilidad, generando preocupación en la ciencia médica por cuanto se han considerado erradicadas y surgen como consecuencia de la resistencia antibiótica y los cambios particulares que las bacterias generadoras de estas han tenido a lo largo del tiempo. Es así como, la OMS reconoce la Resistencia Anti Microbiana (RAM) como uno de los principales problemas de salud que presenta la sociedad actual [2], instando de esta forma a los investigadores a abocarse hacia la revisión de las enfermedades y los tratamientos basados en terapia antibiótica para ajustar progresivamente el amplio espectro bacteriológico existente a las posibles fuentes de sanación.

Los cambios en el modo de vida introducidos por la era postindustrial desde alrededor de la década de 1940, han hecho que las sociedades adquieran mecanismos de control hospitalario para las enfermedades infecciosas, pero al mismo tiempo se ha socializado la incorporación constante de medicinas y antibióticos a la vida cotidiana, siendo su consumo directo e indirecto una de las potenciales causas de la posterior resistencia que las bacterias han generado a los mismos. Igualmente, las diversas actividades y la falta, muchas veces en los servicios de saneamiento y salubridad general, hacen que proliferen nuevas formas de vida microbiana que a la larga amplían el espectro bacteriológico al que debemos afrontarnos.

De esta manera, se deja en evidencia que la vida bacteriana, para reproducirse y generar resistencia, tiene a su favor dos características de la sociedad actual: la capacidad de ellas mismas para producir cambios genéticos continuos a partir de su adaptación al medio y el uso intensivo y desmedido, en oportunidades, de los antibióticos como forma de curación. [3]

La preocupación por la RAM, no consiste sólo en la amplitud de bacterias y microorganismos que generan resistencia y tampoco se limita únicamente al área de la salud, ya también la agricultura y las ciencias de los alimentos, se ocupan de este tema, analizando sus ver-

tientes, observando que una bacteria comienza a hacerse resistente al tiempo que se masifica el antibiótico capaz de derrumbarla [4], con lo que en cada oportunidad en la que se consigue abatir una patología mediante la terapia antibiótica, las bacterias causantes de esta pueden hacerse resistentes de manera directa o reproducirse cambiando su estructura molecular o ADN, ampliando de esta forma el espectro bacteriológico sobre el que se debe actuar.

Es así, como la terapia antibiótica se transforma en una lucha sin fin, que requiere de la atención no sólo a la producción científico – médica, sino a la organización de la sociedad en función a la generación de ambientes óptimos para la reproducción de las bacterias, mientras se obstaculiza los esquemas de ataque que tenemos hacia estas.

ANTIBIOTICOTERAPIA COMO UNA VARIANTE DE LA FARMACOTERAPIA

Para hablar de antibioticoterapia, necesariamente debemos remitirnos a su origen, es decir, de donde ella nace como ciencia aplicada, y por supuesto en este caso debemos remitirnos a su rama matriz, la Farmacoterapia, que de alguna manera agrupa a todas aquellas disciplinas dedicadas específicamente a combatir patologías o agentes patógenos mediante la aplicación, suministro y/o consumo de especies químicas conocidas como fármacos o más comúnmente llamados medicamentos, destinados a la prevención, control, tratamiento y curación de enfermedades. De tal manera que, la Farmacoterapia habrá de envolver ese amplio conjunto de subdisciplinas focalizadas cada una de ellas en objetos de estudio o agentes patógenos más específicos, tal es el caso de la antibioticoterapia.

De igual manera, la Farmacoterapia se deriva de una ciencia conocida como Farmacología la cual es un campo de estudio e investigación fundamental como coadyuvante de la medicina y de todas las ciencias de la salud. De hecho, la Farmacología se constituye como una unidad curricular de formación obligatoria en los estudios profesionales relacionados con la Medicina, la Enfermería, Bioanálisis, Odontología y Psiquiatría entre otras afines. La Farmacología es en ese orden, la ciencia encargada de estudiar el origen, historia, las propiedades físicas y químicas, la presentación, los efectos bioquímicos y fisiológicos, los mecanismos de acción, la absorción, la distribución, la biotransformación y la excreción, así como el uso terapéutico de las sustancias químicas que interactúan con los organismos vivos, por ello la Farmacología estudia la interacción del fármaco con el organismo, sus acciones y propiedades.

En un sentido más restringido, se concibe la Farma-

ciencia como el estudio de los fármacos, ya sea que tengan efectos beneficiosos o bien tóxicos. De igual manera, la Farmacología tiene aplicaciones clínicas cuando las sustancias son utilizadas en el diagnóstico, prevención y tratamiento de una enfermedad o para el alivio de sus síntomas. Ahora bien, como ya se dijo, de la Farmacología se deriva la farmacoterapia y esta da origen a la antibioticoterapia que se restringe a un aspecto farmacológico conectado con los agentes biológicos vectores, transmisores o directamente productores de enfermedades. Por ello es necesario especificar que la farmacoterapia y la antibioticoterapia, aunque son conexas, son diferentes, pues mientras la primera se ocupa de todo tipo de fármacos, la segunda se centra en aquellos que causan efectos sobre los agentes bio-patógenos.

En ese orden de ideas, vale la pena entonces establecer la diferencia entre la una y la otra por cuanto en el campo de la salud pudiera generarse alguna confusión a ese respecto. Efectivamente, la Farmacoterapia abarca todas las ramas dedicadas a combatir enfermedades con el uso de agentes químicos (fármacos) independientemente de los agentes etiológicos. Por ello, es oportuno apuntar que muchos de esas causas patológicas no son de origen biológico, sino que más bien obedecen a degeneraciones orgánicas o fisiológicas unas, otras a desequilibrios bioquímicos, disfunción de órganos, aparatos o sistemas, agentes mecánicos o traumáticos, entre muchos otros que no tienen una causa originada por un agente microbiano.

En tal sentido, deseamos precisar sin margen de duda el propósito y objeto de la antibioticoterapia, para lo cual profundizaremos descomponiendo etimológicamente el término. Según la Real Academia Española de la Lengua [5] la palabra antibiótico se define como; “Dicho de una sustancia química: Capaz de paralizar el desarrollo de ciertos microorganismos patógenos, por su acción bacteriostática, o de causarles la muerte, por su acción bactericida, y que es producida por un ser vivo o fabricada por síntesis”. Es decir, se refiere a la actuación contra un organismo vivo. De la misma fuente, el término terapia es definido como; “Tratamiento de una enfermedad o de cualquier otra disfunción” [5]. Al combinar ambos términos en conclusión hablamos del tratamiento de enfermedades con agentes químicos que atacan a los agentes microbianos que las producen. En conclusión, debemos entender que la antibioticoterapia está enfocada en los agentes patógenos de origen biológico, aunque ella forme parte del amplio universo de la farmacoterapia.

Finalmente es importante acotar además que la antibioticoterapia en particular concentra su acción en el tratamiento de enfermedades infecciosas por cuanto por

definición, estas son las transmitidas por agentes microbianos patógenos como virus, bacterias, hongos, protozoos o algunos de orden macroscópico como gusanos, casos en los cuales no se habla de infección sino de infestación. Sin embargo, muchos de estos macroagentes, pueden causar infecciones porque también son vehículos de bacterias y otros agentes microbianos. En este caso, lo que se desea es reforzar el hecho de que la antibioticoterapia en definitiva tiene como objeto el ataque de agentes biológicos causantes de enfermedades.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA ANTIBIOTICOTERAPIA

Desde la edad antigua, se tienen registros de prácticas destinadas a combatir enfermedades infecciosas, aunque para entonces aún no se hablaba formalmente de una actividad disciplinada con un propósito específico en el sentido de la antibioticoterapia. De hecho, muchas de esas prácticas, hoy día se consideran inconvenientes y algunas hasta peligrosas, pero no se puede negar que tales acciones abrieron un largo camino hacia la consolidación de una disciplina con propósito. Por supuesto, se deduce que en la edad antigua desconocían por completo la existencia de la vida microbiana y por lo tanto sus prácticas tenían como punto de partida el conjunto de signos y síntomas de los pacientes, lo que, si bien ciertamente es válido para aplicar algún tipo de terapia, esta pudiera estar totalmente ajena a los agentes que causaban la patología.

En tal sentido, los registros históricos según Acuña [6] muestran que ya en los años 2500 AC en China se describió el uso del moho de la soya para el tratamiento de furúnculos, carbunco y otras infecciones cutáneas de los cuales no se ha podido demostrar si en este tipo de productos pudiera haber existido una sustancia tipo penicilina. En Egipto, también 2500 años AC, se empleaba la mirra para el tratamiento de las heridas. En los años 2000 AC el uso de miel y grasa también, para heridas infectadas y en los años 1500 a.C. la malaquita y crisocola (ambas con cobre), siempre en el manejo de heridas. En Grecia, 400 AC, Hipócrates describió las propiedades terapéuticas de la mirra. En Roma, Celsus usó mirra y barbarum (contienen cobre y plomo) para el tratamiento de varios procesos infecciosos.

En los tiempos modernos; (era pre-antimicrobiana), en 1865, Joseph Lister demostró que el fenol líquido, utilizado para desinfectar instrumental quirúrgico, heridas, incisiones e incluso el aire de pabellones, permitía disminuir la mortalidad de 45 a 15% en su hospital. En 1876, Robert Koch aisló el *Bacillus anthracis*, lo cultivó e inoculó en animales reproduciendo la enfermedad. Era el inicio de la era bacteriológica. En 1887, Louis

Pasteur, descubre que bacterias ambientales pueden destruir el *B. anthracis* y que animales infectados con otros microorganismos son resistentes al ántrax. En 1898, Rudolph Emmerech aisló la pirocianasa bacteriana de *Pseudomonas aeruginosa*, probándose en algunos pacientes con éxito relativo, pero con mucha toxicidad, continuo su uso hasta 1913. En esta época se utilizó la optoquina para el tratamiento de la neumonía neumocócica. En 1917 se abandonó por toxicidad y resistencia; probablemente la primera descripción de toxicidad de un fármaco administrado por vía sistémica. Paul Ehrlich inició una búsqueda sistemática de una tinción que destruyera las bacterias. El compuesto arsenical 606, arsfenamina, fue efectivo contra el *Treponema pallidum*. Su efectividad se vio oscurecida por la toxicidad.

En la misma era moderna, (verdadera era microbiana) ocurren una serie de eventos importantes que marcan una pauta significativa para la antibioticoterapia. En 1928, Fleming, descubre la penicilina. Este investigador fue capaz de aislar un producto inhibidor del crecimiento de *Streptococcus pneumoniae*, *Neisseria meningitidis*, *Neisseria gonorrhoeae* y otros estreptococos. Fleming, además de investigador era un referente en Inglaterra en relación al tratamiento de la sífilis; sin embargo, él no consideró la posibilidad de que este producto tuviera acción sobre el *treponema* ni tampoco del uso sistémico de penicilina. Sus ensayos se limitaron a tratamiento tópicos en piel y ojos y su interés se desvió a otro hallazgo suyo, la lisozima, a la que dedicó muchos años de su vida. Otra razón para abandonar la investigación en penicilina fue la rápida inactivación del producto, lo que hacía difícil producir y conservar el principio activo.

Igualmente, en 1928, Gerhard Domagk, demostró que el Prontosil (sulfa) inyectado curaba infecciones estreptocócicas sistémicas. A raíz de este descubrimiento que abrió el manejo clínico de infecciones sistémicas con un antibacteriano, se le otorgó el Premio Nobel en 1939, el cual no pudo recibir hasta 1947, terminada la II Guerra Mundial. Afortunadamente el interés por la penicilina no murió con el abandono de Fleming, en 1935. El Profesor George Dryer, de la Universidad de Oxford, se interesó en este producto; pensaba que se trataba de un bacteriófago, que infectaba y destruía bacterias, esa era el área de interés de Dryer. Al desechar esta hipótesis, una vez más se perdió el interés en la penicilina; sin

embargo, las cepas de Fleming fueron conservadas por una ayudante de Dryer, la Srta. Campbell Renton, quien las mantuvo vivas. Al fallecer Dryer, fue reemplazado en Oxford, por Sir Howard Walter Florey.

Ernst Boris Chain, químico alemán que se incorporara al equipo de Florey, le propuso estudiar las cualidades químicas de la penicilina entonces descubren que no era una enzima (hipótesis de estudio). Logran estabilizarla, cristalizarla y mostrar que altas dosis en animales de laboratorios no eran tóxicas y que podía recuperarse de la orina de los animales tratados, lo que revelaba una distribución sistémica. El estudio en que se basa la nueva terapia antimicrobiana se hizo en 8 ratas, inyectadas con dosis letales de *Streptococcus*, cuatro de ellas recibieron penicilina las cuales sobrevivieron y las otras cuatro sirvieron de control las cuales murieron. El primer paciente tratado por Florey (reportado en 1945) fue un policía londinense, con septicemia estreptocócica; al principio hubo buena respuesta clínica, pero finalmente murió por falta de producto. A pesar de la insistencia de Chain, Florey no patentó el producto. La producción industrial de penicilina se desarrolló con la participación norteamericana. En 1945, Fleming, Florey y Chain, recibieron el premio Nobel. En su discurso de aceptación del premio Nobel, Fleming hizo una advertencia:

“Pero quiero dar una advertencia, la penicilina aparece como no-tóxica, de modo que no hay preocupación con sobredosis e intoxicar al paciente. Sin embargo, puede existir el peligro de sub-dosificación. No es difícil conseguir microorganismos resistentes a penicilina en el laboratorio exponiéndolos a concentraciones no letales y lo mismo puede pasar en el organismo.” p.8

En Chile, a inicios de los cuarenta llegaron pequeñas cantidades de penicilina; para su adecuada indicación y distribución se creó la “Comisión de la Penicilina”, presidida por el Dr. Abraham Horwitz e integrada entre otros por el Dr. Kraljevic. Así, la terapia antimicrobiana se inició en esta época en Chile, reportándose en la literatura su indicación en los primeros casos de meningitis meningocócica en 1942, por el grupo liderado por el Dr. Kraljevic, quien asumió la Dirección Médica de Laboratorios Pfizer en Chile. En la tabla 1 se observa parte de esa evolución histórica de la antibioticoterapia.

TABLA I. Histórico de eventos importantes de la antibioticoterapia.

AÑO	EVENTO
1929	Descubrimiento de la Penicilina
1932	Descubrimiento del prontosil. Identificación de las sulfonamidas
1939	Descubrimiento de la gramicidina
1942	Introducción de la penicilina. Inicio en América Latina - Chile
1943	Descubrimiento de la estreptomina
1943	Descubrimiento de la bacitracina
1945	Descubrimiento de las cefalosporinas
1947	Descubrimiento del cloranfenicol
1948	Descubrimiento de la clortetraciclina
1952	Descubrimiento de la eritromicina
1956	Descubrimiento de la vancomicina
1957	Descubrimiento de la rifampicina
1959	Descubrimiento de los nitroimidazoles
1960	Síntesis e introducción de la meticilina
1961	Introducción de la ampicilina
1962	Introducción del ácido nalidixico
1963	Descubrimiento de la gentamicina
1964	Introducción de las cefalosporinas
1970	Introducción de la trimetropima
1972	Introducción de la minociclina
1980	Introducción de la norfloxacin
1993	Azitromicina y Claritromicina
2000	Introducción de Lizolid
2003	Introducción de la Daptomicina

Fuente: Elaboración propia con información tomada de Belloso [7]

UNIVERSO BACTERIOLÓGICO UN EJÉRCITO INFINITO E INDEFINIDO

La constante batalla que se plantea desde el terreno de la ciencia y la antibioticoterapia contra las bacterias, en

realidad es una lucha sin fin debido a que el universo bacteriano aun es bastante desconocido, más aún cuando lo que ya se conoce y se ha identificado de manera efectiva, tiene a su favor una peculiaridad que le otorga cierta ventaja en el largo plazo y que obliga a la ciencia a seguir intensificando sus estudios e investigaciones. Esa particularidad que se puede considerar de alguna manera ventajosa a los agentes bacterianos es la posibilidad cierta que tienen de tornarse resistentes ante el uso de ciertos compuestos lo que trae como consecuencia que al largo plazo la bacteria tratada con un antibiótico específico durante mucho tiempo, pudiera ya no ser la misma que originalmente se comenzó a tratar o por lo menos no con las mismas condiciones biológicas. Por otro lado, existe la posibilidad cierta de que al igual que los virus, algunas series de bacterias tengan la posibilidad de cambiar su estructura genética, es decir sufrir mutaciones pasando por procesos de adaptación celular lo cual definitivamente nos ubica ante una nueva especie que posiblemente ha superado las debilidades de su cepa anterior. En esa perspectiva entonces la ciencia antibiótico-terapéutica, aunque tiene camino andado en la lucha contra algunos tipos de bacterias, prácticamente inicia un camino desde cero para vencer una vez más la resistencia bacteriana. Tan solo para tener una somera idea del ejército al cual nos enfrentamos en esta lucha sin fin, les presentamos en la tabla II clasificatorio que tan solo muestra la clasificación general sin especificar cada una de las cepas identificadas en cada categoría, en las cuales pueden sobrepasar hasta ahora la cantidad de 25 bacterias diferentes por cada tipo.

TABLA II. Clasificación general de bacterias patógenas

CLASIFICACIÓN DE BACTERIAS PATÓGENAS PARA EL SER HUMANO										
AEROBIOS					ANAEROBIOS					
COCOS GRAM POSITIVOS		COCOS GRAM NEGATIVOS	BACIOS GRAM POSITIVOS	BACIOS GRAM NEGATIVOS	COCOBACIOS GRAM NEGATIVOS	BACIOS GRAM NEGATIVOS	COCOS GRAM NEGATIVOS	BACIOS GRAM POSITIVOS NO FORMADORES DE ESPORAS	BACIOS GRAM POSITIVOS FORMADORES DE ESPORAS	COCOS GRAM POSITIVOS
CATALASA POSITIVA	CATALASA NEGATIVA									

Fuente: Elaboración propia

Visto la tabla anterior, pareciera no ser tan amplio como para tener alguna dificultad en combatir al ejército bacteriano, pero la situación real es que como ya se planteó, ese universo es cambiante y muy dinámico además de no estar totalmente identificado, pues solo se presenta la oportunidad de conocerlo y describirlo

desde el momento en se hace presente la enfermedad en algún ser humano. Para entender este mecanismo de transformación del universo bacteriano abordaremos brevemente esos procesos que le han permitido la subsistencia y permanencia.

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA BACTERIOLÓGICA ANTE LA ANTIBIOTICOTERAPIA

Celis, Rubio y Camacho [8] plantean que, “La resistencia a antimicrobianos representa un aspecto natural de evolución bacteriana, que puede resultar de mutaciones o por adquisición de genes foráneos” [8, p. 105]. Como en efecto fue expuesto en nuestro apartado anterior, este es un factor por demás importante a considerar en esta lucha científica que nos plantea claramente que luchamos contra un ejército que se renueva y que encuentra en sí mismo los caminos para hacerse cada vez más resistentes. Por otro lado, Quiñones [2] plantea que;

“...la resistencia a los antimicrobianos constituye una grave amenaza para la salud mundial que requiere de acciones mundiales multisectoriales para reducir su diseminación y mitigar los efectos negativos de las bacterias, virus, hongos y parásitos resistentes que afectan a los seres vivos en diferentes ecosistemas. El compromiso político de los gobiernos con el apoyo de los diferentes actores es esencial en el cumplimiento de las acciones” p. 2

Lo dicho anteriormente es un verdadero llamado de alerta para que los Estados pongan todo sus esfuerzos y recursos para enfrentar esta batalla que puede ser mucho más desastrosa que cualquier guerra librada entre las naciones por otras causas políticas, económicas, culturales o religiosas. Muestra de esto, es la actual epidemia y pandemia con amenazas de convertirse en pandemia surgida este año 2020 cuando se da a conocer una infección causada por lo que se denomina el “Corona virus”. Esta situación ha generado alarma internacional y aunque este microorganismo no pertenece específicamente al mundo bacteriano, lo mencionamos solo como un ejemplo de lo que pudiera ocurrir con cualquier otro patógeno, ocasionando conflictos internacionales, pero peor aun generando una verdadera “masacre” sobre grupos humanos. No obstante, vale la pena apuntar que la antibioticoterapia también enfrenta la lucha contra los virus.

Ahora bien, esos mecanismos de resistencia bacteriológica han sido igualmente estudiados para ser combatidos y vencidos, algo de lo que se ocupa la ciencia farmacológica y que permite desarrollar una gran variedad de antibióticos con espectros específicos para ciertos grupos bacterianos. Desde esas investigaciones se ha dado a conocer los diferentes mecanismos de resistencias de las bacterias que la ciencia debe atacar. Al respecto Pérez [9], nos dice que;

“Existe una resistencia natural o intrínseca en las bacterias si carecen de diana para un antibiótico (como la falta de pared en el Mycoplasma en relación con los betalactámicos). La resistencia adquirida es la realmente importante desde un punto de vista clínico: es debida a la modificación de la carga genética de la bacteria y puede aparecer por mutación cromosómica o por mecanismos de transferencia genética. La primera puede ir seguida de la selección de las mutantes resistentes (rifampicina, macrólidos), pero la resistencia transmisible es la más importante, estando mediada por plásmidos, transposones o integrones, que pueden pasar de una bacteria a otra” p. 60.

II.METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio se llevó a cabo la búsqueda de información bibliográfica, que permitiera evidenciar los datos relevantes sobre el objeto de estudio. Se procedió a la clasificación detallada mediante diversas técnicas de investigación como la observación, las listas, la ficha bibliográfica y textual, entre otros.

Este trabajo está diseñado mediante un enfoque analítico de nivel exploratorio, por lo que sólo se pretende avanzar en la revisión de la bibliografía para sentar las bases que permitan ahondar en la temática presentada.

III.CONCLUSIONES

Como se ha evidenciado, la historia de la antibioticoterapia es relativamente reciente en el contexto de la batalla contra las enfermedades infecciosas, sin embargo se continúan haciendo grandes y significativos esfuerzos de investigación que nunca se han de detener por cuanto el universo microbiano y en especial el bacteriano así lo demanda en virtud de su amplitud y de que las bacterias también evolucionan mostrando constantes mecanismos de adaptación que les proporcionan resistencia ante los antibióticos, lo que implica reforzar los estudios y mejorar las formulaciones para vencer esas resistencias.

Por ello en función de esa lucha, la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente publica la lista actualizada de las medicinas esenciales en la lucha antimicrobiana y como muestra de los avances en la antibioticoterapia. La última publicación; World Health Organization Model List of Essential Medicines 21st List 2019 [10], es una muestra de los esfuerzos que se realizan de manera permanente en la batalla contra las enfermedades bacterianas.

Finalmente, al observar que los seres humanos se encuentran en un entorno cambiante altamente contaminado, propicio para la proliferación de vida bacteriana, la masificación de la medicina hace que las bacterias

reaccionen con mayor velocidad para generar resistencia, y en virtud del espíritu sanador, propenso a crear nuevos mecanismos de disminución de la morbilidad y la mortalidad de las poblaciones, las ciencias de la salud, encuentran en la investigación de la antibiótico terapia, dado el amplio espectro bacteriológico una verdadera lucha sin fin.

REFERENCIAS

- [1] J. González Mendoza, C. Maguiña Vargas y F. González Ponce, «Resistance to antibacterial agents: A serious problem,» *Acta Médica Peruana*, vol. 36, nº 2, pp. 145-151, 2019.
- [2] D. Quiñones, «Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectivas actuales ante el enfoque "Una salud". Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí" (IPK),» *Revista Cubana de Medicina Tropical*, vol. 69, nº 3, pp. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000300009, 2017.
- [3] V. Hernández Calderón D y A. Hernández González, «Resistencia a los antibióticos, una amenaza latente,» *Revista Aire Libre*, vol. 4, 2018.
- [4] M. Oliva Martínez y A. Báez Gómez, «Epidemia silenciosa del siglo XXI. Resistencia microbiana a los antibióticos,» *Medimay*, vol. 26, nº 2, 2019.
- [5] Real Academia Española de la Lengua RAE, *Diccionario de la Lengua Española, Edición del Tricentenario: Versión Electrónica 2019*. Disponible en: <https://dle.rae.es/desastroso?m=form>, 2019.
- [6] G. Acuña, «Evolución de la terapia antimicrobiana: lo que era, lo que es y lo que será,» *Rev Chil Infect*, vol. 20, nº (Supl 1), pp. S7-S10. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182003020100001, 2003.
- [7] W. Belloso, «Historia de los antibióticos,» *Rev. Hosp. Ital. B.Aires Revista en línea*, vol. 29, nº 2, p. <http://revista.hospitalitaliano.org.ar>, 2009.
- [8] Y. Celis, V. Rubio y M. Camacho, «Perspectiva histórica del origen evolutivo de la resistencia a antibióticos,» *Rev. Colomb. Biotecnol*, vol. XIX, nº 2, p. 105 – 117, 2017.
- [9] D. Pérez, «Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria,» *Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud*, vol. 22, nº 3, pp. 57-67, 1998.
- [10] World Health Organization, «World Health Organization model list of essential medicines: 21st list 2019,» Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/325771> Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2019.

ENFERMEDAD INFLAMATORIA PÉLVICA: DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO OPORTUNO. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Loaiza José¹, Romero Yohanna², Albornoz Roger³

joseloaiza@upeu.edu.pe¹ yohannaromero@upeu.edu.pe² roger.albornoz@upeu.edu.pe³

<https://orcid.org/0000-0001-9535-9654>

Universidad Peruana Unión (UPeU)

Recibido (12/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La enfermedad inflamatoria pélvica (EIP) es una patología frecuente en mujeres en edad reproductiva y ocupa uno de los primeros lugares de atención médica. El artículo revisa la literatura disponible y actualizada sobre las características clínica, método de diagnóstico y abordaje terapéutico. Se realizó una búsqueda de publicaciones indexadas en bases de datos por medio de palabras claves. La búsqueda fue delimitada entre el año 2014 a enero 2020. Los criterios de inclusión consideró el tipo de diseño metodológico, tamaño de las muestras, tipo de tratamiento tanto experimental como de control, año de publicación. Se seleccionaron un total de 26 artículos consistente con aspecto de interés para la revisión. Existe uniformidad de criterios en que la EIP comprende una serie de condiciones inflamatorias del tracto reproductivo femenino, cuyas complicaciones es la infertilidad, dolor pélvico agudo y/o embarazo ectópicos. Los factores de riesgo están relacionados entre otros, con el comportamiento sexual. Se recomienda la combinación de regímenes de agentes antimicrobianos consistente con un esquema de antibióticos de forma ambulatoria que cubra adecuadamente los microorganismos. Para la EIP severa se indica hospitalización con tratamiento endovenoso y realizar imágenes dirigidos a descartar ATO. El tratamiento quirúrgico queda reservado para casos que no responden al tratamiento médico.

Palabras Clave: Enfermedad inflamatoria pélvica, c. trachomatis, n. gonorrhoeae, m. genitalium, infertilidad.

PELVIC INFLAMMATORY DISEASE: DIAGNOSIS AND TIMELY TREATMENT. LITERATURE REVIEW

Abstract: Pelvic inflammatory disease (PID) is a frequent pathology in women of reproductive age and occupies one of the first places of medical attention. The article reviews the available and updated literature on the clinical characteristics, diagnostic method and therapeutic approach. A search of indexed publications in databases was carried out using keywords. The search was delimited between 2014 and January 2020. The inclusion criteria considered the type of methodological design, sample size, type of treatment, both experimental and control, year of publication. A total of 26 articles with an aspect of interest for the review were selected. There is uniformity of criteria in which PID includes a series of inflammatory conditions of the female reproductive tract, the complications of which are infertility, acute pelvic pain and / or ectopic pregnancy. The risk factors are related, among others, to sexual behavior. The combination of antimicrobial agent regimens consistent with an outpatient antibiotic regimen that adequately covers microorganisms is recommended. For severe PID, hospitalization with intravenous treatment and imaging aimed at ruling out ATO are indicated. Surgical treatment is reserved for cases that do not respond to medical treatment.

Keywords: Pelvic inflammatory disease, c. trachomatis, n. gonorrhoeae, m. genitalium, infertility

I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad inflamatoria pélvica (EIP o EPI), también conocida por sus siglas en inglés (PID), es un término generalmente utilizado para referirse a un síndrome clínico que engloba la patología infecciosa que afectan la parte superior del tracto genital femenino. Habitualmente se le considera como el resultado de una infección endocérvix [1] que puede llegar a influir en varias localizaciones como el endometrio (endometritis); trompas de Falopio (salpingitis); ovarios (ooforitis); miometrio (miometritis), peritoneo pélvico (pelvi-peritonitis), entre otras.

Se estima que anualmente en Latinoamérica [2] se presentan entre 13 y 19 casos de EIP aguda por cada 1.000 mujeres entre 15 y 44 años y entre 22 y 38 casos por cada 1.000 mujeres de 15-24 años. De igual forma, se estima que en Estados Unidos, cada año más de un millón (1.000.000) [3] de mujeres sufren un episodio de EIP aguda. Más de cien mil (100.000) mujeres quedan infértiles cada año como consecuencia de esta enfermedad y una gran proporción de los embarazos ectópicos se presentan asociados a eventos previos de EIP [4]. Constituyéndose en un problema de salud pública por los costos asociados tanto directos como indirectos debido a sus manifestaciones clínicas y sus secuelas.

A pesar que a nivel mundial, la EIP es una causa importante de morbilidad y de infertilidad, no existen datos fiables en cuanto a su incidencia y prevalencia. Esto se debe a que no es una enfermedad de declaración obligatoria, además su incidencia es difícil de precisar, ya que las formas subclínicas son subdiagnosticadas, pues no existen criterios de diagnósticos bien definidos y en muchos casos, la presentación inicial es vaga y con síntomas leves o subagudos, pero es sabido que se trata de una entidad frecuente.

Igualmente la EIP es un síndrome sobre el cual existe controversia en cuanto a su definición, etiología, causas ginecológicas y no ginecológicas, diagnóstico y abordaje terapéutico. Teniendo en cuenta los planteamientos anteriores el objetivo de este estudio es realizar una revisión de la literatura sobre las características clínicas, método de diagnóstico y abordaje terapéutico de esta patología.

II. DESARROLLO

A. Definición: Enfermedad pélvica inflamatoria (EIP)

La enfermedad inflamatoria pélvica es una entidad que carece de definición precisa. Es un término que se utiliza generalmente para al síndrome agudo que afecta al aparato genital superior de la mujer, también cono-

cida como infección del tracto genital superior (ITGS) femenino. Corresponde a la infección e inflamación del tracto superior de los órganos reproductivos femenino. Se presenta por la infección ascendente de gérmenes procedentes del cérvix. Incluye la participación de las siguientes localizaciones:

- Endometrio (Endometritis)
- Trompas de Falopio (Salpingitis)
- Ovarios (ooforitis)
- Miometrio (miometritis)
- Serosa uterina y ligamentos anchos (parametritis)
- Peritoneo pélvico

La infección pélvica ocurre, de manera más común, por la adquisición de infecciones de transmisión sexual (ITS) y por infecciones con flora endógena que ascienden del tracto genital inferior a través del endocérvix

La causa asociada a la EIP ocurre cuando bacterias de la vagina y el cuello uterino se trasladan hacia arriba donde se encuentran el útero, ovarios o las trompas de Falopio, produciendo uno o más de los siguientes trastornos inflamatorios: endometritis, salpingitis, peritonitis pélvica o absceso del tubo –ovárico (ATO).

Generalmente es una infección polimicrobiana. Dada las dificultades en otorgar un rol etiológico a un microorganismo como causante de la EIP, solo se puede establecer una asociación de hallazgos microbiológicos cervicovaginales y/o en tracto genital superior en pacientes con diagnóstico de EIP [5].

1. Asociación con microorganismos exógenos

- *C. trachomatis* [6]
- *N. gonorrhoeae*
- *M. genitalium* [7]

2. Asociación con microorganismos endógenos

- Vaginosis bacteriana (VB) [8]
- Patógenos entéricos
- Patógenos respiratorios

La presencia de la EIP puede producir problemas graves a largo plazo, tales como:

• Infertilidad: puede producir cicatrices que bloquean a las trompas de Falopio e impedir la fertilización de un óvulo [9]

• Embarazos ectópico: el tejido cicatrizante de la EIP puede impedir que un óvulo fertilizado se desplace al útero [10]. En su lugar, el óvulo se desarrolla en la trompa, si ocurre una ruptura, podría originar una hemorragia potencialmente mortal en el abdomen y la pelvis.

- Dolor pélvico crónico.

B. Factores de riesgo

Los factores de riesgo ampliamente aceptados según Mormandi, Tilli, & Arias [5] son:

1. Relacionados con el comportamiento sexual

- Existe una clara relación entre la EIP y las enfermedades de transmisión sexual (ETS)
- Múltiples compañeros sexuales
- Historia previa EIP: factor predisponente para nuevos episodios tanto por persistencia de los factores de riesgo como por pareja no tratada.
- Historia de vaginosis o cervicitis: los estudios sugieren que la vaginosis bacteriana incrementa el riesgo de EIP asociada a gérmenes endógenos
- Coito durante la menstruación
- Frecuencia de relaciones sexuales.

2. Relacionados a factores socioeconómicos y demográficos

- Edad inferior a 25 años: Las mujeres jóvenes, generalmente en la segunda o tercera década de la vida, son las más afectadas por esta enfermedad, lo cual parece depender de la alta prevalencia de las enfermedades de transmisión sexual (ETS)
- Nivel educativo
- Nivel socioeconómico.

3. Relacionados a maniobras instrumentales

- Colocación de dispositivos intrauterinos (DIU): especialmente en las tres semanas posteriores a su inserción, y cualquier maniobra diagnóstico-terapéutica endouterina, como histerosalpingografía (HSG) o histerosopia; en estos casos, el agente causal no será *Neisseria gonorrhoeae* ni *Chlamydia trachomatis* [9]
- Histerosalpingografía o histeroscopia
- Punción-aspiración de ovocitos en fertilización

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se revisaron en total 93 artículos con enfoques sobre características clínica, método de diagnóstico y aborda-

asistida

• Métodos anticonceptivos de barreras y hormonales: actúan como factores protectores por la modificación que provocan en el moco cervical [10].

4. Relacionados a hábitos personales

- Tabaquismo.
- Duchas vaginales.

III. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda de publicaciones indexadas en las bases de datos Medline-PubMed, Scielo, Scien- cedirect, Ovid-hinari, Embase, Bireme, Lilacs, además se empleó una búsqueda en cadena por medio de artículos inicialmente encontrados que se ajustaran a las siguientes palabras claves: enfermedad inflamatoria pélvica (pelvic inflammatory disease), diagnóstico de la enfermedad pélvica inflamatoria (diagnostic of pelvic inflammatory disease), características clínica de la enfermedad pélvica inflamatoria (clinical characteristics of pelvic inflammatory disease), tratamiento de la enfermedad pélvica inflamatoria (therapeutic approach to pelvic inflammatory disease). Para delimitar la búsqueda se utilizaron los operadores booleanos «AND» (operador restrictivo) y «OR» (operador de adición), así como los filtros disponibles en cada base de datos. La búsqueda fue delimitada entre enero de 2014 y enero 2020. Como base para los criterios de inclusión se consideraron los siguientes aspectos: el tipo de diseño metodológico del estudio el tamaño de las muestras de cada estudio, el tipo de tratamiento tanto experimental como de control, el año de publicación del estudio, y la selección de los artículos se realizó por el análisis de resúmenes, donde se excluyeron aquellos cuya temática no se relacionaba con los criterios de inclusión establecidos.

je terapéutico. Los resultados de la búsqueda se muestran en la figura 1.

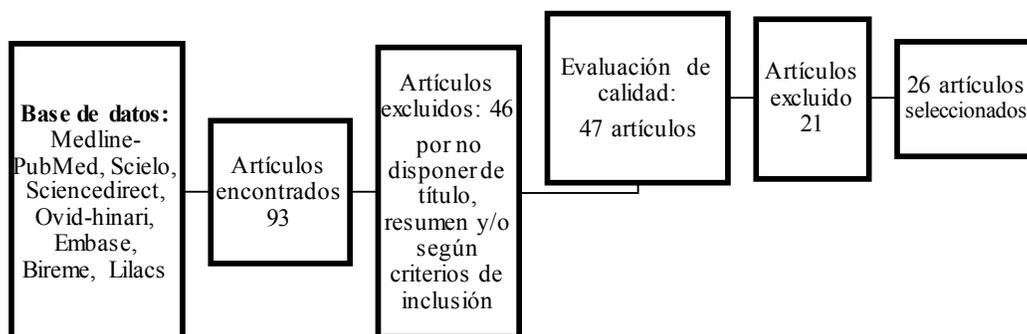


Figura 1 Resultados de la búsqueda de literatura

De los artículos seleccionados el 73,1% indagaron sobre los signos y síntomas de la EIP y sus manifestaciones clínicas, el 53,8% se refirieron a los métodos de diagnóstico y el 88,5% trataron el abordaje terapéutico y tratamiento de la patología.

A. Características clínicas de la EIP: signos y síntomas

Los artículos revisados coinciden que las manifestaciones clínicas de la EIP puede ser inespecífica, existiendo una gran variedad en la forma de presentarse, desde un cuadro asintomático hasta cuadros graves de pelvis-peritonitis potencialmente letales. A continuación se señalan los indicios y síntomas más frecuentes encontrados en la literatura consultada.

Dolor abdominal o hipogástrico

Se presenta en el 95% de los casos, si bien es inespecífico, tiende a localizarse o ser más intenso en los cuadrantes inferiores del abdomen, generalmente sordo y bilateral siendo característico que aparezca durante o inmediatamente después de la menstruación y que se agudice con la maniobra de Valsalva [11]. De acuerdo al 85% de la literatura consultada, el dolor abdominal es el síntoma más frecuente en este tipo de patología, algunos autores como Andersen [12] señalan que se localiza en hipogástrico, generalmente bilateral y su intensidad varía desde estar ausente (EIP ausente) a ser muy intenso en cuadros con un componente peritoneal importante. Aumenta con el coito, la exploración clínica, los cambios de posición y las maniobras de Valsalva.

Dolor pélvico agudo

Se refiere a dolor con una relación específica al ciclo menstrual. Consiste en dismenorrea primaria (no hay causa aparente) o secundaria, pero también incluye dolor pélvico atípico, dolor que comienza dos semanas antes de la menstruación, siendo una variación de la dismenorrea secundaria [13].

Aumento del flujo vaginal o flujo de características anormales

Este síntoma se presenta en el 74% de los casos [14]. Cambia de color, cantidad y aspecto; puede volverse blanquecino y grumoso asociado a prurito producido por *Cándida albicans*, espumoso con burbujas y mal olor producido por *Trichomonas vaginalis*; o puede ser gris y con mal olor producido por *Gardnerella vaginalis*, microorganismos que casi siempre se encuentran asociados a EIP [14].

Sangrado irregular

La literatura consultada hace referencia a la alteración del ciclo menstrual normal. Puede que se deba a cambios en la regularidad, la frecuencia del ciclo, la duración del flujo o el volumen de sangrado menstrual [15]. Puede presentarse intermenstrual o postcoital entre el 40% y 45% de los casos. El sangrado y la menorragia pueden ocurrir secundarios a cervicitis y endometritis asociadas.

Los otros síntomas encontrados en la revisión se señalan en la tabla I.

Tabla I Síntomas de la Enfermedad inflamatoria pélvica (EIP)

Síntoma	Número de artículos	Porcentaje (%)
Dolor abdominal o hipogástrico	22	85
Dolor pélvico agudo	20	78
Aumento del flujo vaginal o flujo de características anormales	12	46
Sangrado irregular	9	34
Síntomas urinarios	12	47
Náuseas y vómitos	10	39
Dolor a la movilización	7	25
Cervicitis y leucorrea	11	44
Ausencia de síntomas	18	68

B. Diagnóstico

Debido a la diversidad de complicaciones que se producen al corto y largo plazo es necesario tener un diagnóstico precoz y certero de la EIP, para lograr un

tratamiento oportuno. El diagnóstico de la EIP es fundamentalmente clínico. Para realizar un diagnóstico se debe tomar en cuenta: criterios, grado evolutivo de la enfermedad, diagnóstico complementario y diferencial.

Criterios de diagnóstico

De acuerdo con la literatura analizada no existe un consenso sobre los criterios más adecuados para el diagnóstico de la EIP, encontrándose que el 78% de

las investigaciones recomiendan los criterios de Sego, el 63% los criterios de Hager y el 54% los criterios de Sweet. En la tabla II se definen los criterios de diagnóstico para la EIP.

Tabla II Criterios de diagnóstico de la Enfermedad inflamatoria pélvica (EIP).

Criterios de diagnóstico	Mayores	Menores
Criterios de Sego [16]	Presencia de dolor abdominal bajo. Dolor a la movilización cervical en la exploración. Dolor anexial en la exploración	Temperatura > 38°C. Leucocitos > 10500 mm ³ VSG elevada. PCR elevada. Exudado endocervical anormal
Criterios de Hager [17]	Dolor abdominal con o sin signos de irritación peritoneal Dolor a la movilización cervical en la exploración vaginal Dolor a la palpación anexial en la exploración abdominal Ecografía que no sugiera otra patología	Temperatura > 38°C. Leucocitos > 10500 mm ³ Líquido purulento en culdocentesis (con leucocitos y bacterias) Masa inflamatoria por palpación y/o ecografía Presencia de Neisseria gonorrhoeae y/o Chlamydia trachomatis en endocérvix
Criterios de Sweet [18]	Historia o presencia de dolor en hipogastrio o hemiabdomen inferior, generalmente a la palpación. Dolor a la movilización del cérvix durante la exploración clínica. Dolor a la palpación de anexos en la exploración clínica	Temperatura de 39° Co más. Material purulento identificado por culdocentesis o laparoscopia. Leucocitos mayor de 10500/mm ³ - Masa de examen físico o por ultrasonido. Cultivo de exudado intracervical positivo ya sea por diplococos, N. gonorrhoeae u otra bacteria. Velocidad de eritrosedimentación elevada.

La presencia de tres criterios mayores y al menos uno de los criterios menores indica una alta probabilidad de EIP.

Clasificación de la EIP basada en hallazgos clínicos

Del análisis realizado en los trabajos de investigación según evidencia, la EIP se clasifica de acuerdo al grado evolutivo de la enfermedad, en la sintomatología y en los datos recogidos en la exploración. A continuación se describe las características clínicas de la EIP.

- Estadio I: Salpingitis aguda sin peritonitis. Se produce una infección e inflamación ascendente de las trompas uterinas, con edema. El objetivo en este estadio es tratar la infección [19]

- Estadio II: Salpingitis aguda con peritonitis. Se produce debido a un proceso evolutivo de la EIP que no ha recibido tratamiento. El objetivo de este estadio es conservar la fertilidad [19]

- Estadio III: Salpingitis con absceso tuboovárico

(ATO). La progresión de la infección e inflamación determinan destrucción de las estructuras anatómicas normales, con la formación de una masa inflamatoria que involucra tanto al ovario como a la tuba uterina. El objetivo del tratamiento en este estadio es conservar el ovario [20].

- Estadio IV: Rotura de absceso tuboovárico. Estadio de gran mortalidad, sobre todo cuando el diagnóstico es tardío. Se debe sospechar por un cambio en el cuadro clínico de una paciente cursando una EPI [19] Generalmente el examen físico es poco concluyente, pudiendo encontrarse abdomen levemente distendido, reducción de ruidos hidroaéreos y signos de irritación peritoneal, como aumento de la resistencia muscular con eventual Blumberg. El objetivo en este estadio es salvar la vida de la paciente [20].

Diagnóstico complementario y diferencial

Las investigaciones coinciden [1] [17] que es nece-

sario completar el diagnóstico de la EIP con:

- Diagnóstico microbiológico de infección endocervical por *Neisseria gonorrhoeae* o *Chlamydia trachomatis*. Si el resultado es negativo no descarta EIP

- Diagnóstico histopatológico de endometritis en biopsia de endometrio.

- Diagnóstico por imagen: ecografía transvaginal, TAC o RMN, con líquido en trompas de Falopio que se pueden encontrar asociada en algunos casos líquido libre peritoneal, masas tubo-ováricas o estudios Doppler que sugieren EIP (hiperemia).

- Hallazgos en laparoscopia concordantes con EIP. Se considera que sus hallazgos son definitivos.

- Estudios analíticos serológicos para descartar ETS como sífilis, VIH y VHB, previa información y consentimiento de la paciente.

Igualmente los estudios revisados recomiendan realizar diagnóstico diferencial [21] [11] tanto para patologías del tracto genital como extra genitales, tales como:

- Cuadros obstétricos: gestación ectópica, aborto séptico.

- Cuadros ginecológicos: endometriosis severa, quiste ovárico complicado, dismenorrea intensa, ovulación dolorosa.

- Cuadros gastrointestinales: apendicitis, gastroenteritis, diverticulitis.

- Cuadros urológicos: cistitis, pielonefritis, crisis renoureteral

C. Tratamiento

Ante la sospecha de EIP se debe instaurar un trata-

miento antibiótico empírico y administrarse de forma precoz para prevenir las secuelas que se pueden producir incluso en casos de infección leve. Para la elección de antibióticos, se debe tomar en cuenta el origen polimicrobiano de la EPI, en la guía desarrollada por Center for Disease Control and Prevention (CDC) [22]. La literatura es consistente en recomendar que todo esquema terapéutico debe ofrecer cobertura para los posibles agentes patógenos como *N.gonorrhoeae*; *C.trachomatis* [23]; bacterias facultativas gramnegativas; anaerobios y *Streptococcus* [24]. Se asociará cobertura para gérmenes anaerobios en casos especiales como: absceso pélvico [13], detección de *Trichomonas vaginalis*, vaginosis bacteriana [25], antecedente de instrumentación ginecológica, cuadro moderado a grave.

Tratamiento ambulatorio

El tratamiento ambulatorio está indicado en cuadros clínico no complicado, es decir, leves o moderados, además que la paciente tolere la vía oral y no presente signos de EIP complicada, con reevaluación a los 3-5 días del inicio de la sintomatología e ingreso hospitalario en caso de no presentar mejoras [26]. En la tabla 3 se presentan el tratamientos con antibióticos más recomendado por el CDC [27].

Las pacientes que en un periodo de 72 horas no respondan al tratamiento de antibiótico ambulatorio, deben ser ingresadas para confirmar el diagnóstico y administrar terapia parenteral [20].

Tabla III Tratamiento ambulatorio (oral) de la enfermedad inflamatoria pélvica (EIP).

Primera elección

Ceftriaxona 250 mg IM dosis única + Doxiciclina 100 mg c/12h VO +/- Metronidazol 500 mg c/12 h VO, durante 14 días.

Cefoxitin 2 g IM + Probenecid 1 g VO dosis única + Doxiciclina 100 mg c/12h VO +/- Metronidazol 500 mg c/12 h VO, durante 14 días.

Ofloxacin 400 mg c/12 h ó Levofloxacin 500 mg c/24 h VO + Metronidazol 500 mg c/12h VO, durante 14 días. No de elección cuando exista sospecha de gonococo por la evidencia del incremento de resistencias a quinolonas

Alternativo (No de primera elección)

Ceftriaxona 250 mg IM dosis única + Azitromicina 1 g a la semana durante 2 semanas.

Moxifloxacin 400 mg c/24 h durante 14 días. No de primera elección por RAM hepáticas y riesgo cardiaco (QT largo)

Fuente: Workowski & Berman [16]

Tratamiento hospitalario

En el caso de las mujeres con EIP severa o las que cumplen los criterios de hospitalización incluidos en la figura 2, será necesario el ingreso hospitalario e instaurar

tratamiento antibiótico endovenoso [16], que deberá mantenerse hasta 24 horas después de la mejoría clínica para pasar a antibioterapia oral.

No se pueden excluir emergencias quirúrgicas (por ejemplo, apendicitis).

Paciente embarazada.

Paciente que no responde clínicamente al tratamiento antibiótico oral.

Paciente incapaz de seguir o tolerar el régimen ambulatorio oral.

Paciente con enfermedad severa, náuseas, vómitos o fiebre alta.

Paciente con absceso tubo-ovárico: por riesgo de rotura y sepsis

Estados de inmunodepresión

Figura 2 Criterios de hospitalización para mujeres con enfermedad pelviana inflamatoria

El tratamiento antimicrobiano adecuado para los abscesos pelvianos incluye un régimen antibiótico con actividad contra anaerobios como *Bacteroides fragilis* y *Prevotella bivia*, que son productores de β -lactamasas

[28]. Tal como se muestra en la tabla 4 existen un conjunto de antibióticos con eficacia demostrada, según lo señalan gran parte de los estudios, incluyendo el CDC [27] y la guía europea para el tratamiento de la EIP [22].

Tabla IV. Tratamiento hospitalario (endovenoso) de la enfermedad inflamatoria pélvica (EIP)**Primera elección**

Ceftriaxona 2 g IV c/24 h ó Cefoxitin 2 g IV c/6 h ó Cefotetán 2 g IV c/12 h + Doxiciclina 100 mg c/12 h VO ó IV seguido de Doxiciclina 100 mg c/12 h + Metronidazol 500 mg c/12 h VO, hasta completar 14 días.

Clindamicina 900 mg c/8 h IV + Gentamicina (2 mg/kg dosis de carga) y 1,5 mg/kg c/8 h posterior (o dosis diaria de 3-5 mg/kg) seguido de Clindamicina 450 mg c/6 h ó Doxiciclina 100 mg c/12 h + Metronidazol 500 mg c/12 h VO hasta completar 14 días

Alternativo (No de primera elección)

Ofloxacino 400 mg IV c/12 h + Metronidazol 500 mg IV c/12 h, hasta completar 14 días.

Ampicilina/sulbactam 3 g IV c/6 h + Doxiciclina 100 mg c/12 h hasta completar 14 días

Fuente: Workowski & Berman [16]

La tasa de curación clínica con tratamientos de antibióticos ambulatorio y hospitalario oscila en el 88 y el 99% [16] y la curación microbiológica entre el 89 y el 100% [28].

Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico queda reservado para casos severos que no responden al tratamiento médico y cuando exista evidencia de absceso pélvico, pelviperitonitis como resultado de abscesos tuboovaricos rotos o tumoraciones pélvicas que persisten a pesar de tra-

tamiento antibiótico, se puede realizar por laparotomía o por vía laparoscópica con liberación de adherencias, lavados y drenaje de los abscesos, aunque la punción ecoguiada de los mismos por vía transvaginal puede ser igualmente eficaz. [1].

Tratamiento del absceso tubo-ovárico (ATO)

La forma clínica más severa de la EIP, es el ATO roto, que puede presentarse con:

- ATO < de 8 cm, se puede administrar una pauta de tratamiento vía parenteral con clindamicina o metroni-

dazol. Vigilancia y ecografías periódicas. [29]

•ATO> de 8 cm, o no existe mejoría en 72 horas de tratamiento parenteral, o ha aumentado de tamaño, deberá realizarse drenaje por vía laparoscópica, cirugía o culdocentesis si está en el fondo de saco de Douglas. [26]

•Rotura del absceso exige cirugía urgente y anexectomía del lado afecto.

V.CONCLUSIONES

1.La EIP es una infección que afecta el aparato genital femenino, la cual se presenta comúnmente en mujeres en edad reproductiva. Por ello, y sobre todo por las secuelas que puede conllevar supone un problema de salud pública.

2.Es una enfermedad polimicrobiana, causada por microorganismos sexualmente transmitido por Chlamydia trachomatis y Neisseria gonorrhoeae, sin embargo, no se puede excluir otros posibles patógenos como las bacterias asociadas a vaginosis bacterianas.

3.Existe coincidencia en que las manifestaciones clínicas son múltiples siendo las más frecuentes el dolor abdominal, dolor pélvico agudo, aumento del flujo vaginal y sangrado irregular.

4.El diagnóstico es fundamentalmente clínico. Éste es con frecuencia dificultoso debido a la poca especificidad y sensibilidad de la exploración clínica, sin embargo el retraso en el diagnóstico y tratamiento pueden producir consecuencias importantes.

5.Debido a la poca sensibilidad y especificidad del diagnóstico, se ha elaborado una serie de criterios clínicos que facilitan en gran medida la sospecha diagnóstica de EIP.

6.El tratamiento de esta patología presenta diversos objetivos. El tratamiento es empírico e implica el uso de una combinación de regímenes de agentes antimicrobianos de amplio espectro para cubrir probables patógenos. La literatura es consistente en recomendar un esquema de antibióticos que han demostrado ser efectivos.

7.El tratamiento debe cubrir los principales patógenos, *N. gonorrhoeae* y *C. trachomatis*, independientemente de los resultados de las pruebas.

8.Es recomendable realizar el tratamiento adecuado y oportuno, para atenuar las consecuencias graves sobre la salud reproductiva de las mujeres en edad fértil.

9.Dada la fuerte asociación entre la EIP y las infecciones de transmisión sexual, las estrategias de prevención deben estar dirigidas en promover relaciones sexuales seguras (reducción del número de parejas, uso de condón, entre otros)

10.Los esfuerzos deben estar dirigidos en atender la

prevención primaria o detección temprana de infecciones del tracto genital inferior.

11.La prevención secundaria se basa en el diagnóstico y tratamiento precoz para evitar las secuelas y la propagación de la infección.

REFERENCIAS

[1]L. Baquedano, M. Lamarca, F. Puig y M. Conde, «Enfermedad inflamatoria pélvica: un reto en el diagnóstico y tratamiento precoz,» Rev Chil Obstet Ginecol, vol. 72, nº 2, pp. 115-120, 2014.

[2]J. Botero, Obstetricia y Ginecología. Enfermedad Pélvica Inflamatoria. Séptima Edición, vol. 33, 2010, p. 442 – 448.

[3]D. Vargas, «Enfermedad Pélvica Inflamatoria,» Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica, vol. LXXI , nº 612, pp. 719-722, 2014.

[4]Instituto Mexicano del Seguro Social, Diagnóstico y Tratamiento de la Enfermedad Inflamatoria Pélvica en Mujeres mayores de 14 Años con Vida Sexual Activa,, México: Disponible: www.imss.gob.mx/profesionales/guiasclinicas/Pages/guias.aspx, 2008-2009.

[5]J. Mormandi, M. Tilli y A. Arias, «Enfermedad pelviana inflamatoria. Consenso 2017,» Sociedad de Obstetricia y Ginecología de Buenos Aires, Buenos Aires, 2017.

[6]C. Haggerty y R. Ness , «Epidemiology, pathogenesis and treatment of pelvic inflammatory disease,» Expert Rev Anti Infect Ther, vol. 4, nº 2, pp. 235-247, 2006.

[7]B. Taylor , R. Ness , T. Darville y C. Haggerty , «Microbial correlates of delayed care for pelvic inflammatory disease,» Sex Transm Dis, vol. 38, nº 5, pp. 434-438, 2011.

[8]R. Brotman, «Vaginal microbiome and sexually transmitted infections: an epidemiologic perspective,» J Clin Invest, vol. 121, nº 46, pp. 10-17, 2011.

[9]O. Jaiyeoba, G. Lazenby y D. Soper, «Recomendaciones y bases para el tratamiento de la enfermedad pelviana inflamatoria,» Expert Rev Anti Infect Ther, vol. 9, nº 1, pp. 61-70, 2011.

[10]R. Sweet, «Treatment of Acute Pelvic Inflammatory Disease,» Infectious Diseases in Obstetrics and Gynecology, vol. <http://dx.doi.org/10.1155/2011/561909>, p. Article ID 561909, 2011.

[11]S. Barrentes, «Enfermedad pélvica inflamatoria,» Revista Médica de Costa Rica y Centroamerica , vol. 61, nº 105, pp. 105-109, 2015.

[12]B. Andersen, «Chlamydia infection, pelvic inflammatory disease, ectopic pregnancy and infertility: cross-national study,» Sex Transm Infect, vol. 101, pp. 450-459, 2018.

- [13]V. Garro, M. Thuel y V. Robles, «Dismenorrea primaria en las adolescentes: manejo en la atención primaria,» *Revista Médica Sinergia*, vol. 4, n° 11, p. e296, 2019.
- [14]Y. Álvarez, J. Sepúlveda y L. Díaz, «Enfermedad pélvica inflamatoria: análisis retrospectivo,» *Ginecol Obstet Mex*, vol. 85, n° 7, pp. 433-441, 2017.
- [15]A. Orane, «Sangrado Uterino Anormal,» *Revista Clínica de la Escuela de Medicina UCR – HSJD*, vol. 6, n° VI, pp. 11- 20, 2016.
- [16]K. Workowski y B. S, «Sexually transmitted diseases treatment guidelines,» *MMWR Recomm Rep*, vol. 64, n° 3, pp. 78-84, 2015.
- [17]L. Vásquez, «Enfermedad pélvica inflamatoria,» *Revista Médica Sinergi*, vol. 2, n° 12, pp. 11-14, 2017.
- [18]R. Brunham y S. Gottlieb, «Enfermedad pélvica inflamatoria. Causas, diagnóstico y manejo de la enfermedad pélvica inflamatoria,» *N Engl J Med*, vol. 372, n° 2039-2048, 2015.
- [19]G. Schiappacasse, E. Gana, M. Ríos y P. Soffia, «Infección del tracto genital superior femenino: Revisión pictográfica por tomografía computada según clasificación clínica,» *Revista Chilena de Radiología*, vol. 20, n° 1, pp. 31-37, 2014.
- [20]J. Fuentes y J. Sepúlveda, «Abordaje integral del dolor pélvico crónico: revisión de la literatura,» *Rev Chil Obstet Ginecol*, vol. 79, n° 4, pp. 830-839, 2014.
- [21]M. Rodríguez, «Dolor pélvico en la adolescencia: patología uterina y anexial,» *Revista de Formación Continuada de la Sociedad Española de Medicina de la Adolescencia*, vol. VII, n° 16- 25, 2019.
- [22]J. Ross, S. Guaschino, M. Cusini y J. Jensen, «Guía Europea 2017 para el manejo de la Enfermedad Inflamatoria Pelviana,» *Revista Internacional de ETS y SIDA*, vol. 29, n° 2, pp. 108-114. doi: 10.1177 / 0956462417744099, 2018.
- [23]A. Santana, B. Suárez, L. Padrón y S. Fernández, «Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad pélvica inflamatoria,» *Ginecología y obstetricia*, vol. 45, n° 4, pp. 157-162, 2018.
- [24]G. Bustos, D. Josa, J. Perea y S. Gualtero, «Enfermedad pélvica inflamatoria por *Actinomyces* sp. en paciente con dispositivo intrauterino: reporte de un caso,» *Infectio*, vol. 20, n° 1, pp. 33-36, 2015.
- [25]A. Farinati, P. Galarza, A. Orsini, S. Vulcano y M. Torziano, «Enfermedad pelviana inflamatoria,» Presentado en el XXXV Congreso Internacional de Obstetricia y Ginecología, Buenos Aires, 2017.
- [26]N. Zeledón, «Enfermedad pélvica inflamatoria,» *Revista Médica Sinergia*, vol. 1, n° 12, pp. 3-9, 2016.
- [27]K. Workowski y S. Berman, «Pelvic inflammatory disease,» de *Sexually Transmitted Diseases Treatment Guidelines, 2010*, Centers for Disease Control and Prevention, 2010, pp. 12-29.
- [28]O. Jaiyeoba, G. Lazenby y D. Soper, «Recomendaciones y bases para el tratamiento de la enfermedad pelviana inflamatoria,» *Expert Rev Anti Infect Ther*, vol. 12, n° 2, pp. 61-70, 2017.
- [29]Gobierno Federal, «Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad inflamatoria pélvica en mujeres mayores de 14 años con vida sexual activa. Guía de referencia rápida,» Consejo de Salubridad General, España, 2018.

LA TRÍADA RELACIONAL MÉDICO-ENFERMERA-PACIENTE, COMO FACTOR FUNDAMENTAL EN LA RECUPERACIÓN DEL CONVALECIENTE

MMartha del Rocío Vera García¹, Mónica Patricia Acosta Gaibor², Rosa Erlinda Bustamante Cruz³, Marilú Mercedes Hinojosa Guerrero⁴.

mveradr@utb.edu.ec¹, macosta@utb.edu.ec², robustamante99@gmail.com³, chinny28_@hotmail.com⁴.

Universidad Técnica de Babahoyo Ecuador

ORCID: 0000.0001.9535.9654¹, ORCID: 0000.0002.6778.4298³

Recibido (12/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: Este artículo se desprende de una investigación cuyo objetivo general fue determinar la influencia de las relaciones médico-enfermera-paciente en la recuperación de salud del convaleciente, como específicos, diagnosticar las relaciones desde los involucrados, describir cada dimensión de esta tríada relacional y establecer la proyección de salud del convaleciente en función de esas relaciones. El estudio fue un diseño de campo, de corte transversal, en nivel descriptivo, de un centro de salud privado y uno público. Se recolectó la información con un instrumento tipo Likert, en una muestra probabilística no estratificada de 18 médicos, 21 enfermeras y 21 pacientes. Los datos presentados en tablas de frecuencias absolutas y porcentuales e histogramas, fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. Entre los resultados, destacan la alta tendencia de los pacientes a considerar que su recuperación esta proporcionalmente ligada a su relación con su médico tratante y su enfermera cuidadora, sin embargo, un alto porcentaje, da mayor importancia a la relación enfermera-paciente ante las otras. Como conclusiones, destaca que las relaciones directas entre los médicos, enfermeras y pacientes tienen un efecto altamente positivo en la recuperación del convaleciente y que el papel de la enfermera es fundamental en esa interconexión.

Palabras Clave: Triada relacional, Relación Médico-Paciente, Relación Médico-Enfermera, Relación Enfermera-Paciente.

THE MEDICAL-NURSING-PATIENT RELATIONAL TRADE, AS A FUNDAMENTAL FACTOR IN THE RECOVERY OF THE CONVALECIENT

Abstract: This article follows from an investigation whose general objective was to determine the influence of doctor-nurse-patient relationships on the recovery of health of the convalescent, as specific, diagnose the relationships from those involved, describe each dimension of this relational triad and establish the convalescent health projection based on these relationships. The study was a descriptive, cross-sectional field design of a private and a public health center. The information was collected with a Likert-type instrument, in a non-stratified probabilistic sample of 18 doctors, 21 nurses and 21 patients. The data presented in absolute and percentage frequency tables and histograms were analyzed using descriptive and inferential statistics. Among the results, the high tendency of patients to consider that their recovery is proportionally linked to their relationship with their treating doctor and nurse-caregiver, however, a high percentage, gives greater importance to the nurse-patient relationship before the others. . In conclusion, he stresses that direct relationships between doctors, nurses and patients have a highly positive effect on the recovery of the convalescent and that the role of the nurse is fundamental in this interconnection

Keywords: Relational triad, Doctor-Patient Relationship, Doctor-Nurse Relationship, Nurse-Patient Relationship

I. INTRODUCCIÓN

La relación que se establece entre todos y cada uno de los actores que interactúan en los centros de salud, se convierte en un factor fundamental para la recuperación de los enfermos, pero en particular, se puede decir que existen tres actores esenciales en esas relaciones que conforman una tríada relacional de carácter obligatorio para que el restablecimiento del convaleciente sea exitoso y rápido. En este caso estamos hablando de tres actores elementales del proceso en el mismo lugar del centro de salud como lo son: el médico, la enfermera y el mismo paciente. Cuando una persona se encuentra en proceso de recuperación o convalecencia debido a una patología circunstancial, temporal o permanente, pudieran mencionarse una larga lista de elementos tangibles e intangibles que tienen un efecto directo sobre el enfermo, tales como un diagnóstico correcto, seguir al pie de la letra el tratamiento indicado, estar en el lugar con las condiciones idóneas, atender oportunamente una situación, en fin, pudiera ser una larga lista de causales intervinientes e importantes que influyen positiva o negativamente, sin embargo, pocos consideran las relaciones interpersonales como factores claves de la recuperación.

En ese orden de ideas, si bien todos esos elementos son importantes, se puede decir que la relación directa con el personal de salud y en particular con el médico y la enfermera serán cruciales para su evolución positiva. Para nadie es un secreto que la condición psicológica favorable del enfermo, es un elemento esencial para su recuperación, los que podrían tener una relación directamente proporcional, sin embargo, no se puede establecer ese beneficio en la recuperación de manera casi matemática, sino más bien abordarlo desde una investigación que muestre la cualidad relacional entre estos tres sujetos de estudio, asumiendo la interrelación como objeto, y como afecta el proceso de recuperación, partiendo del hecho de que una buena relación personal, ha de favorecer de igual manera la condición psicológica, y por ende, eso se ha de reflejar positivamente en la condición orgánica del convaleciente. Es por ello que en esta investigación, se aborda esa tríada de relaciones en las que se involucran los tres sujetos esenciales del momento de la enfermedad en cada centro de salud, el médico, la enfermera y el paciente.

Desde la perspectiva descrita, se plantea esta investigación que tiene como objetivo principal demostrar el efecto positivo o consecuencias que tienen las relaciones médico-enfermera-paciente en la recuperación de salud del convaleciente y que para efectos de este estudio hemos convenido en llamar la tríada relacional. Para el abordaje de la realidad estudiada, se plantearon tres

objetivos específicos que orientarían la metodología de recolección de información en virtud de que la tríada relacional se identifica en tres relaciones interconectadas: 1. Diagnosticar la percepción de los involucrados desde su relación con los otros actores; 2- Describir la relación médico-paciente, médico-enfermera y enfermera-paciente; 3- Inferir de esos análisis los efectos y trascendencia de esas relaciones en la salud del convaleciente.

En ese orden, considerando que la tríada relacional está constituida por las tres dimensiones diferenciadas en el apartado anterior, se procedió a abordar la investigación con enfoque cuantitativo [1] a través de un diseño de campo [2] en un estudio de corte transversal con nivel descriptivo [3] y aplicando el método hipotético deductivo [4] en dos centros de salud, uno de administración pública y otro de administración privada. Este artículo pretende mostrar la influencia de las tres relaciones que representan la tríada, analizada cada una de ellas desde su individualidad pero en el entendido de que no son verdaderamente independientes entre sí sino por el contrario se integran en un todo relacional en la que una depende de la otra y todas contribuyen en mayor o menor grado al restablecimiento de la salud del convaleciente.

Para este abordaje este artículo se desarrolla en cuatro apartados bien diferenciados que sistemáticamente conducen a asumir una postura respecto al objeto de estudio: la introducción que muestra de manera sintetizada el problema tratado, sus objetivos y método general utilizado en la investigación; el desarrollo sustentado donde a través de varios subtítulos se desglosan las tres grandes categorías que fueron objeto de estudio, la metodología específica que se aplicó para recolectar, procesar y representar la información; los resultados más relevantes del estudio con sus respectivas evidencias gráficas; las conclusiones generales y las referencias bibliográficas.

II. DESARROLLO

Una tríada de relaciones humana más allá de las profesionales

Cuando una persona acude a un centro de salud por razones de enfermedad, ya sea consultorio médico, hospital, centro clínico o de cualquier otro nivel, su primer contacto se da regularmente con un personal de enfermería (primer momento), quien además de ejecutar algunos actos administrativos (como registro, fichaje) y de atención primaria (como pesaje, talla, toma de presión arterial), establece el inicio de esa tríada de relaciones que a partir de allí se generan en la vida del sujeto quien además desde ese instante se convierte en

un paciente. Luego, la enfermera reporta e informa al médico (segundo momento), con el objeto de remitirle la información preliminar con la que ha de iniciar su auscultación para que entonces se dé el encuentro médico-paciente (tercer momento) que de alguna forma cierra el círculo de la triada relacional en el centro de salud y que pretendemos describir, explicar y resaltar en este artículo desde la visión de la enfermería.

En esa perspectiva, es importante aclarar que las relaciones presentadas no necesariamente se dan en ese mismo orden, y que esas no son las únicas relaciones intervinientes, pero el objeto de este artículo como parte de una investigación mayor, es destacar la triada relacional que concentra las relaciones centrales. Por ello, hemos de desglosar la triada en lo que llamaremos sus tres dimensiones: la relación médico-enfermera, la relación médico-paciente y la relación enfermera-paciente. Estas tres dimensiones finalmente, confluyen en un sistema relacional que conforman la triada, la que a su vez se constituye como un todo orgánico terminantemente influyente en el proceso de recuperación de salud del convaleciente.

No obstante, y asumiendo que el orden relacional sea el mostrado anteriormente, vale la pena reflexionar sobre la importancia que pudiera tener para el sujeto que acude al centro, la primera impresión y atención que recibe. Es decir, hagamos un ejercicio de imaginación y pensemos en que pudiera ocurrir psicológica, fisiológica y emocionalmente en el paciente, cuando el contacto que tiene con la persona que lo atiende en primera instancia sea un trato despótico, soez, grosero, o si por el contrario, el primer trato que recibe es amable, educado, cariñoso o condescendiente. En definitiva, este primer contacto va a generar una predisposición en el individuo que pudiera ser determinante desde ese momento para superar su situación de salud. Para ello, abordaremos separadamente cada una de las dimensiones, lo que al final nos ayudará a entender el todo de manera integrada.

La Relación Médico-Enfermera y su influencia en la salud del paciente

En el abordaje de este apartado, hemos de considerar un aspecto crucial que debe identificar el ejercicio de estos dos profesionales de la salud, y es el hecho de como ya se dijo, que ambos son “profesionales” de igual nivel académico, solo que con roles y perfiles diferentes. Vale decir; al igual que un Ingeniero y un Abogado, que un Bioanalista y un Economista, que un Profesor y un Psicólogo, de la misma manera un Médico y una Enfermera. Las menciones son solamente comparativas con el propósito de aclarar que cada profesional tiene un perfil

diferente por supuesto con distintos ámbitos de aplicación y de igual relevancia para cada quien en su campo. En el caso del Médico y la Enfermera (entiéndase que al decir enfermeras es por generalizar, pero nos referimos también a enfermeros) son distintos sus perfiles y roles en un mismo ámbito de aplicación como es el área de las ciencias de la salud.

En esa visión, se desea destacar, que ambos profesionales en igualdad de condiciones académicas y de posibles responsabilidades según sus roles, merecen la misma consideración y respeto que debe reflejarse en sus relaciones interpersonales. No obstante, aparentemente se ha legitimado una cultura en la cual dentro del personal de la salud, y en especial del gremio médico, pareciera considerarse a la enfermeras, una especie de profesional de “segunda” que no merece el mismo estatus del médico, y por consiguiente tampoco el mismo trato y consideración, lo que ha devenido en una relación interpersonal poco favorable entre ellos o en una especie de sumisión por parte de la enfermera ante el médico lo cual amerita una investigación detallada que muestre las verdaderas causas y consecuencias de tal fenómeno.

A ese respecto, se publica un artículo en la revista *The New Journal of Medicine* en el cual se muestran los resultados de un estudio previo redactado por 3 médicos. En el que se describía que a pesar de que los profesionales de enfermería proporcionaban de manera regular consejos expertos en relación con los cuidados de los pacientes, lo más habitual era que dichos consejos fueran desechados por los médicos. Mediante este comportamiento característico, tanto los profesionales de enfermería como los médicos impedían un conflicto abierto, pero también evitaban la comunicación directa entre sí. Los profesionales de enfermería se sentían frustrados e insatisfechos porque las relaciones laborales devaluaban el valor de su trabajo profesional [5]

Por supuesto, en el ánimo de la prudencia vale reconocer en esa situación expresada, que se trata de una generalización pues de seguro muchos médicos no actúan de esa manera, pero en este caso se trata de lo que arrojaron esas investigaciones sustentadas incluso en datos estadísticos recogidos de las opiniones de muchas enfermeras. Datos que se desprenden de la revista *Nursing*, la cual hace 16 años llevó a cabo una encuesta de gran envergadura relativa a las relaciones profesionales de enfermería/médico, donde los más de 1.100 profesionales de enfermería que respondieron a la encuesta, sólo el 43% se sentía satisfecho de su relación con los médicos; además, el 68% dudaba que los médicos comprendieran las responsabilidades de los profesionales de enfermería. [5]

En ese mismo artículo, igualmente se plantea que en una amplia revisión bibliográfica respecto a las relaciones profesionales de enfermería/médico se revela que los profesionales de enfermería señalan que entre ellos y los médicos siguen persistiendo las mismas actitudes negativas que han existido durante años; por otro lado que estos problemas siguen haciendo que los profesionales de enfermería se sientan insatisfechos con la relación entre ellos y los médicos, contribuyendo a una satisfacción laboral escasa del gremio de enfermería dificultando el hecho de que mantengan su actividad profesional; y que Las relaciones profesionales de enfermería/médico han mejorado en algunos ámbitos asistenciales, como los quirófanos y las unidades de cuidados intensivos, en los que el trabajo en equipo es clave [5].

Por otro lado, es importante acotar que esa actitud aparentemente sumisa por parte del personal de enfermería ante el personal médico tiene un origen histórico que también merece la pena ser investigado. Desde sus orígenes como profesión moderna, la enfermería estuvo marcada por la sumisión y la obediencia, con una gran asimetría en su relación con los médicos. Así lo reflejaban los manuales y artículos de enfermería de fines del siglo XIX y del siglo XX. Los estudios sociológicos tradicionales sobre la relación entre médicos y enfermeras describen esta naturaleza patriarcal de sus orígenes, entendida en términos de estereotipos sexuales con asignaciones de género: la protección, el cuidado y la pasividad al rol femenino (enfermera) y decisión y competencia al rol masculino (médico). Trazando un paralelo con los roles en una familia, los médicos asumían la posición de jefes de la misma, decidiendo cuándo, cómo y dónde se realizaría el trabajo importante, mientras que las enfermeras (sus “esposas”) velaban por las necesidades físicas y emocionales de aquellos que dependían de ellas, ya fueran pacientes, enfermeras noveles o médicos inexpertos [6].

Visto de esta manera, entonces se entiende que es incluso una cultura legitimada históricamente en donde el mismo personal de enfermería tiene gran responsabilidad. Razón por la cual, debe ser la misma enfermería como gremio quien debe cambiar el curso de la historia relacional entre médicos y enfermeras sin que esto implique una confrontación personal sino un reconocimiento profesional que vaya en beneficio de los sujetos para quienes ambos asumieron su dedicación profesional: “sus pacientes”. Lo importante en todo caso, y para efectos de esta investigación, es cómo esa superación de diferencias profesionales, laborales y personales y esa relación, habrá de afectar el ejercicio de la profesión para ambos pero aún más para el tercer sujeto de esta

tríada, “el paciente”

Cerramos este enfoque, resaltando el efecto relacional de la enfermería en la posible recuperación del convaleciente. Si se acepta que la relación entre los profesionales y servicios de enfermería y medicina es tal vez la más constante y funcional de todos los equipos multidisciplinarios en salud, el mayor beneficiario de que se presente una verdadera sociedad entre estos dos profesionales es el paciente [7]. Tratando de comprender esta conexión, se asume entonces que una “buena relación personal” entre estos dos profesionales de la salud, además de favorecer su cotidianidad laboral, debe reflejarse de manera casi automática en la relación que tienen con el paciente, en especial la enfermera quien al final de cuentas es la persona que en los centros de salud comparte más tiempo efectivo durante la convalecencia del paciente. De manera que, por las razones y evidencias antes expuestas es que consideramos en este escrito la trascendencia que tiene la relación médico-enfermera dentro de la tríada relacional médico-enfermera-paciente.

La Relación Médico-Paciente más allá de la técnica y práctica médica

Resulta innegable asumir que al acudir una persona al centro de salud, por necesidad de atención médica, ya se inicia una relación médico-paciente que se ha de desarrollar desde varias perspectivas, entre ellas; técnica, instrumental, social, económica, de servicio y por supuesto la interpersonal entre otras. La relación médico-paciente, es una relación interpersonal de tipo profesional que sirve de base a la gestión de salud, y a su vez está influenciada por diversos componentes de carácter económico, profesional, jurídico, psicológico, moral, ético y estético [8]. Es una relación multidimensional que particularmente exige un alto profesionalismo y elevadas competencias del médico en virtud de que lo que está en juego es la salud y posiblemente la vida de un ser humano. Pero más allá de lo científico, técnico e instrumental, conviene destacar la relación personal que comienza y se desarrolla entre el médico y el convaleciente como un factor determinante para su recuperación. Esa relación personal médico-paciente, implica un condicionamiento psicológico y emocional que puede inducir de manera inconsciente al sujeto a actitudes favorables para su recuperación, cuestiones estas que son actualmente estudiadas en el terreno de la neurociencia.

En ese orden, esas interrelaciones empáticas, de condicionamiento mental y neurológico generan en el convaleciente una sensación de bienestar que activan procesos hormonales importantes en pro del mejoramiento de la salud con la producción de endorfinas. Las

endorfinas se encuentran relacionadas con numerosos ciclos hormonales y en general, podríamos decir que su secreción se encuentra relacionada con todos los aspectos que favorecen nuestra supervivencia. El dolor es una de las sensaciones corporales sobre la que más influyen los factores emocionales y su intensidad dependerá, en gran medida, de la situación psicológica que tengamos cuando comience el dolor, hasta el punto de que el cerebro puede llegar a ignorar, de forma completa, cualquier expresión del dolor o, por el contrario, convertir lo que debería ser una simple molestia en una sensación de malestar de muchísima intensidad. Ante una buena disposición psicológica, cargada de endorfinas, la sensación dolorosa disminuye notablemente [9].

El reconocimiento del valor de la relación médico-paciente y su importancia desde el punto de vista psicológico, esta entroncado gnoseológicamente con el reconocimiento del valor de la visión integral del hombre. Es por eso que la escuela hipocrática, con su insistencia en que el hombre no es solo un ente físico, sino un conjunto inseparable con lo psíquico, y su énfasis en la importancia del medio ambiente y de la relación médico-paciente, constituye un hito decisivo en el desarrollo científico de la medicina [10]. En esa relación, trasciende el aspecto psicológico e interpersonal sobre los aspectos técnicos e instrumentales lo que pudiera, aun así, significar un gran avance científico de la medicina. De igual manera, excepto la relación amorosa y la relación madre niño, tal vez ninguna otra relación entre seres humanos haya suscitado tanto interés a lo largo de la historia como la relación médico paciente, ella moviliza poderosas fuerzas humanas: fe, esperanza, confianza, fortaleza moral y aceptación de la adversidad (la enfermedad) como fenómeno vital y como experiencia racional [11]

En otro sentido, los nuevos tiempos exigen de parte de los profesionales de la medicina una conducta que dignifique deontológicamente su ejercicio. Parte de esa deontología por supuesto se materializa en la actuación ética del médico y ese es un terreno cada día más abonado en el mundo desde la mirada de la Bioética. Por ello en la relación médico-paciente se identifican cinco momentos principales: a- El momento cognoscitivo, que integra todas aquellas operaciones cuyo fin es el conocimiento de la enfermedad; b- El momento afectivo, que comprende las emociones y sentimientos propios de la relación clínica que experimentan médico y paciente. c- El momento operativo, que corresponde a la conducta y procedimientos que aplica el médico en la atención del paciente. d- El momento ético, que entraña la sujeción a las normas que regulan la conducta del médico en el marco de la relación clínica; y e- El momento

histórico – social, que comprende los aspectos sociales del médico, del paciente, de la enfermedad y de la propia relación. [11]

Por último, en cuanto a la relación médico-paciente, una vez más se desea destacar que esa relación se inicia desde el contacto que tiene el paciente con la enfermera y quien va, de alguna manera, a fungir como mediadora constante y permanente entre el médico y el convaleciente, lo cual destaca el ejercicio de la enfermería en la triada. Si entre la enfermera y el médico se desarrolla una relación favorable, eso influirá notablemente en la relación médico-paciente, pues no debemos olvidar que quien tiene más contacto con el enfermo, es precisamente la enfermera. Sin embargo ese efecto observable o medible en el paciente no solo estará valorado en función de la cantidad de tiempo en la relación sino también en la calidad de la misma, lo cual abordaremos en el siguiente apartado.

La Relación Enfermera-Paciente como promotora y mediadora de la salud del convaleciente.

Comenzaremos por destacar el primer contacto que el paciente tiene cuando acude a un centro de salud el cual en un elevado porcentaje de casos se da con el personal de enfermería. A partir de ese contacto, se genera un “feedback” comunicacional que condiciona al sujeto atendido y que tendrá una gran influencia en la triada relacional. Esa comunicación, además de su misión informativa y administrativa, tiene intrínsecamente un efecto terapéutico que va generando en el individuo cierta condición de seguridad y/o confianza antes de presentarse ante el médico. Por ello es de vital trascendencia que el personal de enfermería dentro de su labor profesional entienda que su actuación en ese justo momento será determinante para el resto de la relación.

En tal sentido, crear un buen clima de relación con un recibimiento adecuado puede condicionar en gran medida el desarrollo de visitas. La primera toma de contacto tiene una especial importancia pues se produce “la primera impresión” definida como el proceso de percepción de una persona hacia otra que transcurre en muy poco tiempo, entre 2 y 4 minutos y de la cual nunca va existir una segunda oportunidad. Otro aspecto del que ha de ser consciente es de la línea psicológica divisoria que existe entre él y el paciente, este último entra en un ámbito que le es extraño, cargado con una serie de problemas o necesidades para los que necesita ayuda y que de alguna manera le sitúan en una “situación de inferioridad”, siendo el profesional el que se debe responsabilizar de promover una mayor equidad en la relación [12]. Dicho de otro modo, es responsabilidad del profesional de enfermería generar ese clima agra-

dable y de confianza que de alguna manera sirva como especie de terapia para conducir al convaleciente hacia la satisfacción de sus necesidades. Después de allí, la condición psicológica del sujeto será determinante para su encuentro con el médico.

Por otra parte, hemos de considerar que una vez atendido por el médico, el paciente (en función de su diagnóstico, y conducta determinada por el doctor), vuelve a “las manos” de la enfermera a quien le corresponde administrar, ejecutar y aplicar todos los procesos, tratamientos y procedimientos indicados por el galeno si es el caso que el paciente sea objeto de hospitalización, retención por observaciones, o posterior a un proceso quirúrgico en fase de recuperación. Cabe mencionar, que a partir de allí el personal de enfermería no solo será el directo responsable del paciente durante su estadía día y noche, sino que además será el intermediario relacional entre familiares y médico tratante. Si bien ciertamente esa función relacional no se instruye en una asignatura de la formación académica de la enfermera, justo es reconocer que forma parte intrínseca de su cotidianidad.

Las relaciones personales que ejerce enfermería con sus pacientes en la práctica de los cuidados son esenciales para el desempeño profesional, ese personal permanece las 24 horas al cuidado de los pacientes, brindan asistencia de naturaleza biológica, técnica, psicológica, social y espiritual y las relaciones personales sustentan la realización de sus actividades. Diversos autores consideran que la relación personal tiene un efecto terapéutico, en algunos casos afirman que esta puede ser determinante en el éxito de su desempeño [13]. Los autores, no solo reconocen la cantidad de tiempo invertido en el trabajo de enfermería sino la importancia que tiene esa relación desde el punto de vista terapéutico. Según sus apreciaciones, se destaca la actuación de las enfermeras como un tratamiento psicológico, social, espiritual. Esta dimensiones por supuesto rebasan la formación académica y exigen del personal una extraordinaria condición humana que poco se observa en otras profesiones.

III.METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación consistió un estudio cuantitativo a través de un diseño de campo con un estudio de corte transversal en nivel descriptivo, para lo cual se diseñó un instrumento de escala de actitud tipo Lickert [15] con 25 ítemes de cinco alternativas de respuesta: totalmente de acuerdo (TA), de acuerdo (DA), indiferente (IN), medianamente de acuerdo (MA) y en desacuerdo (ND). El instrumento se aplicó a una muestra probabilística, no estratificada, seleccionada al azar con un muestreo aleatorio simple de 60 sujetos, entre ellos 18 médicos, 21 enfermeras y 21 pacientes. Al instrumento se le aplicó una validación de contenido por el método de juicio de expertos, considerando para estos efectos un médico internista, una licenciada en enfermería y un metodólogo [16]. Esta validación arrojó un resultado de 0.87 como índice de validez. Asimismo se le aplicó un proceso de confiabilización a través de una prueba piloto a 10 sujetos pertenecientes a la población [16]. Esta confiabilidad calculada por el índice de Alfa de Cronbach [17] resultando un índice de confiabilidad de 0.85 lo que según la tabla de rangos de confiabilidad se interpreta como muy alta [18].

Luego de la recogida de información, los datos recolectados fueron organizados en una tabla matriz de frecuencias absolutas y porcentuales de donde se derivan las tablas parciales para cada ítem del instrumento. De cada tabla parcial de frecuencias porcentuales, se construyen un gráfico tipo histograma para cada ítem que sería analizado haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial [19][20].

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabulados y graficados los datos, y una vez aplicados los análisis estadísticos, se consideran como relevantes los resultados que se evidencian de manera global en los gráficos mostrados a continuación:

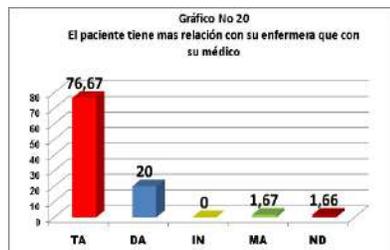


Fig. 1. Gráfico



Fig. 2. Gráfico



Fig. 3. Gráfico



Fig. 4. Gráfico



Fig. 5. Gráfico

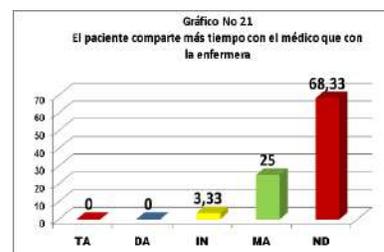


Fig. 6. Gráfico

Es altamente favorable la opinión de la gran mayoría de los sujetos muestrales con respecto a la importancia que tiene la relación del paciente tanto con el médico como con la enfermera para la recuperación de su salud. De manera global se puede observar que tanto médicos, como enfermeras y pacientes reconocen la influencia positiva de una buena relación para el reestablecimiento del convaleciente. Asimismo, se puede observar una ligera tendencia a favorecer la relación enfermera-paciente cuando tanto médicos como pacientes reconocen y aceptan la mayor presencia de esta última en esa triada relacional. Tanto el gráfico 23 como 21 son bastante significativos en cuanto a estos resultados.

En razón de estos resultados, es oportuno aclarar que no se trata tan solo de la cantidad de tiempo que se mantiene esa relación sino de localidad de la misma pues como ya se mencionó en apartados anteriores de este mismo artículo, la relación debe ser armónica y equilibrada para que resulte favorable. Cuando esa relación se desarrolla con esas características, tiende a ser terapéutica y generadora de bienestar tanto para unos como para otros, es decir, no solo el paciente se beneficia en su salud, sino que eso contribuye significativamente a hacer sentir bien tanto a la enfermera como al médico y en conclusión se cumple una triada relacional favorable para la salud de todos.

V.CONCLUSIONES

La investigación realizada conduce de manera indefectible a plantearse algunas premisas surgidas de los resultados. Toda relación interpersonal tiene un efecto entre los actores que la comparten, pero esa relación desarrollada en situaciones de enfermedad, tiene un impacto reflejado definitivamente en la salud del convaleciente. Siendo así, está ampliamente aceptado que en primera instancia el médico además de su participación técnica, ética y profesional tiene una influencia notable y altamente positiva cuando además de los elementos nombrados, proporciona una relación armónica y de confianza con su paciente. En segunda instancia, está la relación que aporta el personal de enfermería como

intermediarios entre el médico y el paciente, haciendo contacto directo con ambos extremos de la relación triangular. Además el tiempo que comparte el personal de enfermería con los pacientes les otorga un valor agregado y una excelente oportunidad para hacer de su relación con el convaleciente una terapia permanente basada en su condición humana y su cualidad profesional. Por otro lado, las enfermeras tienen la oportunidad de intercambiar en el mismo nivel con el personal médico considerando que son un personal formado y trasladar ese saber hasta el paciente como a cualquier otro ciudadano que no posea el nivel académico que tanto ellas como los médicos poseen.

Por último esta investigación desde los resultados encontrados nos brinda la oportunidad de reflexionar en cuanto a la importancia de las relaciones humanas para el bienestar de todos. Nos planteamos que todo ser humano independientemente de su condición, merece ser tratado dignamente, en primera instancia por el hecho de ser un ser humano, lo que implica que somos iguales, solo que tal vez con distintos niveles académicos, distintas funciones, estatus, o distintas posesiones. Independientemente de esa condición, es necesario entender que solo hay situaciones en la vida que nos ubican circunstancialmente en una posición de poder. Por otra parte, es importante comprender que el ser humano en esencia un ser social y que gracias a esa sociedad relacional, juntos pueden enfrentar cualquier obstáculo. En el caso del convaleciente, quien está circunstancialmente en minusvalía, con más razón debemos reforzar esa relación social y humana que nos diferencia del resto de los animales.

Finalmente planteamos como un aporte el siguiente modelo surgido de toda esta investigación y que hemos convenido en llamar Modelo de la Triada Relacional Medico-Enfermera-Paciente



Figura N° 7. Triada Relacional Médico-Enfermera-Paciente

REFERENCIAS

- [1]C. Monje C. Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa. Guía Didáctica. Universidad Surcolombiana. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Programa de Comunicación Social y Periodismo. Neiva Colombia. Ediciones de la Universidad Surcolombiana 2011
- [2]C. González. (2014. 2 Mayo). La comunicación terapéutica usuario-enfermera en las consultas de atención primaria. RqR Enfermería Comunitaria (Revista de SEAPA). May; 2 (2): pp. 82-92. [Online] Available: https://www.seapaonline.org/UserFiles/File/Revistas/Primavera%202014/RqR_Primavera2014_ComunicacionTerapeutica.pdf.
- [3]Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Ediciones FEDUPEL. Caracas. Venezuela. 2006
- [4].S. Palella y F. Martins. (2010). Metodología de la Investigación Cuantitativa. 3ra edición. FEDUPEL. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas. Venezuela. 2010
- [5]T. Sirota. (2007). Temas de Enfermería. Relaciones entre el profesional de enfermería y el médico: ¿mejoran o no?. 34 Nursing. Volumen 25, Número 10. [Online] Available: https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNRDV3r9eqRRzGoywF4sINQOq-03bA%3A1579729878676&ei=1sMoXqrhKK_Z5gK-qp4_ICA&q=. 2007.
- [6]F. Vitolo, (2012). Relación Médico-Enfermera. Esencial para la seguridad de los pacientes NOBLE Cía, de Seguros. Biblioteca Virtual NOBLE. [Online] Available: http://www.nobleseguros.com/ARTICULOS_NOBLE/74.pdf.
- [7]L. González, I. Moreno, M. Mancipe, M. Vélez. (2010). La relación entre profesionales de enfermería y medicina: Una posible explicación de los resultados. Med. UNAB 2010; 13:17-2. [Online] Available : <http://132.248.9.34/hevila/Medunab/2010/vol13/no1/3.pdf>. 2010. (p. 21)
- [8].O. Cruz, M. Fragozo, I. González, D. Sierra, J. Labrada. (2010). La relación médico paciente en la actualidad y el valor del método clínico. MediSur, vol. 8, núm. 5, pp. 110-120 Universidad de Ciencias Médicas de Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba. [Online] Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020098021>.
- [9].J. Ganoa. (2017). Endorfinas Las hormonas de la felicidad. Cómo estimularlas a través de la comida, el deporte, la risa o el sexo. [Online] Available: <http://www.esferalibros.com/uploads/ficheros/libros/primeras-paginas/201706/primeras-paginas-primeras-paginas-endorfinas-es.pdf>.
- [10].M. Rodríguez. Relación Médico-Paciente. La Habana. Editorial ciencias Médicas. [VIII], 116 p. ISBN 978-959-212-338-0. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. La Habana Cuba. 2008.
- [11].A. Mendoza. (2017). La relación médico paciente: consideraciones bioéticas. Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia. 63(4):555-564. Versión On-line ISSN 2304-5132. Rev. peru.ginecol.obstet. vol. 63 no. 4 Lima oct./dic. [Online] Available: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322017000400007. (p.556, 558)
- [12].L. Navarro. (2016). La relación enfermera paciente: “a veces lo único que necesitas...es tomar la mano de una persona...” Article in Revista Facultad de Ciencias de la Salud UDES · June 2016 DOI: 10.20320/rfcsudes.v3i1.101. Universidad de Valparaiso Chile. [Online] Available: <https://www.researchgate.net/publication/314241131>.
- [13].P. Ramírez and C. Müggenburg. (2015). Relaciones personales entre la enfermera y el paciente. Artículo de revisión. Coordinación de Investigación, Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México [Online] Available: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eu/v12n3/1665-7063-eu-12-03-00134.pdf>. 2015 (p. 36)
- [14].C. Langman, C. Salazar, D.Gonzales, F. Romero, N.Conejera, J. Gacitua, Y. Ordenes, T. Quiroz. (2015). La relación enfermera-paciente. A veces lo único que necesitas es tomar la mano de la otra persona. [Online] Available: [http://www.62-227-1-PB%20\(2\).pdf](http://www.62-227-1-PB%20(2).pdf)
- [15].F. Arias. Como hacer un proyecto de investigación. Editorial Episteme. Caracas Venezuela pp.54 1997
- [16].A. Pérez. Guía Metodológica para Anteproyectos de investigación. 2° edición. FEDUPEL. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas. Venezuela pp. 64 2006
- [17].Hurtado I. y Toro J. (1998). Paradigmas y Métodos

de Investigación en tiempo de cambios. Editorial Episteme. Caracas. Venezuela.

[18].T. Ramirez. Como hacer un proyecto de investigación. Editorial Panapo. Caracas. Venezuela. 2007 pp. 128

[19].S. Borrego (2008). Estadística descriptiva e inferencial. [Online] Available: <https://archivos.csif.es/>

archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_13/SILVIA_BORREGO_2.pdf Granada España.

[20].C.de la Puente. Estadística descriptiva e inferencial. Ediciones IDT CB. Madrid Spain Europe. Primera edición: junio de 2018.

a edición: junio de 2018.

APROXIMACIÓN TEÓRICA DEL AUTOCUIDADO DEL ADULTO MAYOR Y LOS PARADIGMAS DE ENFERMERÍA

Vargas Germania¹, Lozano Milka², Quijije Rina³.

germania.vargas@ug.edu.ec¹, milka.lozanod@ug.edu.ec², rina.quijijed@ug.edu.ec³
<https://orcid.org/0000-0002-8116-7261>¹, <https://orcid.org/0000-0002-8241-3612>²,
<https://orcid.org/0000-0001-6581-5604>

Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil

Recibido (08/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: El autocuidado es un elemento importante en la salud del Adulto Mayor, por lo que es imprescindible cómo ellos perciben este componente; con relación a ello se analizó la percepción del autocuidado en un grupo de Adultos Mayores con adherencia terapéutica. Se realizó una investigación cualitativa con un enfoque interpretativo sociocrítico, humanista, para la recolección de datos se utilizó la entrevista abierta estructurada como instrumento. Los resultados demuestran que los Adultos Mayores manifiestan sentirse responsables de su salud, ejercen con autonomía su cuidado, se sienten parte de un grupo, lo que les motiva a cuidarse a sí mismos y ven en la enfermería un pilar fundamental en la concepción de su autocuidado. La percepción que tienen los adultos respecto al autocuidado es satisfactoria y desempeña un rol trascendental en el mejoramiento de la calidad de vida en este grupo etario.

Palabras Clave: Percepción, autocuidado, cuidado, enfermería.

THEORETICAL APPROACH OF SELF-CARE OF THE ELDERLY AND NURSING PARADIGMS

Abstract: Self-care is an important element in the health of the Elderly, so it is essential how they perceive this component; In this regard, the perception of self-care was analyzed in a group of older adults with therapeutic adherence. A qualitative investigation was carried out with a sociocritical, humanistic interpretative approach, for the data collection the structured open interview was used as an instrument. The results show that the Older Adults state that they feel responsible for their health, exercise their care with autonomy, feel part of a group that motivates them to take care of themselves and see in the infirmary a fundamental pillar in the conception of their self-care. The perception that adults have regarding self-care is satisfactory and plays a transcendental role in improving the quality of life in this age group.

Keywords: Perception, self-care, care, nursing.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y la vida del ser humano se desenvuelven a través de sucesivas etapas que tienen características muy especiales, cada una de ellas se funde gradualmente en la etapa siguiente; en este sentido la adultez mayor comprende la edad a partir de los 65 años. Varias investigaciones [1] [2] [3] [4] han dado a conocer como la población de adultos mayores enfrenta esta etapa de transición de su vida dada que esta condición no es evitable, no existe la manera de que un adulto mayor llegue hasta esa etapa sin que haya modificación en muchos de sus procesos biológicos, psicológicos y sociales, la existencia de un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, y un predecible cambio que se asocia a mayor susceptibilidad de enfermedades; estas investigaciones coinciden en los sentimientos negativos que causa el envejecimiento y recalcan la importancia del acompañamiento de una persona que sea su soporte para fomentar conductas de salud dirigidas al óptimo autocuidado.

Al envejecer es importante tener una adecuada calidad de vida, por lo que es necesario implementar acciones que permitan al adulto mayor tener una vejez con menor riesgo de enfermar o cursar con una discapacidad, esto es, tener un envejecimiento exitoso (EE) o satisfactorio [1]. El proceso de envejecimiento varía de acuerdo con la condición social, por ello es necesario que los Organismos de Salud desarrollen propuestas con alternativas y espacios que permitan mejorar las condiciones de vida a través de planes, programas y proyectos donde las personas adultas mayores sean participantes activos en un proceso de inclusión social con la familia y la sociedad. El envejecimiento satisfactorio es el ideal de todas las personas y de todos los pueblos, pero este ideal únicamente puede ser alcanzado como resultado de una vida enmarcada en todos los parámetros que engloba el bienestar social.

El panorama demográfico de América Latina y el Caribe están cambiando, y lo hará exponencialmente en los próximos años; nos encontramos ante un continente que envejece como consecuencia de su transición demográfica. Para el año 2000 la población regional de 60 años y más era de 43 millones de personas, cifra que irá en aumento hacia el año 2025, cuando las personas de edad alcancen los 101,1 millones. Para 2050, en tanto, la población de esta edad podría llegar a los 186,0 millones de latinoamericanos y caribeños, superando ampliamente las cifras observadas hacia fines del cuarto de siglo anterior. [5]

En el Ecuador el proceso de envejecimiento está ocurriendo mucho más rápido que en países desarrollados, este se muestra como un país en plena fase de tran-

sición demográfica, este fenómeno demuestra que los adultos/as mayores al 2010 representaban el 7% de la población del Ecuador y al 2050 representarán el 18% de la población; para el año 2017 el Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC) publicó que en el Ecuador hay 1'180.944 adultos mayores, de esa cifra, 632.436 son mujeres, mientras que 548.508 son hombres. [6] Dada la importancia de como está ocurriendo el envejecimiento en nuestro país es imprescindible el acompañamiento de una persona que realice intervenciones de salud en función del autocuidado del adulto mayor.

Al decir autocuidado, no referimos a aquellas actividades que realiza un individuo independientemente a lo largo de su vida para promover y mantener el bienestar personal [7], es decir las acciones que una persona ejerce para el cuidado de sí mismo; siguiendo esta idea, es importante recalcar las labores de beneficencia prestadas por las ONG (Organizaciones no gubernamentales) al servicio de los adultos mayores, como entes que dirigen acciones encaminadas a la gestión eficaz de la salud en cada individuo, como por ejemplo "La Confraternidad Lupita Nolivos" es una Organización integrada por 50 Adultos Mayores, en la cual su pilar principal en el fortalecimiento de la salud es el autocuidado, es decir que mientras los adultos mayores conciben el cuidado de sí mismo (autocuidado) como una conducta, ellos pueden prevenir o desacelerar estados crónico-degenerativos y lograr ser entes activos en la gestión de su propia salud, muchos de los adultos mayores que asisten a este grupo señalan lo importante que es para ellos el acompañamiento de un profesional en el fomento del autocuidado y a su vez compartir experiencias con otras personas identificadas con sus problemas y sentirse parte de un grupo, hace que en ellos se cree ese vínculo emocional que permite a la persona tomar conciencia de la importancia de su cuidado y por medio de ellos mejorar su calidad de vida. Es por ello que el propósito de esta investigación es determinar la percepción del autocuidado en los Adultos Mayores de la Confraternidad Lupita Nolivos.

II. DESARROLLO

Autocuidado

El autocuidado ubica el cuidado referenciado a sí mismo, teniendo en cuenta que la responsabilidad de proporcionarse una vida saludable se centra en cada persona a partir de su formación durante toda la vida. [8]. Por otra parte, el autocuidado también es definida como la compleja habilidad adquirida por las personas maduras, o que están madurando, que les permite co-

nocer y cubrir sus necesidades continuas con acciones deliberadas e intencionadas, para regular su propio funcionamiento y desarrollo humano [9]

Para implementar el autocuidado, vale la pena asumir las siguientes premisas:

1. Es un acto de vida que permite a cada uno convertirse en sujeto de sus propias acciones. Por tanto, es un proceso voluntario de la persona para consigo misma.

2. Debe ser una filosofía de vida y una responsabilidad íntimamente ligada a la cotidianidad y las experiencias vividas por las personas; a su vez, debe estar fundamentada en redes familiares y sociales de apoyo.

3. Es una práctica social que implica un nivel de conocimiento básico para la elaboración de un saber que da lugar a intercambios y relaciones interindividuales [10]

Se puede decir que, cuando las personas aprenden y desarrollan prácticas de autocuidado que se transforman en hábitos, que contribuyen a la salud y el bienestar. Todas estas actividades son mediadas por la voluntad, son actos deliberados y racionales que realizamos como parte de nuestra rutina de vida. [9]. El autocuidado debe iniciarse por amor propio, por quererse y respetarse y de esa manera querer cuidarse. Es ahí, cuando entra el profesional de enfermería quienes asumen la responsabilidad de educar a los pacientes en tema de autocuidados según sea el caso del paciente o de la persona que cuida.

- Es importante mencionar que el Autocuidado es:

- Una práctica que las personas realizamos con nosotros mismos y por voluntad propia

- Implica una responsabilidad individual en las decisiones que tomamos y acciones que emprendemos

- Nos permite identificar comportamientos que nos preparen mejor para el día a día y nos ayuden a mantener y/o mejorar la salud

- Está relacionado con el estilo de vida [11]

Por lo que no debemos olvidar que:

- Las personas envejecemos diferente unas de otras, no sólo eso; nuestros propios órganos lo hacen de manera desigual

- Hay otras circunstancias y aspectos de la vida en que las personas nacemos, crecemos, vivimos y envejecemos, que influyen a la hora de sentirnos bien con nosotros mismos y con quienes nos rodean: las condiciones de vida cotidianas, el empleo y las condiciones de trabajo, la disponibilidad de sistemas de atención de la salud con cobertura universal, condiciones socioeconómicas, los mecanismos de protección social, desarrollo personal, acceso a la justicia, entre otros. [11]

Se entiende entonces que el autocuidado son las

prácticas cotidianas que una persona o grupo de personas realizan para cuidar su salud y su bienestar general, por amos así mismo y a los demás. Estas prácticas como, comer saludable, se convierten en hábitos y que deben ser transmitidos de generación a generación

Paradigma de Enfermería

El paradigma es un concepto de alto rigor científico que contribuye a definir el objeto de estudio y sus dimensiones en las ciencias. El paradigma socio-histórico de Thomas S. Kuhn proporciona: a) un horizonte de conocimientos sobre el paradigma o fenómeno estudiado; b) las transformaciones de los propios paradigmas o fenómenos estudiados; c) la creación de un juicio crítico y propuestas a partir de la valoración histórica del fenómeno estudiado [12]

En enfermería, la clasificación de los modelos como paradigma, que aplicaba conceptos metaparadigmáticos como los de persona, entorno, salud y enfermería, contempla los trabajos en este campo de un modo que mejora la comprensión del desarrollo del conocimiento y arroja luz sobre el avance de la ciencia de la enfermería dentro de las visiones contempladas por estos paradigmas". En este sentido se presentan tres paradigmas: categorización, integración y transformación, que han servido para orientar la disciplina de enfermería. [13]

- Paradigma de la categorización: Corriente que comenzó a desarrollarse a finales del siglo XIX y principios del XX y en la que la visión lineal y la búsqueda de un factor casual eran la base de todos sus elementos, manifestaciones que poseen características bien definidas y medibles mediante el análisis, el razonamiento y la argumentación lógica. En este paradigma se distinguen dos orientaciones: la centrada en la salud pública y la centrada en la enfermedad y unida a la práctica médica.

- Paradigma de la integración: Corriente que supondría una prolongación del paradigma de la categorización, ya que las concepciones del modelo exclusivamente biomédicas se irían transformando en orientaciones dirigidas hacia la visión global de la persona como centro de la práctica de enfermería. El surgimiento de nuevas teorías (teoría de la motivación, del desarrollo y de los sistemas) y la evolución del pensamiento ponen de manifiesto el reconocimiento de la importancia que tiene el ser humano para la sociedad y en la disciplina de enfermería; se establece una clara diferencia entre ella y la disciplina médica.

- Paradigma de la transformación: Corriente que representa un cambio sin precedentes, se da una apertura social hacia el mundo. La Enfermería, inspirada en esta

nueva situación dinámica, compleja, va experimentando también una transformación que ha desarrollado nuevas concepciones de la disciplina y suponen una orientación de apertura al mundo. [13]

III.METODOLOGIA

El abordaje metodológico de este estudio se orientó bajo el paradigma de la investigación cualitativa que se caracteriza por la obtención de palabras y relatos, la perspectiva del significado y el sentido que tienen los fenómenos para las personas, junto con la interpretación que de ellos hacen en su particular entorno socio-cultural, cobran gran importancia en este tipo de investigación.

La recolección de datos se realizó a través de una entrevista a 6 sujetos con características específicas, (el ser un miembro activo de la confraternidad, predisposición a colaborar con la investigación), mediante una guía de entrevista abierta estructurada por los propios autores, respondiendo al propósito del estudio, de tal modo se grabó todo lo que expresaron los sujetos respecto a la percepción del autocuidado.

El análisis del contenido se basó en un proceso semántico, es decir, se buscó el significado del discurso, adicional a esto se hizo sistemáticamente en un primer momento una codificación, luego de cada una de éstas, se fue agrupando los datos obtenidos por categorías que se obtuvieron del metaparadigma de enfermería que sustentan la teoría del autocuidado, lo que en la etapa final se convirtió en el resultado de la investigación.

IV.RESULTADOS

Gracias a las entrevistas realizadas a los Adultos Mayores que forman parte de la Sociedad Lupita Nolivos; la cual fue estructurada mediante un análisis crítico, reflexivo e interpretativo por parte de los investigadores, extrayendo las ideas principales que expresaron los sujetos de estudio durante la entrevista; luego de la interpretación de cada entrevista se agrupó los datos obtenidos en códigos de acuerdo a las categorías predefinidas obtenidas de la Teoría del Autocuidado de Dorothea Orem que determinaron el tema central. Seguidamente las categorías fueron analizadas tomando en cuenta el contexto (hallazgos) en relación con la teoría de estudio e interpretación y reflexión personal de los autores.

La percepción del autocuidado en los Adultos Mayores de la confraternidad Lupita Nolivos es satisfactoria por que los sujetos en la categoría PERSONA, manifiestan sentirse responsables de su salud mediante el aprendizaje de conocimientos que les permiten ejercer autonomía sobre su cuidado, considerando el autocuidado como “una forma de vida”, así mismo en la cate-

goría SALUD los sujetos manifiestan que la autonomía les genera satisfacción en torno a su calidad de vida. De igual forma en la categoría ENTORNO, señalan que el estar vinculados a un grupo que se preocupa por ayudarlos y que los hace sentir incluidos, genera en ellos lazos afectivos de compañerismo, y además permite crear un vínculo de confianza entre ellos mismos y el equipo multidisciplinario lo que a su vez incide directamente en su salud y en la categoría ENFERMERÍA indican que el equipo de salud es muy eficiente y que ejercen los cuidados con conocimiento y profesionalidad lo que permite a los adultos mayores vinculados a esta ONG mejorar su autocuidado y por ende su calidad de vida.

Con relación a su persona

El primer componente del meta paradigma de la Enfermería es la persona, es decir los sujetos que son receptores del cuidado [17], en la forma como el autocuidado influye en los sujetos está ligado directamente a la manera de pensar de cada adulto mayor y en la categoría persona lo revelan al decirfrases como: “el cuidado de la salud es una forma de vida”, “para mí el autocuidado representa más vida, más salud, más fuerza para poder vivir, eso depende de nosotros mismos, porque si nosotros no nos cuidamos entonces, no nos cuida nadie”, “el autocuidado representa, que como tengo la diabetes, le pongo un ejemplo tengo que cuidarme en la alimentación, o sea en todo el tratamiento de mi organismo”. Lo que permitió a los investigadores demostrar que los adultos mayores han transcurrido por un proceso de modificación en la concepción del autocuidado, es decir, han hecho suyo este componente y en la medida que este se internalice se harán más responsables de su cuidado.

Banfield [18] respecto a la naturaleza de los seres humanos en la teoría del autocuidado afirmó “la visión de los seres humanos como seres dinámicos, unitarios, que viven en sus entornos, que están en proceso de conversión y que poseen libre voluntad, así como otras cualidades humanas esenciales”, la autora afirmaba que somos seres holísticos y de allí nace la importancia de observar al ser humano como un todo; Orem [17] afirma que la visión de los seres humanos como persona refleja la postura filosófica del realismo moderado; la autora indicaba que adoptar una visión particular para cierto objetivo práctico no invalida la postura de que los seres humanos sean seres unitarios.

Por ello en la categoría persona se evidencia, que cada adulto mayor va a concebir el autocuidado de forma diferente y esta es conectada a experiencias de salud previas; lo que quiere decir que, para la realización de acciones de prevención de enfermedades y promoción

de la salud a la población, es necesario considerar la percepción de los individuos acerca del proceso salud-enfermedad y del cuidado a la salud realizados.

Con relación a su salud

A través de los datos obtenidos de los sujetos de estudio, manifestaron que el autocuidado influye de manera significativa en su salud, quienes expresaron “el autocuidado influye bastante porque se cómo cuidarme”, “ahora me siento bien a pesar de mis años con diabetes”, “yo me siento mejor, todos los cuidados que dicen que tengo que tener los sigo”; por lo que consideran que el autocuidado ha influido de forma sustancial en el mejoramiento de su calidad de vida y que les ayuda a controlar sus enfermedades.

La OMS [20] define a la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades, es decir que dentro del contexto del envejecimiento, ningún Adulto Mayor es sano, ya que, debido a las modificaciones en sus procesos biológicos, psicológicos y sociales está sujeto a una variedad de cambios que impiden el completo bienestar afectando su calidad de vida. La calidad de vida se relaciona a factores económicos, sociales y culturales en el entorno que se desarrolla y, en gran medida, a la escala de valores de cada individuo [21], [22]. Siguiendo esta línea de discurso, la percepción de calidad de vida de los adultos mayores es un indicador de bienestar y satisfacción con la vida. [23] Un estudio en Colombia acerca de la percepción y capacidad de autocuidado en los adultos mayores señala “en el adulto mayor es indispensable difundir y promover la adopción de hábitos de vida saludable para la detección, control y disminución de riesgos de presentar enfermedades crónicas no transmisibles” [24]. Partiendo de este enfoque los sujetos de la investigación han desarrollado capacidades que les permiten gestionar de forma efectiva su salud y a medida que el autocuidado se siga fortaleciendo como una conducta su calidad de vida mejorará significativamente.

Con relación al entorno

Uno de los ámbitos tomados en cuenta desde el inicio de la investigación y conforma la parte central de nuestro estudio es el entorno o grupo al cual se encuentran vinculados los Adultos Mayores. El grupo de Adultos Mayores de la Confraternidad desde su fundación ha transitado por un proceso de acoplamiento lo que se nota cuando refieren: “me siento muy identificada, aquí somos como una familia, cuando uno no viene, no asiste, se extraña, porque somos una familia, no solamente por la enfermedad sino por la amistad, el com-

pañerismo”, “es una distracción, uno se olvida hasta de los quehaceres con eso le digo todo y segundo lugar es un entretenimiento para nosotros”. Esto evidencia que ellos se sienten parte del grupo y ese vínculo extrínseco origina en ellos motivación para cuidarse.

Un sistema se define como un conjunto de elementos que suman esfuerzos colaborando de manera coordinada y con una constante interacción para alcanzar objetivos en común, es claramente identificable por una frontera que lo delimita y se encuentra operando en un ambiente o entorno con el cual puede guardar una estrecha relación [25] siguiendo la idea de Bertalanffy en su teoría de los sistemas es innegable el hecho de que los adultos mayores son parte de un sistema, y es necesario observarlos de forma global, como un todo y no de forma unitaria; es decir pasamos del hecho de llamarlos “adultos mayores” a llamarlos “confraternidad”. Como lo definen Garcia-Torres et al [26] “el apoyo social se ha definido como la existencia o la disponibilidad de personas en las que se puede confiar, personas que le dejan saber a un individuo que es valorado, amado y que se preocupan por él”, siguiendo esta idea varios autores [27] mencionan que una parte importante que antecede al apoyo social es la identidad social, que es parte del autoconcepto; deriva de saberse miembro de un grupo social junto con el valor y el apego emocional significativo hacia esa membresía. Los autores [27], [28] postulan que aquellos individuos cuya identificación con un grupo social es alta, tienden a comprometerse más con el mismo. Individuos con un alto nivel de compromiso con el grupo harán mayores esfuerzos por el bienestar del mismo, y de acuerdo con la teoría de la reciprocidad del capital social, cuando un individuo contribuye más al grupo, otros miembros con mayor probabilidad le proveerán apoyo social cuando este lo necesite; por lo tanto, su autoeficacia y satisfacción personal es mayor.

Con relación al entorno

A través de los datos obtenidos por los sujetos de investigación, que refiere a la categoría enfermería, quienes expresaron:

“Bueno yo le doy gracias a Dios por la persona que me trajo aquí..... yo me siento muy bien, la Licenciada Lupita que fue la primera que nos atendió... ahorita ella no..... está, pero los otros... las otras este... licenciadas, los chicos de... la Universidad que nos vienen aquí... nos atienden muy bien, yo me siento muy agradecida porque aquí he aprendido bastante, ellos nos atienden con muy..... mucho amor que nos atienden como que si fuéramos sus... sus familiares.”, expresando además: “El equipo de salud influye bastante, es como un apoyo que a uno le dan, un ánimo, a veces uno se siente mal,

viene dónde el doctor, le enfermera, dónde las personas preparadas y uno se siente más aliviada, yo me siento mejor”.

En este contexto se hace referencia al rol que cumple el profesional de enfermería en función de la teoría de Orem, cuyo objetivo es cuidar y ayudar al paciente a lograr el autocuidado. La enfermería se enfoca hacia las necesidades del autocuidado del paciente [29], dentro de esta perspectiva es importante empoderar a las personas para que satisfagan sus necesidades de autocuidado, ayudándoles a desarrollar y ejercer sus capacidades para tal fin [30], por lo tanto, los cuidados de enfermería tienen entonces una importancia vital, tanto por su participación clave en el equipo de salud como por su potencial de respuesta a las necesidades de cuidado de la salud de los adultos mayores en todos los niveles de atención, y en forma especial en la atención primaria, cuidados a largo plazo en donde la enfermera se comporta como el pilar fundamental para lograr la integralidad y continuidad de los cuidados de los ancianos [31] es por esto que es preciso que las enfermeras conozcan los cambios que atraviesan los adultos mayores durante el envejecimiento, para brindar una educación acertada que permita mejorar el bienestar de los mismos, además de asegurarse de que el adulto mayor reciba atención centrada y adaptada a las necesidades individuales [32]. Por lo tanto, el diseño del cuidado trasciende al acto de cuidar y recoge, asimismo, la experiencia, la sensibilidad y la capacidad para conseguir unos cuidados centrados en los recursos internos de la persona en un contexto determinado [33]. Es por esto que en esta categoría se evidenció la importancia que los adultos mayores atribuyen al profesional de enfermería y al equipo de salud en la concepción de su autocuidado.

V.CONCLUSIÓN

A. El grupo de adultos mayores que conforman la Confraternidad Lupita Nolivos en la actualidad manifiestan cambios positivos en su salud, atribuyéndolos a varios factores como la modificación de su manera de pensar respecto al autocuidado, ellos mencionan que se sienten responsables de su salud, lo que les permite ejercer con autonomía sus cuidados; también la Confraternidad Lupita Nolivos ha influido de manera significativa en su estado de salud, ya que, el hecho de compartir experiencias, vivencias, amistad, ha hecho que los adultos se sientan parte de este grupo, llegando al punto de identificarse como una familia, lo que influye de forma significativa en su bienestar; además es importante recalcar la labor que cumplen los profesionales de salud que direccionan el cuidado de este grupo, identificados

como un equipo multidisciplinario que brinda una atención holística e integral priorizando el desarrollo de la capacidad de autocuidado en este grupo etario.

B. Con los datos obtenidos se evidenció que el autocuidado fundamentado en la teoría de Orem es la parte medular del cuidado del Adulto Mayor, ya que en la medida que ellos internalicen el autocuidado como una conducta y a su vez sentirse responsables de su salud, sentirse parte de un grupo y ver en los profesionales un pilar fundamental para el mantenimiento de su bienestar, el autocuidado desempeñará un rol muy importante en el mejoramiento de la calidad de vida de los Adultos Mayores de la Confraternidad Lupita Nolivos.

REFERENCIAS

- [1] A. Araya, Autocuidado de la Salud, Chile: Salesianos Impresores S.A, 2012.
- [2] M. Alligood y A. Tomey, Modelos y teorías en enfermería, 8 ed., Elsevier Health Sciences Spain, 2014.
- [3] A. Alvarado-García, L. Lamprea-Reyes y K. Murcia-Tabares, «La nutrición en el adulto mayor: una oportunidad para el cuidado de enfermería,» *Enferm Univ*, vol. 14, n° 3, pp. 199-206, 2017.
- [4] M. Angley, A. Divney, U. Magriples y T. Kershaw, «Social Support, Family Functioning and Parenting Competence in Adolescent Parents,» *Matern Child Health J*, vol. 19, n° 1, pp. 67-73, 2015.
- [5] J. Báez y J. Pérez, El método cualitativo de investigación desde la perspectiva de marketing: el caso de las universidades públicas de Madrid, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2015.
- [6] A. Berman y S. Snyder, Fundamentos de enfermería, 9 ed., Madrid, España: Pearson Educación, 2012.
- [7] K. Carrasco-Peña, K. Fariás-Moreno y B. Trujillo-Hernández, «Frecuencia de envejecimiento exitoso y fragilidad. Factores de riesgo asociados,» *Rev Esp Geriatria Gerontol*, vol. 53, n° 1, pp. 23-25, 2018.
- [8] M. Escobar, Z. Franco y J. Duque, «El autocuidado: un compromiso de la formación integral en educación superior,» *Hacia la Promoción de la Salud*, vol. 16, n° 2, p. 132 – 146, 2011.
- [9] D. Sillas y M. Jordán, «Autocuidado, elemento esencial en la práctica de enfermería,» *Desarrollo Cientif Enferm*, vol. 19, n° 2, 2011.
- [10] T. Uribe, «El autocuidado y su papel en la promoción de la salud,» *Investigación y educación en enfermería*, vol. 17, n° 2, pp. 109-118, 1999.
- [11] Ministerio de Salud, Manual de Autocuidados para Adultos mayor de 60 años. Claves para un envejecimiento activo y saludable. Programa Nacional de Enve-

- jecimiento Activo y Saludable, República de Argentina: ANSES, 2008.
- [12]J. Badillo, R. Ostiguín y A. Bermúdez, «El paradigma: un análisis del concepto y su implicación conceptual en enfermería.» *Rev. iberoam. Educ. investi. Enferm*, vol. 3, n° 2, pp. 18-25, 2013.
- [13]M. Martínez, «Hacia la consolidación de los paradigmas de enfermería. Centro Municipal De Salud De Varadero.» *Revista Médica Electrónica*, vol. 30, n° 2, 2008.
- [14]M. Castiblanco y E. Fajardo, «Capability and perception in selfcare of older adults of Centro dia/vida, Ibagué, Colombia.» *Salud Uninorte*, vol. 33, n° 1, pp. 58-65, 2017.
- [15]Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), *El envejecimiento y las personas de edad: indicadores sociodemográficos para América Latina y el Caribe*, Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), 2009.
- [16]A. González y C. Morales, *II Foro Latinoamericano de Educación, Ciudadanía, Migración e Interculturalidad*, CGEIB-SEP, 2005.
- [17]R. Guerrero Castañeda y R. Lara, «Nivel de auto-trascendencia en un grupo de adultos mayores mexicanos.» *Rev Cuid*, vol. 8, n° 1, p. 1476, 2017.
- [18]R. Hernández, C. Fernández, P. Baptista, S. Méndez Valencia y C. Mendoza, *Metodología de la investigación*, México, D.F: McGraw-Hill Education, 2014.
- [19]M. Hernández, «Envejecimiento.» *Rev Cuba Salud pública*, vol. 40, pp. 361-378, 2014.
- [20]Y. Liu y Y. Hung, «Self-efficacy as the moderator: Exploring driving factors of perceived social support for mainland Chinese students in Taiwan.» *Comput Hum Behav*, vol. 64, pp. 455-462, 2016.
- [21]A. Marcos, J. Colón, M. Gutiérrez y A. Santos, *Investigación cualitativa*, Elsevier España, 2014.
- [22]OMS, «Informe mundial sobre el envejecimiento y la salud.» 2015. [En línea]. Available: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186466/97892406;-jsessionid=DFA067A0DB34179C0C82BDF-615B998E2?sequence=1>.
- [23]I. Peláez-Ballestas y R. Burgos, «La aproximación cualitativa en salud: una alternativa de investigación clínica de las enfermedades reumáticas.» *Reumatol Clínica*, vol. 1, n° 3, pp. 166-74, 2005.
- [24]P. Potter, A. Perry, P. Stockert y A. Hall, *Fundamentos de enfermería*, Barcelona/ España: Elsevier España, 2014.
- [25]C. Puchia y P. Jara, «Enfermería y el cuidado domiciliario de los mayores en la era de la globalización.» *Enferm Univ*, vol. 12, n° 4, pp. 219-25, 2015.
- [26]C. Sabino, *El proceso de investigación*, Editorial Episteme, 2014.
- [27]Á. Sanjuán Quiles, «Enfermería en la sociedad: relación teoría/práctica.» *Cult Los Cuid Rev Enferm Humanidades*, vol. 21, pp. 33-39, 2007.
- [28]M. Santos Pérez y N. Valencia, «Envejecer en Colombia.» *América Lat Hoy*, vol. 71, p. 61, 2016.
- [29]S. Taylor y R. Bogdan, *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados*, Grupo Planeta (GBS), 1987.
- [30]Organización Panamericana de la Salud, *Enseñanza de la enfermería en salud del adulto mayor*, Washington: OMS, 2012.
- [31]L. Varela, «Salud y calidad de vida en el adulto mayo.» *Rev Peru Med Exp Salud Pública*, vol. 33, n° 2, p. 199, 2016.
- [32]Q. Xavier y C. Mendieta, «Concepción de salud y autocuidado de la población masculina de una Unidad Básica de Salud.» *Enferm Glob*, vol. 14, n° 40, 2015.

BEBIDA DE LACTOSUERO Y SOYA (GLYCINE MAX) INOCULADA CON MUCÍLAGO DE CACAO (THEOBROMA CACAO L) NACIONAL

Muñoz Mendoza Gema ¹, Erazo Solórzano Cyntia ², Vera Chang Jaime ³, Tuarez García Diego ⁴,
gema.munoz2014@uteq.edu.ec, cerazo@uteq.edu.ec, jverac@uteq.edu.ec, dtuarez@uteq.edu.ec,
ORCID 0000-0001-8822-9472.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Alimentos Finca Experimental
“La María” km 7 de la vía Quevedo–El Empalme, Los Ríos, Ecuador.

Recibido (08/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La presente investigación se orienta al desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional al 5%, 10% y 15% mejorando así sus características organolépticas y dándole el uso adecuado a dichos subproductos, se aplicó un Diseño Completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Para comparar las medias de los tratamientos en cuánto a los análisis físico-químicos (pH, acidez °Brix, humedad, ceniza, sólidos totales) se utilizó la Prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) demostrando así la diferencia significativa que existía en dichos parámetros. Para el análisis organoléptico (olor, color, sabor, gusto y textura) se utilizó la Prueba de Kruskal Wallis, en donde, el tratamiento que más destacó fue el T3, para la prueba de preferencia el que obtuvo mayor aceptación por los panelistas fue el T3 (67%) con 15% de mucílago de cacao considerándolo el mejor tratamiento, seguido del T2 (17%) con 10% de mucílago de cacao y el de menor valor T0 (6%) sin adición de mucílago. La viabilidad microbiológica que presentó mejores valoraciones fue del T3 con un 4×10^7 y el de menor valor el T0 al día 20 de almacenamiento. La vida útil del mejor tratamiento T3, se realizó mediante la ecuación de vidas medias dando como resultado 17 días de durabilidad en condiciones de refrigeración.

Palabras Clave: Bebida fermentada, mucílago de cacao, soya, lactosuero, bacterias ácido lácticas (BAL), inoculación.

FERMENTED DRINK BASED WITH LACTOSUERO AND SOY INOCULATED WITH MUCÍLAGO DE NATIONAL COCOA

Abstract: The present investigation is oriented to the development of a fermented beverage based on whey and soybean inoculated with 5%, 10% and 15% national cocoa mucilage thus improving its organoleptic characteristics and giving appropriate use to these by-products, a Design was applied Completely random with four treatments and four repetitions. To compare the treatment means in terms of physical-chemical analyzes (pH, acidity Brix, humidity, ash, total solids), the Tukey Test ($p \leq 0.05$) was used, thus demonstrating the significant difference that existed in these parameters. For the organoleptic analysis (smell, color, taste, taste and texture), the Kruskal Wallis Test was used, where the treatment that stood out the most was T3, for the preference test the one that obtained the greatest acceptance by the panelists was T3 (67%) with 15% cocoa mucilage considering it the best treatment, followed by T2 (17%) with 10% cocoa mucilage and the lowest T0 value (6%) without adding mucilage. The microbiological viability that presented better evaluations was the T3 with a 4×10^7 and the lowest value the T0 at day 20 of storage. The useful life of the best T3 treatment was carried out by means of the half-life equation, resulting in 17 days of durability under refrigeration conditions.

Keywords: Fermented beverage, cocoa mucilage, soy, whey, lactic acid bacteria (BAL), inoculation

I. INTRODUCCIÓN

El uso adecuado de los desechos, residuos o sub-productos que se originan por parte de las industrias de alimentos corresponde a los acontecimientos que se han suscitado a lo largo de los años en las industrias que se han perdido. En la actualidad se considera una de las investigaciones más importantes en el desarrollo de esta industria [1].

El lactosuero es rico en proteínas, especialmente lactoalbúminas, lactoglobulinas y minerales se obtiene de la fabricación de quesos conteniendo una gran cantidad de nutrientes, lo cual hace a este subproducto una materia prima interesante para alternativas de fabricación de productos aumentando su valor nutritivo, en este caso el lactosuero ha sido utilizado para la elaboración de una bebida fermentada del mismo con soya inoculada con mucílago de cacao nacional [2].

La concentración de proteínas del lactosuero contiene fracciones tales como lactoalbúmina, lactoferrina, lactoperoxidasas y péptidos, sustancias que poseen propiedades dirigidas a beneficiar el estado de salud. Algunas de estas fracciones están siendo consideradas como antibióticos naturales por su capacidad de preservar naturalmente a los alimentos [2]. El suero ha sido utilizado para la elaboración de bebidas fermentadas con acidez final del 0,54% de ácido láctico para los consumidores son las de mayor aceptabilidad [3].

La soya es un producto de alto valor biológico utilizado principalmente en la fabricación de alimento animal, siendo muy poco su uso en las industrias alimentarias lo que conlleva a varias alternativas siendo una de ellas la bebida fermentada [4]. Actualmente se han dado crecimientos rápidos en Sudamérica con una producción del 123% la cual no muestra signos de parar de acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) sugiere que la producción se duplicara para el 2050 [5], ha sido considerada uno de los descubrimientos más importantes en nutrición, aparte de su contenido de calcio, el grano de soya es el único de origen vegetal de igual calidad que la de proteína animal [6].

El cacao nacional es el de mayor exportación a los países europeos, posee características que lo hacen propio y diferente a los producidos en otras regiones del mundo. Actualmente el material mucilaginoso es desaprovechado en su totalidad lo que conlleva alternativas [7]. Las BAL provenientes del mucílago de cacao, tienen características que al ser procesadas producen ácido láctico, son empleadas actualmente por las industrias alimentarias en la elaboración de bebidas fermentadas, yogurt, vino, embutidos, entre otros [8]. La incorporación de estos microorganismos en el desarrollo

de nuevos productos de derivados lácteos, logra brindar características sensoriales y extender la vida útil del producto fin [1].

La fermentación del mucílago de cacao a las primeras 24 horas se instalan las bacterias lácticas y acéticas, especialmente las (BAL) de género *Lactococcus* spp donde comienza su incremento, luego empiezan la del género *Enterococcus* spp y es así que a las 48 horas se obtienen el máximo de su incremento [8]. Por esa razón, el presente trabajo se trazó como objetivo desarrollar una bebida fermentada rico en bacterias ácido lácticas. A diferencia de Santana [9] quien realizó una bebida hidratante a base de mucílago de diferentes variedades de cacao, la presente investigación mejoró la bebida con adición de lactosuero y soya, inoculada solo con mucílago de cacao Nacional en diferentes formulaciones.

II. METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la planta de lácteos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo la misma que está ubicada en el km 7.5 vía Quevedo – El Empalme, entrada el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Ecuador.

II.I. Condiciones meteorológicas

Tabla I. Condiciones meteorológicas de la Finca Experimental “La María”.

Datos meteorológicos	Valores promedio
Humedad Relativa (%)	85,84
Temperatura	22,47
Precipitación (mm/año)	2 223,85
Heliofania (horas luz/año)	898,66
Zona ecológica	Bosque semi húmedo tropical

Fuente: (INAMHI, 2014).

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos, y 4 repeticiones, se elaboraron 4 bebidas fermentadas a base de (75%) lactosuero y (25%) soya inoculada con mucílago de cacao nacional en diferentes niveles (5%; 10%; 15%), tomando en cuenta al Testigo (T0) con un 0% de mucílago de cacao. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). El análisis estadístico se realizó mediante el software libre.

II.II. Esquema del experimento

En la Tabla II se plantea el esquema del experimento con los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales de una manera detallada, se elaboró cuatro bebidas a base de estas materias primas con una for-

mulación única con diferentes niveles (5; 10; 15%) de mucílago de cacao nacional.

Tabla II. Esquema experimental.

Tratamientos	Repeticione s	Unidad experimental (mL)	Subtotal (mL)
T0 (bebida fermentada a base de lactosuero y soya).	4	2000	8000
T1 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 5%).	4	2000	8000
T2 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 10%).	4	2000	8000
T3 (bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional al 15%).	4	2000	8000
		Total	32000

II.III.Descripción de la recolección del mucílago de cacao

Las mazorcas de cacao nacional se obtuvieron en el cantón “La Concordia” a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se clasificó las mazorcas de cacao según su apariencia física y estado de madurez, observando que se encuentren libres de enfermedades, las mazorcas fueron desinfectadas con agua clorada en una proporción de 100 ppm. Luego se realizó el corte de las mazorcas con cuchillo de acero inoxidable, en forma transversal y longitudinal de manera que facilite la extracción de las almendras mucilaginosas. Para la recolección del mucílago de cacao se utilizó un lienzo de color blanco de 100 x 100 cm, en el cual se colocaron las almendras de cacao y se ejerció presión (con el propósito de extraer el líquido mucilaginoso), obtenida la muestra se filtró y se realizó el análisis inicial de la materia prima (pH, acidez, y °Brix de acuerdo a la INEN [10]).

La fermentación del mucílago se realizó por 24 y 48 horas a temperatura ambiente para que se produzcan las (BAL). Una vez transcurrido el tiempo especificado se recolectó 10 mL para análisis de crecimiento microbiológico, se recolectó y almacenó a temperatura de 4°C, para su respectiva utilización de acuerdo a la formulación, previamente se realizaron los análisis microbiológicos para bacterias ácido lácticas y coliformes totales.

II.IV.Descripción de la obtención del extracto de soya

Se receptaron los granos de soya y se pesó de acuerdo a la formulación. Posteriormente, se enjuagó con agua potable para remover todas las impurezas del grano. Una vez lavado se sometieron en remojo en agua fría por 12 horas con el fin de facilitar el descascariado. En este punto se reemplaza el agua con una más fresca, y se procede a pelar cada uno de los granos de

soya para posteriormente escaldarlos a una temperatura de 100°C por un lapso de 30 minutos esto tiene como objetivo desactivar la enzima lipoxigenasa.

El grano se licuó con agua caliente a 90°C, en una proporción de peso/volumen (1 kilo de soya/ 1 litro de agua), luego a través de un lienzo de tela algodón de 100 x 100 cm con el fin de eliminar el bagazo. Se realizó control de calidad de la soya como pH método 981.12 AOAC, acidez método 950.15 AOAC., °Brix método 983.17 AOAC., en la INEN [11].

Se pasteurizó a una temperatura de 75°C por un lapso de 15 minutos con la finalidad de destruir microorganismos patógenos y mejorar la digestibilidad de la proteína al inactivar los inhibidores de tripsina. Se realizó un enfriamiento rápido hasta 37°C para continuar con la elaboración de la bebida fermentada.

II.V.Descripción de la obtención del lactosuero

Se receptó el lactosuero obtenido del Cantón “El Carmen” y se pesó la cantidad a utilizar de acuerdo a la formulación establecida. Se analizaron los parámetros iniciales del lactosuero como pH con la NTE INEN 2594:2011 y acidez con la NTE INEN 13 para saber si se encuentra dentro de los rangos establecidos, se filtró empleando un lienzo de tela de 100 x 100 cm esterilizado para la eliminación de cualquier agente extraño, se pasteurizó a 65°C por un lapso de 30 minutos para evitar la desnaturalización de la proteína.

II.VI.Descripción de elaboración de la bebida fermentada

Previamente enfriado el lactosuero y la soya se procedió a inocular junto con el mucílago de cacao nacional rico en bacterias ácidos lácticas (BAL), al igual que el resto de ingredientes, la fermentación se realizó a 42°C - 45°C por un lapso de 4 horas hasta obtener un pH 4,2 a 4,9. Se colocaron las bebidas en envases de vidrio de

1 litro y el almacenamiento fue a una temperatura de 2 a 4°C de acuerdo al INEN. [12]

Se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos (BAL) a las bebidas, pasada las 48 horas se evaluó sensorialmente y se escogió al mejor tratamiento para su respectivo control físico-químico y microbiológico de agentes patógenos para la estimación de su vida útil.

Tabla III. Formulación para ocho litros de bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao nacional a los diferentes tratamientos

Materia prima e insumos	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3		Formulación 4	
	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.
Lactosuero (mL)	75	6000	75	6000	75	6000	75	6000
Soya (mL)	25	2000	25	2000	25	2000	25	2000
Mucílago de cacao Nacional (mL)	0	0	5	400	10	800	15	1200
CMC (mg)	0,2	16	0,2	16	0,2	16	0,2	16

II.VIII. Instrumentos de investigación

II.VIII.I. Viabilidad microbiológica de las (BAL).

Se determinó la viabilidad de las bacterias ácido lácticas realizando los análisis respectivos una vez extraído el mucílago de cacao nacional fermentado durante 48 horas para evitar el crecimiento microbiano de bacterias patógenas y a la bebida elaborada en un lapso de cada 5 días durante 20 días, de esta manera se obtuvo el crecimiento (BAL).

II.VIII.II. Variables físico-químicas

Se determinaron los parámetros físico-químicos del

II.VII. Formulación de la bebida fermentada inoculada con mucílago de cacao

La elaboración de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao, se conforma de 4 formulaciones descritas en la Tabla III.

mucílago de cacao nacional (pH, acidez y °Brix), analizados bajo el INEN [10]. En el lactosuero se analizaron pH y acidez. Los parámetros físico-químicos que se analizaron al extracto de soya fueron (pH, acidez, °Brix) cumpliendo con la norma establecida [13].

II.VIII.III. Variables físico-químicas a la bebida fermentada

Los parámetros físico-químicos que se evaluaron a las bebidas fermentadas fueron: pH, acidez, °Brix, sólidos totales, ceniza y proteína, siguiendo las respectivas técnicas establecidas en la norma [14].

Tabla IV. Parámetros físico-químicos y sus normativas para la bebida fermentada.

Parámetros	Normativas	Detalle
pH	NTE INEN 0973	
Acidez	NTE INEN 13	
°Brix	Refractómetro	ATC (0-32 °Brix)
Humedad	NTE INEN 63	
Sólidos totales	NTE INEN 14	
Ceniza	NTE INEN 14	
Proteína	NTE INEN 16	

II.IX. Variables organolépticas evaluadas

Una vez realizado todo el proceso de elaboración después 48 horas previamente refrigerada, se proporcionó a cada panelista 30 mL de las cuatro muestras codificadas aleatoriamente, se procedió a entregar su respectiva hoja para determinar las cualidades organolépticas del mejor tratamiento, la misma que se logró

con la ayuda de 30 panelistas no entrenados, entre los cuales encontraremos ingenieros/as que trabajan en la UTEQ – FCP y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, mediante una prueba de preferencia, diferentes porcentajes de mucílago de cacao nacional para cada atributo organoléptico (olor, sabor, color, gusto, apariencia general bajo la metodología y la guía gene-

ral para establecer un perfil sensorial [15], utilizando una escala de cuatro puntos, en la que el número uno significa “ligero” hasta el número cuatro que significa “Mucho”.

Tabla V. Atributos sensoriales.

Olor	Sabor	Color	Gusto	Textura
Suero	Suero	Beige	Ácido	Fluidez
Soya	Soya	Blanco lechoso	Dulce	
Mucílago	Mucílago			
Yogurt	Yogurt			

II.X. Estimación de la vida útil de la bebida fermentada

Una vez determinado el mejor tratamiento de las diferentes muestras de bebidas fermentadas inoculadas con mucílago de cacao nacional, se controlaron los parámetros físico-químicos descritos anteriormente como: pH, acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, para verificar su inocuidad y el incremento microbiano se efectuó recuentos de mohos-levaduras de acuerdo con los requerimientos [14]- [6].

III. RESULTADOS

En la tabla VI, se detallan los parámetros iniciales

Tabla VI. Parámetros iniciales de las materias primas FCP-UTEQ.2019.

PARÁMETROS INICIALES			
	pH	Acidez %	°Brix
Mucílago	3,58	0,68	17°
Soya	6,62	0,08	6°
Suero	6,5	0,19	6°

III.I. Análisis físico- químicos de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional

Los análisis físico-químicos realizados: pH, acidez, grados brix y proteína manifiestan diferencias signifi-

previo a la elaboración de la bebida fermentada: pH, acidez y grados brix. Se realizaron una vez fermentado a 48 horas, lo cual presento un pH de 3,58, acidez de 0,68% y grados brix de 17, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NTE INEN 176:2006, la soya con un pH de 6,62, acidez de 0,08% y grados brix de 6 cumpliendo así con los requisitos de la NTE INEN 3028:2018-02, por otro lado el suero con un pH de 6,5, considerándolo como un suero dulce, acidez de 0,19% y grados brix de 6 se encuentran dentro del rango establecido en la NTE INEN 2609:2012

cativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), mientras que los sólidos totales, humedad y ceniza no existió diferencia significativa entre tratamientos ($p \geq 0,05$), los promedios se pueden observar en la (Tabla VII).

Tabla VII. Análisis físico-químicos de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

Tratamiento	Parámetros Físico -Químicos						
	pH	Acidez (%)	Humedad (%)	Sólidos totales (%)	Ceniza (%)	Proteína (%)	°Brix
°Brix	5,54 a	0,17 d	82,00 a	2,66	2,10 a	1,46 c	7,08 d
T0	5,06 b	0,23 c	83,75 a	2,63 a	2,01 ab	1,54 b	8,03 c
T1	4,72 c	0,32 b	89,50 a	2,49 ab	1,96 ab	1,54 b	11,03 b
T2	4,56 d	0,41 a	89,50 a	2,39	1,89 b	1,61 a	12,20 a
T3	4,97	0,28	86,19	2,54	1,99	1,53	9,60
X	1,44	1,78	4,67	4,26 ⁽⁺⁾	3,89 ⁽⁺⁾	2,06	3,52
C.V %	0,04	2,5	2,01	1,85	0,46	0,02	0,17
E.E.	<0,0001	<0,0001	0,0419	0,0144	0,0160	0,0007	<0,0001
P- Valor	**	**	ns	*	*	**	**

En el análisis de varianza para la variable pH, presentaron diferencias significativas Tukey ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, el T3 con el 15% de mucílago presentó el menor pH (4,56) que fue estadísticamente difiriendo de los demás tratamientos, mientras el T0 sin adición de mucílago presentó los valores más altos de pH (5,54).

Los valores de pH descritos en esta investigación son similares a los descritos por [6], en su estudio de utilización de probióticos en la elaboración de una bebida de soya, donde el pH de menor valor fue de 4,3 con un máximo de 7 y la relación existente entre el descenso del mismo con relación al tiempo de fermentación, presentando diferencias estadística significativas en sus factores por la concentración de inóculo. Comparando los resultados obtenidos por [16], en la elaboración de una bebida fermentada a base de lactosuero y soya, presenta valores superiores de pH en un rango de 6,2- 6,6, esta diferencia se debe a los niveles de mucílago de cacao inoculada en la bebida fermentada. En base a esto se logra deducir que el T3, se encuentra dentro de los rangos establecidos de las bebidas fermentadas.

La acidez expresada como ácido láctico en la bebida fermentada con diferentes porcentajes de mucílago de cacao nacional, demuestra que existe diferencia significativa ($p \leq 0,05$) entre tratamientos, el T3 con mayor porcentaje de mucílago presentó mayor valor de ácido láctico (0,41%), por otro lado, el de menor valor (0,17%) lo adquirió el T0 identificado como testigo debido a que no contiene porcentajes de mucílago.

La acidez de acuerdo con Guerrero [6], tiene un incremento en el transcurso del tiempo de fermentación, es decir directamente proporcional por el porcentaje de inóculo siendo altamente significativo sobre las respuestas experimentales. Concluyendo con Andres [17], el porcentaje de ácido láctico se encuentra en (0,40%) como dato menor, sin embargo refleja porcentajes aún mayores y esto se debe a la cantidad de bacterias ácido lácticas y azúcar añadidas en el yogurt, considerando que el tiempo de fermentación es el mismo, siendo así que el T3 de la presente investigación se encuentra un poco más del rango menor a diferencia que no contiene azúcar pero si el 15% de mucílago de cacao con presencia de bacterias ácido lácticas.

Para la variable humedad (Tabla VII), indica que entre tratamientos no existe diferencia estadísticamente significativa ($p \geq 0,05$), En comparación a lo obtenido [16], nos indica que en su bebida fermentada de lactosuero y soya obtuvo un 80% de humedad, deduciendo así que los rangos concuerdan con el T0 ya que este tratamiento no contiene mucílago de cacao nacional.

En sólidos totales existió diferencia significativa ($p \geq 0,05$), debido a que contienen menor humedad y

más sólidos en comparación al T2 (2,49%) y T3 (2,39), coincidiendo con lo expuesto por [16], en su bebida sin adición de mucílago pero con adición de otros componentes sólidos con un valor de 20% de sólidos totales. Los resultados obtenidos son superiores a los descritos por [18] de acuerdo a su investigación bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticos sus formulaciones son estandarizadas de 1 a 9% de sólidos totales lácteos con suero en polvo.

En cuanto al porcentaje de ceniza no existe diferencia significativa ($p \geq 0,05$), dado que el T0 (2,10%) y T3 (1,89%) con adición de mucílago en mayor porcentaje. Discrepando [16], determina que el porcentaje de ceniza tanto en el lactosuero, soya y en su bebida final se observa un aumento considerable por los minerales de las materias primas e insumos utilizados, diferenciando así la bebida fermentada inoculada con mucílago, con menor porcentaje de ceniza por su mayor contenido de mucílago en comparación de los demás tratamientos en estudio. En comparación a la caracterización bromatológica de las bebidas autóctonas investigadas por [19] presentó valores menores de (1,39%) y como el mayor valor (4,29%).

La proteína en la bebida fermentada mostró diferencia significativa ($p \leq 0,05$), indicado en el (Gráfico 6), el mayor porcentaje (1,61) lo tiene el T3 y el T0 con menor porcentaje (1,46), de acuerdo a la NTE INEN 2608:2012. Los grados brix que se encuentran reportados en el (Gráfico 7), donde se observa que el de mayor grado es el T3 con 12,2 °Brix, siendo el que contiene mayor cantidad de mucílago el mismo con 17°brix adicionado al 15%, diferenciándose con el de menor grado el T0 con 7,08 brix sin adición de mucílago. A diferencia de [6], se observa claramente que el descenso del °Brix dependen de la cantidad de inóculo, convirtiendo los azúcares en ácido láctico durante la fermentación debido a los porcentajes de adición de azúcares de sus tratamientos.

Análisis sensorial

Según el análisis de Kruskal Wallis en el atributo de olor a soya se encontró que el T0 (1,53) sin adición de mucílago, con T1(1,90) con adición del 5% de mucílago fueron estadísticamente iguales difiriendo de los T2(1,13) Y T3 (1,00), con una media general de 1,39 un límite inferior de 0,74 y límite superior 2,04. El atributo olor a suero presento diferencias significativas entre tratamientos, reflejando el valor mayor al T0 (3,1), en base a la escala de intervalo, el T0 en olor a suero moderado y el T3 nada de olor a suero. Para el parámetro

olor a mucílago presentó diferencia significativa valorando al T3 como el valor más alto seguido del T2 con un límite inferior (0,70) y un límite superior (3,29) de acuerdo a la escala sensorial el T3 tiene un olor moderado a mucílago.

El tratamiento que destacó en olor, en comparación del resto de tratamientos es el T3 con un valor de 4 siendo el mismo identificado en la escala organoléptica como “mucho”, esto se debe al contenido mayor de mucílago que contiene a diferencia del T0 Y T1 que presentaron los valores de 1 siendo nada, de esta manera se demuestra que existe diferencia significativa con un límite inferior (0,37) y superior (4,17).

Para el atributo sabor soya presento diferencia significativa el tratamiento T0 con el valor mayor de (2,97) seguido del T1 (1,57) en comparación con T2 Y T3 que resultaron iguales, con una media de 1,69, con un límite inferior de 0,29 y superior de 3,09. En el parámetro sabor a suero presentó diferencias significativas de acuerdo con Wallis con valoraciones mayores de 3,80 para el tratamiento T0 y la menor en los tratamientos T3 y T2 ya que son iguales, con un nivel de confianza del 95%, un límite inferior de 0,30 y superior de 3,95. En sabor a mucílago hubo diferencia significativa y se debe a las diferentes adiciones mucílago adquiriendo la mayor valoración el T3 con (2,67) inoculado al 15% y el menor T0 con valoración 1 “nada”. El atributo más destacado y es el T3 con 4 significa mucho sabor a yogurt debido a la presencia de bacterias ácido lácticas.

En atributo color beige los resultados de la prueba de Kruskal en indican que no existe diferencia entre tratamientos, sin embargo, en el color blanco lechoso indica que existe diferencia no tan significativa ya que el T0 y T1 son iguales y difieren con el tratamiento T2 y T3 que son iguales.

Para el atributo Gusto a ácido presentó diferencia significativa entre tratamientos. En donde, el valor mayor lo obtuvo el T3 (3,40) con 15% de mucílago y el menor T0 (2,53) con una media de 2,92. En el parámetro dulce las pruebas no paramétrica indica que existe diferencia estadística entre tratamientos. Sin embargo, el T0 Y T1 tiene similitud ante el T2, el valor menor lo presenta el T3 (1,40) con una media de 1,74 con un límite inferior de 1,33 y superior de 2,14.

Y el atributo textura en cuanto a fluidez no mostró diferencia significativa entre ellos con una media de 3,00, un límite inferior de 3,14 y superior de 3,70.

Mediante la prueba de preferencia realizada, de acuerdo a los catadores, el tratamiento de mayor aceptación fue el T3 67% inoculado al 15% de mucílago y el de menor el T0 6% como testigo sin adición de mucílago, seguido del T2 que ocupa el un 17% de acep-

tación con un 10% de mucílago de cacao nacional. De tal manera que se confirma el mejor tratamiento el T3.

La estimación de vida útil de la bebida fermentada realizada al mejor tratamiento, T3 inoculado con mucílago de cacao al 15%, fue almacenada durante 20 días, con la finalidad de registrar su comportamiento, tomando en consideración el pH, acidez expresada en ácido láctico y el incremento microbiano de mohos y levaduras. Aplicando la ecuación de vidas medias descrita se describe una cinética de primer orden. Un producto envasado asépticamente, tendrá una vida útil mayor de anaquel, favoreciendo condiciones de anaerobiosis o incluso modificar la atmósfera entre el alimento, el material de empaque y el lugar de almacenamiento, de tal manera que en tales condiciones contribuyan a que se pueda prolongar la vida útil de alimento. Entre el grupo de microorganismos que pueden desarrollarse en un alimento se encuentran: bacterias y hongo capaces de multiplicarse [20]

Los valores de pH se presentan en forma lineal decreciente en la (Figura 1) durante los 20 días de almacenamiento, con un inicio de 1,53 hasta 1,44 valores que frecuentan los productos de derivados lácteos fermentados. Los alimentos ácidos se distinguen por cuyo pH es menor de 4,6, y alimentos poco ácidos en los que el pH es mayor de y 4,6 [21], en sus resultados de caracterización físico-química de dos bebidas fermentadas, sus valores iniciales de pH antes de la fermentación fueron (6,5), bebida uno con 4,85 y bebida dos con un valor de 5, el valor bajo indica el desarrollo del proceso de fermentación, con una evaluación de vida útil de 21 días bajo refrigeración.

Santana [9], en su estudio de bebida hidratante con mucílago de cacao proveniente de diferentes variedades de cacao, registraron diferencias estadísticas significativas en el pH, según Tukey (0,05%) estableció que la variedad de mucílago influye sobre el pH obtenido, con una media para la variedad Nacional de 4,05 y para la variedad Trinitario de 3,86.

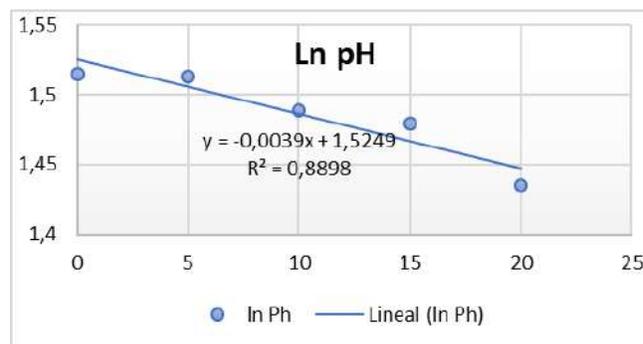


Figura 1. Método lineal de pH al mejor tratamiento a bebida fermentada a base de lactosuero y soya ino-

culada con mucílago de cacao nacional.

En el caso de acidez de los valores obtenidos van incrementando en relación al tiempo, lo que indica que la fermentación no se detuvo durante el almacenamiento (Ver Figura 2).

$$\ln(\text{Acidez}) = -0,9265 + 0,0094x$$

Con un valor de $r^2 = 0,7873$ con lo cual el valor de estimación de vida útil es de 25 días.

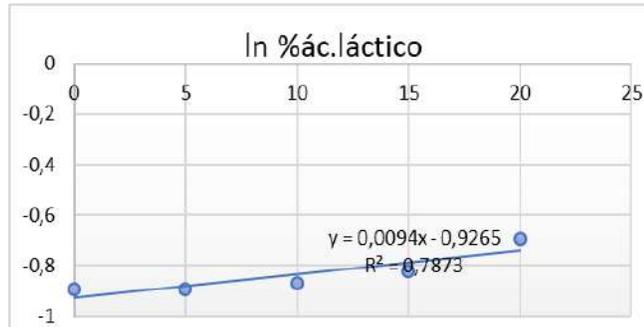


Figura 2. Método lineal del % ac. láctico al mejor tratamiento de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

En cuanto a la presencia de mohos y levaduras no debe pasar con lo requerido en la NTE INEN 2608:2012 que indica el mínimo de 100UFC, por ende el T3 identificado como el mejor tratamiento con una cantidad de 0 UFC los primeros días y 80 UFC los últimos 20 días expresados en forma lineal (Figura 3) de los valores obtenidos del (Anexo 14) afirmando que el producto fue

elaborado bajo estos requerimientos por lo tanto puede ser considerado como un producto apto para el consumo humano.

$$\ln(\text{Mohos y levaduras}) = 0,6931 + 0,2156x$$

Con un valor de $r^2 = 0,9883$. se obtuvo un valor de estimación de vida útil de 17 días.



Figura 3. Método lineal de Mohos y levaduras al mejor tratamiento de la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

Los análisis de las BAL homofermentativas y heterofermentativas realizados a las 48 horas de fermentación tomados como referencia de [7] indicando que a las 48 horas se registra el mayor recuento de UFC 2,47x 10⁵, demostrando así la presencia de dichos microorganismos en el mucílago fermentado con un valor mayor de 2x10⁵ como lo indica la (Tabla VIII). En cuanto a los coliformes totales realizados registro ausencia de UFC los mismos que se encuentran dentro de la NTE INEN 2395-2011 que indica como mínimo <10UFC.

Tabla VIII. Análisis de viabilidad de las BAL en la bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional.

TRATAMIENTO	Unidad	Día 0	Día 5	Día 15	Día 20	Método referencial aplicado
T0 (BFLS)	u.f.c/g	5x10 ⁴	7x10 ⁴	7,3x10 ⁴	7,9x10 ⁴	Petrifilm-BAL
T1 (BFLS5%)	u.f.c/g	1x 10 ⁶	1.3x10 ⁶	2x10 ⁶	2,8x10 ⁶	Petrifilm-BAL
T2 (BFLS10%)	u.f.c/g	1,5x10 ⁷	2x10 ⁷	3x10 ⁷	3,7x10 ⁷	Petrifilm-BAL
T3 (BFLS15%)	u.f.c/g	2,5x10 ⁷	3x10 ⁷	3,8x10 ⁷	4x10 ⁷	Petrifilm-BAL

IV.CONCLUSIONES

1. Se desarrolló una bebida fermentada a base de lactosuero y soya inoculada con mucílago de cacao nacional, los análisis estadísticos establecen diferencia significativa en las respuestas experimentales por lo que se determinó el T3 como mejor tratamiento destacando en los parámetros físico-químicos con 15% de mucílago, el cuál registró datos de pH (4,56), acidez expresada en ácido láctico (0,41%), °Brix (12,20), proteína (1,61),

humedad (89,5) los mismos que cumplen con los requisitos establecidos en la NTE INEN 2608:2012.

2. Mediante la prueba de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), indica que existió diferencia significativa entre tratamientos respecto a los atributos organolépticos de olor, color, sabor, gusto a excepción de textura que no mostró diferencia significativa se concluye que el T3 presentó mejores resultados en cuanto a la escala de valoración

que indica 1 nada y 4 mucho.

3. Se determinó la viabilidad de las bacterias ácido lácticas, presentando aumentos durante los 20 días de almacenamiento, siendo el T3 con mayor contenido (4×10^7), a diferencia del T0 que no contenía mucílago de cacao nacional con ($7,9 \times 10^5$) de BAL.

REFERENCIAS

- [1] M. Nuñez, M. Boumba, Y. Castro, K. Mijares, and O. Hernández, “Desarrollo de bebida fermentada a partir de suero requesón,” *Cienc. y Tecnol. Aliment.*, vol. 16, pp. 39–44, 2016.
- [2] C. Naranjo, “Elaboración de una bebida fermentada a base de suero lácteo con pulpa de manzana Emilia (malus comunis-L),” Universidad Técnica de Ambato, 2006.
- [3] D. Rodríguez, J. Rodríguez, and A. Hernández, “Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera L.*) y pulpa de mora (*Rubus glaucus Benth*) con características probióticas,” *Tecnol. Quim.*, vol. 39, no. 2, pp. 301–317.
- [4] L. Vanegas, D. Restrepo, and J. López, “Características de las bebidas con proteína de soya,” *Rev. Fac. Nac. Agron.*, vol. 62, no. 2, pp. 5165–5175, 2009.
- [5] N. D. Sue Stolton, “El Crecimiento de la Soja: Impactos y Soluciones WWF International,” 2014.
- [6] J. Guerrero, “Utilización de probióticos (*Lactobacillus plantarum*) en la elaboración de una bebida de soya,” Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [7] D. Verdezoto, “Aislamiento e identificación de bacterias ácido lácticas (BAL) presentes en el mucílago de cacao (*Theobroma cacao L.*) Trinitario y Nacional,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2017.
- [8] J. Chávez, “Utilización de las bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de cacao (*Theobroma Cacao L.*) nacional para mejorar el sabor y textura del queso mozzarella,” Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2019.
- [9] P. Santana, J. Vera, C. Vallejo, and A. Alvarez, “Mucílago de cacao, Nacional y Trinitario para la obtención de una bebida hidratante,” Universidad, *Cienc. y Tecnol.*, vol. 04, pp. 179–189, 2019.
- [10] INAMHI, “Anuario Meteorológico Nro 51-2011,” 2014.
- [11] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, “NTE INEN 0176: Cacao en grano. Requisitos,” 2006.
- [12] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 452: 2013 Cereales y leguminosas. Soya en grano. Requisitos,” 2013.
- [13] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 2609:2012 Bebidas de suero. Requisitos,” 2010.

[14] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 3028 Bebida de Soya no fermentada. Requisitos,” 2018.

[15] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN-ISO 13299 Análisis sensorial. Metodología. Guía general para establecer un perfil sensorial,” 2014.

[16] M. Villacís, “Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para Infantes a base de lactosuero y leche de soya,” Escuela Politécnica de Chimborazo, 2011.

[17] O. Alcívar, “Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la norma INEN 2395 en lácteos nacionales,” Universidad Técnica de Machala, 2016.

[18] Y. I. Pastrana, A. M. Durango, and C. D. De Paula, “Caracterización Fisicoquímica, Bromatológica y Microbiológica de Bebidas Autóctonas de Córdoba, Colombia,” *SciELO*, vol. 26, no. 4, pp. 53–62, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000400008.

[19] M. Carrillo and A. Reyes, “Vida útil de los alimentos Lifetime food,” *CIBA Rev. Iberoam. las Ciencias biológicas y Agropecu.*, vol. 2, pp. 32–56, 2014.

[20] M. Porcar, “Estudio de vida útil de zumos de frutas envasados,” Universidad Politécnica de Valencia, 2016.

RESUMEN CURRICULAR



Gema Muñoz Mendoza, Ingeniera en Alimentos, graduada en enero del 2020 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Cynthia Erazo Solorzano, Ingeniero Agroindustrial, área de conocimiento: Agroindustrias. Magíster en Gestión de la Producción, área de conocimiento: Producción. Master en Prevención de Riesgos Laborales, área de conocimiento: Ciencias sociales y jurídicas. Cursando: Doctorado en Ingeniería agraria, alimentaria, forestal y de desarrollo rural sostenible



Jaime Vera Chang, Ingeniero Agropecuario graduado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Magíster en Procesamiento de Alimentos en la Universidad Agraria del Ecuador. Miembro del Comité de Investigación de la Facultad de Ciencias Pecuarias.



Diego Tuarez Garcia, Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el año 2013. Magíster en Gestión de la Producción universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2017. Msc en Prevención de Riesgos Laborales, salud laboral en la Universidad de Madrid, docente de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

RENDIMIENTO DE GRANO DE GENOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*) SEMBRADO A CHORRO CONTINUO, EN EL CAMPUS “LA MARÍA”

Mestanza Uquillas Camilo¹, Santana Chávez José¹, Veliz Zamora Diana¹, Vásconez Montufar Gregorio¹

¹Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), km 7 ½ vía Quevedo – El Empalme. Mocache, Los Ríos, Ecuador. Emails: autor de correspondencia: cmestanza@uteq.edu.ec (0000-0001-9299-170X), josasantana26agosto@hotmail.com (0000-0001-5249-9876), dvveliz@uteq.edu.ec (0000-0003-2039-8741), gvasconez@uteq.edu.ec (0000-0003-1260-8075)

Recibido (08/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La investigación se desarrolló en el Campus “La María” predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó diez genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) sembrado a chorro continuo, este trabajo fue de cuatro meses, desde junio hasta septiembre del año 2019. Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con diez tratamientos (genotipos) y tres repeticiones, cada parcela tenía un área de 2,5 m². Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (p=0,05). Las variables estudiadas esta investigación fueron principalmente de tipo agronómico. Entre los principales resultados obtenidos fueron: en la acumulación de biomasa el T8 con 1204,67 g m⁻²; rendimiento de grano el T4 con 372,33, T6 con 349,67 y T7 con 348 g m⁻²; índice de cosecha el T7 con 0,47; peso de 1000 semillas el T9 con 3,53 g; diámetro de tallo a los 90 días después de la siembra el T8 con 0,94 cm; altura de planta a los 90 dds los tratamientos T8 con 119,50 cm. En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que la producción de quinua sembrada de manera comercial es factible en la zona norte de la provincia de Los Ríos, alcanzado rendimientos muy promisorios.

Palabras Clave: Grano andino, producción, biomasa, siembra tradicional.

GRAIN YIELD OF QUINOA GENOTYPES (*Chenopodium quinoa Willd*) PLANTED BY CONTINUOUS JET, ON THE CAMPUS "LA MARÍA"

Abstract: The research was carried out on the "La María" Campus of the Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ten genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) planted with continuous jet were used, this work lasted four months, from June to September of the year 2019. A completely randomized design (DCA) was applied with ten treatments (genotypes) and three replications, each plot had an area of 2.5 m². Tukey's test (p = 0.05) was used to compare means. The variables studied in this investigation were mainly of the agronomic type. Among the main results obtained were: in the biomass accumulation the T8 with 1204.67 g m⁻², grain yield the T4 with 372.33, T6 with 349.67 and T7 with 348 g m⁻², harvest index the T7 with 0.47, weight of 1000 seeds, T9 with 3.53 g, stem diameter 90 days after sowing, T8 with 0.94 cm, plant height at 90 days, T8 treatments with 119.50 cm. In conclusion, the results obtained demonstrate that the production of commercially planted quinoa is feasible in the northern part of Provincia de Los Ríos, achieving very promising yields.

Keywords: Andean grain, production, biomass, traditional planting.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua pertenece a la familia Amarantaceae, subfamilia Chenopodioideae. Este género consiste en alrededor de 250 especies incluyendo especies herbáceas, leñosas y arbustivas, siendo la mayoría de ellas anuales [1]. Fue adaptada para las diferentes zonas iniciales de siembra, destacando una amplia posibilidad de desarrollo en los Andes peruanos extendiéndose a Colombia y al sur, hasta Chile. Alrededor de 3000 y 5000 años antes de Cristo se pudo afirmar su domesticación debido a hallazgos arqueológicos en el norte de Chile y en Ayacucho – Perú [2]. Es un alimento básico de las antiguas civilizaciones de los Andes de América del Sur que se cultiva principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, caracterizada por las comunidades ancestrales como símbolo de cultura, religiosidad y abundancia [3], es un cultivo de elevadas cualidades nutricionales, que al igual que el maíz, el amaranto, el frijol, la papa y muchos otros cultivos nativos, constituye históricamente uno de los alimentos principales del hombre andino. Tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones climáticas, presenta alta resistencia a factores abióticos y diversidad genética [4].

La característica nutricional más importante es el contenido de proteína, que es de alrededor de 16% base materia seca y su balance, rico en aminoácidos esenciales tales como: histidina, isoleucina, leucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina y especialmente lisina [5], esto lo convierten en un cultivo importante con el potencial de contribuir a la seguridad alimentaria en todo el mundo [6].

El litoral ecuatoriano es una región de gran diversidad agrícola donde se explota una amplia variedad de cultivos [7]. En la provincia de Los Ríos durante el período seco que es de junio a noviembre, las precipi-

taciones registradas en la Estación Meteorológica del INAMHI ubicadas en la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP presentaron un acumulado de 27,5 mm, representando un decremento de -88% respecto a su normal climática de 234,5 mm [8]. Debido a estos cambios climáticos, la humedad remanente presente en el suelo durante la época seca del litoral ecuatoriano no satisface las necesidades hídricas de los cultivos tradicionales, sometiendo a la producción a sufrir condiciones que afectarían su rendimiento, desencadenando un sin número de problemas siendo el más importante la economía del agricultor. Por estos problemas se planteó la investigación el cual evalúa el rendimiento de grano de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”.

II. DESARROLLO

A. Localización.

La investigación se llevó a cabo en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7,5 de la vía Quevedo El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, tuvo una duración de 4 meses, iniciando en el mes de junio y terminando en septiembre del 2019, las características agrometeorológicas del campus “La María”

B. Diseño de la investigación.

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con 10 tratamientos, tres repeticiones, dando un total de 30 parcelas para el estudio esto se detallada en la Tabla I. Las condiciones donde se desarrolló la investigación son homogéneas lo cual permite la aplicación de este diseño.

Tabla I. Descripción de los tratamientos.

Nº	Tratamientos (genotipos)	Repeticiones	Plantas evaluadas	Total
1	26	3	3	9
2	54	3	3	9
3	O-2	3	3	9
4	O-3	3	3	9
5	O-7	3	3	9
6	O-10	3	3	9
7	J4	3	3	9
8	Pata de venado	3	3	9
9	J4*O-10	3	3	9
10	X4	3	3	9
Total			30	90

UE: Unidades Experimentales

Elaborado: Autor

C. Descripción de la investigación

Se realizó la siembra en chorro continuo con una distancia entre plantas de 0,05 m y entre hileras de 0,30 m dando un área total por parcelas de 2,5 m², la separación entre parcelas fue de 1 m y así mismo entre repeticiones. Se evaluaron 30 plantas.

D. Variables estudiadas.

Biomasa total (g m⁻²). - Se determinó al final de la investigación cuando las plantas terminaron la etapa reproductiva estando aptas para ser cosechadas. Se separó la raíz, hojas, ramas y panojas sin trillar para ser pesadas y realizar la sumatoria determinando la biomasa total. Esto se realizó en 1m² por cada tratamiento.

Rendimiento de grano (g m⁻²). - Cuando las plantas de quinua completaron su madurez fisiológica, se cosechó y se trillaron las panojas permitiendo determinar el rendimiento de grano de cada genotipo en estudio.

Índice de cosecha (g). - Es la capacidad de traslocar al grano todos los nutrientes acumulados en los órganos vegetativos de la planta, esto permitió identificar que genotipo de quinua presentó el mejor índice de cosecha.

Peso de 1000 semillas (g). - Se contaron las 1000 semillas y se pesó en la balanza para determinar cuántos gramos existen.

Diámetro de tallo (cm). - Con ayuda de un calibre se procedió a medir la parte del tercio inferior de la planta, esto se realizó a los 45 y 90 días después de la siembra.

Altura de planta (cm). - Esta variable se evaluó con una cinta métrica, se tomó la medida desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja, se realizó dos veces mientras duró la investigación a los 45 y 90 días respectivamente, se escogió tres plantas al azar por cada parcela.

III. RESULTADOS

A. Biomasa total (g m⁻²)

Para la variable biomasa, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T8 (Pata de venado) con 1204,67 g m⁻², estadísticamente diferente del T2 (54) con 438 g m⁻² que presentar menor promedio, (Tabla 2). Torres et al. [2] en Bogotá al investigar las características morfoagronómicas de diecinueve cultivares pudieron determinar una producción de biomasa de 846,3 g m⁻² en quinuas europeas; mientras que Miranda et al. [9] al evaluar el rendimiento y acumulación de nitrógeno en quinuas, éstas acumularon un promedio de 413,4 g m⁻² de biomasa.

B. Rendimiento de grano (g m⁻²).

Para la variable rendimiento de grano, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) los genotipos con mayores promedios fueron el T4 (O-3), T6 (O-10) y T7 (J4) con 372,33, 349,67, 348 g m⁻², respectivamente, estadísticamente diferente del T2 (54) con 147 g m⁻² que presenta menor promedio, (Tabla 2). Mestanza et al. [11] determinaron un rendimiento de 1908 g m⁻² en el genotipo O-5 en su investigación de evaluación agronómicas en quinua utilizando una distancia entre plantas de 0.25 m y entre hileras de 0.30 m, con una densidad de 133,333 plantas ha⁻¹. De la misma manera, Chino et al. [12] expresaron un mayor rendimiento en su T5 con 208 g m⁻² en la variedad Jacha Grano con una aplicación de 20 t ha⁻¹ de estiércol de Llama. Mientras que, Delgado [13], evaluó 16 genotipos en Nariño-Colombia donde Tunkahuan alcanzó rendimientos de 170 a 270 g m⁻². Sin embargo datos inferiores obtuvo García [14], con la variedad dulce de Soracá con una densidad de siembra de 10 kg ha⁻¹ con rendimientos entre 210 y 228 g m⁻².

Tabla II. Promedio de biomasa total y rendimiento de grano de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo, en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Biomasa total			Rendimiento de grano			
		g m ⁻²			g m ⁻²			
1	26	584,00	b	c	245,00	a	b	
2	54	438,00		c	147,00		b	
3	O-2	742,00	a	b	298,00	a	b	
4	O-3	937,33	a	b	372,33	a		
5	O-7	609,33		b	205,67	a	b	
6	O-10	851,67	a	b	349,67	a		
7	J4	739,67	a	b	348,00	a		
8	P.V	1204,67	a		254,00	a	b	
9	J4*O-10	596,67		b	232,00	a	b	
10	X4	753,33	a	b	310,00	a	b	
CV (%)		21,60				21,75		
Probabilidad (p<0,05)		0,0008**			0,0032**			

Columna con letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$); ns: No significativo, *Significativo, **Alta significancia.

C. Índice de cosecha IC

Para la variable índice de cosecha (IC), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T7 (J4) con 0,47, estadísticamente diferente del T8 (Pata de venado) con 0,21 que presentó menor promedio (Tabla 3). Estos valores difieren de aquellos reportados por Garrido et al. [15] quienes registraron un promedio en la variable índice de cosecha de 0,39 al evaluar el rendimiento de nueve genotipos con diferentes disponibilidades hídricas. Mientras que, Ramírez et al. [16] reportaron promedios de 0,41 en la accesión Piartal proveniente de la sabana de Bogotá, Nariño y Bolivia. De la misma manera, Sillo et al. [17] en la investigación de características comerciales hallaron un índice de cosecha de 0,47 en la quinua línea 7. Resultados de demuestran una gran variación en este rasgo.

D. Peso de 1000 semillas (g).

Para la variable peso de 1000 semillas, el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$) el genotipo con mayor promedio es el T9 (J4*O-10) con 3,53 g, estadísticamente diferente del T2 (52) con 2,04 g que presenta menor promedio, (Tabla 3). Valores inferiores determinaron Delgado et al. [13] en la evaluación de 16 genotipos de quinua en Nariño-Colombia donde registra un peso de 2,52 y 3,45 g. Mientras que, Ramírez [16], en su trabajo de investigación expresa un valor de 2,9 g en accesión denominada Piartal, lo cual se opone Gabriel et al. [18] cuando evaluaron quinuas resistente al mildiu donde reportó un peso de 3,5 g en 1000 semillas, el peso fue influenciado directamente por el desarrollo del follaje, es decir, a mayor follaje menor tamaño y peso de grano.

Tabla III. Promedios del índice de cosecha y peso de 1000 semillas de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Índice de cosecha		Peso de 1000 semillas (g)	
1	26	0,42	a b	2,34	i
2	54	0,33	b c	2,04	j
3	O-2	0,40	a b	2,70	d
4	O-3	0,40	a b	2,45	h
5	O-7	0,35	a b	2,55	f
6	O-10	0,41	a b	2,51	g
7	J4	0,47	a	2,61	e
8	P.V	0,21	c	2,71	c
9	J4*O-10	0,38	a b	3,53	a
10	X4	0,41	a b	3,34	b
CV (%)		12,15		1,70E-07	
Probabilidad (p<0,05)		0,0001**		0,0001**	

Columna con letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$); ns: No significativo, *Significativo, **Alta significancia

E. Diámetro de tallo (45 días después de la siembra).

Para la variable diámetro de tallo a los 45 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$); el genotipo con mayor promedio es el T1 (26) con 0,58 cm, estadísticamente diferente con los genotipos T2 (54) y T6 (O-10) que registraron menores promedios con 0,32 y 0,30 cm, respectivamente (Tabla 4). Valores superiores expresa Chino et al. [12] en su investigación del comportamiento agronómico con aplicaciones de estiércol camélido realizado en el altiplano Boliviano, determinando que la variedad Jacho Grano en la etapa de emergencia (30 dds) alcanzó un diámetro de tallo de 0,7 cm. Sin embargo, valores inferiores reportaron Pérez et al. [19] en su ensayo en diferentes variedades de quinua, donde las variedades CICA y Faro roja obtuvo 0,15 cm en el diámetro de tallo.

F. Diámetro de tallo (90 días después de la siembra).

Para la variable diámetro de tallo a los 90 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$); el genotipo con mayor promedio es el T8 (Pata de venado) con 0,94 cm, estadísticamente diferente con los genotipos T9 (J4*O-10) y T10 (X4) con 0,48 y 0,46 cm, respectivamente, que presentaron menores promedios, (Tabla 4). Alanoca et al. [20] registraron valores inferiores en su investigación de 10 accesiones y variedades de quinua donde obtuvo en el grupo 1 un promedio de 0,39 cm en la variable diámetro de tallo. Mientras que, Mestanza et al. [11] a los 90 días demostraron en el genotipo O-2 un diámetro de 1,54 cm. Alanoca et al. [21] al evaluar la caracterización varietal de ecotipos de quinua obtuvieron en esta variable 0,21 cm los cuales son inferiores a la investigación realizada.

Tabla IV. Promedios de diámetro de tallo a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus “La María”

Tratamientos	Genotipos	Diámetro (cm/planta)					
		45 días			90 días		
1	26	0,58	a		0,57	b c	d
2	54	0,32		c	0,53	b c	d
3	O-2	0,39	b	c	0,79	a b	
4	O-3	0,42	a b	c	0,49		c d
5	O-7	0,41	a b	c	0,71	a b	c d
6	O-10	0,30		c	0,69	a b	c d
7	J4	0,33	b	c	0,77	a b	c
8	P.V	0,33	b	c	0,94	a	
9	J4*O-10	0,50	a b		0,48		d
10	X4	0,45	a b	c	0,46		d
CV (%)		15,20			15,58		
Probabilidad (p<0,05)		0,0003**			0,0001**		

Columna con letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$); ns: No significativo, *Significativo, **Alta significancia

G. Altura de planta (45 días después de la siembra).

Para la variable altura a los 45 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$); el genotipo con mayor promedio es el T9 (J4*O-10) con 52,65 cm, estadísticamente diferente al T2 (54) y T3 (O-2) que registraron los menores promedios con 8,80 cm y 10,42 cm, respectivamente (Tabla 5). Valores inferiores a los que registra García et al. [14] en su investigación sobre respuesta agronómica de quinua de la variedad dulce, donde reflejan una altura de 40 cm a los 48 días después de la germinación. De la misma manera, Chino et al. [12] con aplicaciones de niveles de estiércol camélido alcanzan una altura de planta en la variedad Jacha grano de 44,73 cm, a los 30 días después de la siembra.

H. Altura de planta (90 días después de la siembra).

Para la variable altura de planta a los 90 (dds), el análisis de varianza registra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Según la prueba Tukey ($p < 0,05$); los genotipos con mayores promedios son el T8 (Pata de venado), T4 (O-3) y T7 (J4) con 119,50, 114,67 y 110 cm, respectivamente, estadísticamente diferente al genotipo T2 (54) con 77,17 cm que presentó un menor promedio, (Tabla 5). Estos valores difieren de aquellos reportados por Mestanza et al. [11] quienes registró un promedio de 154,17 cm para esta variable en el genotipo 48 al evaluar agronómicamente genotipos de quinua. Mientras que, Sillo et al. [17] determinaron una altura de planta de 109 cm en la línea 2 de quinua al caracterizar quinuas rojas comerciales en La Paz. Además, la investigación realizada por Alanoca et al. [21] registra un promedio en esta variable de 112,8 cm.

Tabla V. Promedios de altura de planta a los 45 y 90 dds de los genotipos de quinua, sembrado a chorro continuo en el campus "La María"

Tratamientos	Genotipos	Altura (cm/planta)					
		45 días			90 días		
1	26	23,24	b	c	100,39	a	b
2	54	8,80		c	77,17		b
3	O-2	10,41		c	102,89	a	b
4	O-3	39,41	a	b	114,67	a	
5	O-7	33,79	b		94,45	a	b
6	O-10	33,67	b		99,22	a	b
7	J4	37,58	a	b	110,00	a	
8	P.V	32,13	b		119,50	a	
9	J4*O-10	52,65	a		94,00	a	b
10	X4	39,72	a	b	92,89	a	b
CV (%)		19,64			10,27		
Probabilidad (p<0,05)		0,0001**			0,0037**		

Columna con letras distintas difieren estadísticamente ($p < 0,05$); ns: No significativo, *Significativo, **Alta significancia

IV. CONCLUSIONES

•La mayor producción de biomasa la obtuvo el genotipo Pata de Venado, un genotipo con mayor ciclo de cultivo, y a la vez bajo rendimiento, lo que la señala con un genotipo promisorio para la producción de forraje y su posterior uso en la alimentación animal.

•En 120 días de ciclo de cultivo, los rendimientos de grano de los genotipos O-3, O-10 y J4 equivalen a una producción promedio de 3.72 t ha⁻¹ (74 quintales). Convirtiéndose, en una excelente alternativa para la rotación de cultivos en la zona, durante la época seca.

•En la variable índice de cosecha, el genotipo J4 expresó una mejor traslocación de nutrientes y peso de 1000 semillas el genotipo J4*O-10. Esto demuestra una mayor eficiencia en la utilización de los fotoasimilados producidos y almacenados por la planta durante su fase de desarrollo vegetativo.

RECONOCIMIENTO

Agradecimientos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, esta investigación fue financiada por los fondos concursables internos FOCICYT sexta convocatoria.

REFERENCIA

[1]C. Mestanza, R. Riegel, D. Véliz, S. Vásquez, H. Canchignia, y J. Vera. "Caracterización molecular del gen psbA en *Chenopodium quinoa Willd*", Idesia., vol.

35, pp. 125-32, 2017.

[2]J. Torres, H. Vargas, G. Corredor, y L.M. Reyes. "Caracterización morfoagronómica de diecinueve cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en la sabana de Bogota", Agron Colomb., vol. 17, pp. 60-8, 2000.

[3]L. Montoya, L. Martínez, y J. Peralta. "Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia", INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, vol. 15(25), pp. 103-119, 2005.

[4]M. Garcia-Parra, D.C. Carvajal, y J. García. "Evaluación del efecto de la fertilización química y orgánica en la composición bromatológica de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en Boyacá – Colombia", Rev Investig Agrar y Ambient, vol. 9(2), pp. 0-12, 2018.

[5]M. Berti, R. Wilckens, F. Hevia, H. Serri, I. Vidal, y C. Méndez. "Fertilización nitrogenada en quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)", Cienc e Investig Agrar, vol. 27(2), pp. 81-90, 2018.

[6]K. Wang, L. Li, S. Li, . Sun, M. Zhao, M. y Zhang M. "Characterization of the complete chloroplast genome of *Chenopodium quinoa Willd*", Mitochondrial DNA Part B Resour, vol. 2(2), pp. 812–3, 2017.

[7]INIAP. Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano. 1992, pp. 47.

[8]J. Palacios, y D. Rosero. Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en

el año 2013 y su impacto en el sector agrícola. Quito, Ecuador; 2014.

[9]R. Miranda, R. Carlesso, M. Huanca, P. Mamani, y A. Borda. "Rendimiento y acumulación de nitrógeno en la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) producida con estiércol y riego suplementario", *Venesuelos*, vol. 20(1), pp. 21-9, 2013.

[10]N. Núñez. "Influencia del distanciamiento y número de plantas por golpe en el rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)" Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2017.

[11]C. Mestanza, K. Zambrano, J. Pinargote, D. Veliz, E. Olmos, y G. Vásquez. "Evaluación agronómica de genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en condiciones agroclimáticas en la zona de Mocache", *Revista Ciencia y Tecnología*, vol. 12, pp. 19-30, 2019.

[12]E. Chino, R. Miranda, y C. Del Castillo. "Agronomic behavior of the quinoa crop (*Chenopodium quinoa Willd.*) with the application of levels of camelid manure", *Rev Investig e Innovación Agropecu y Recur Nat*, vol 6, pp. 41-49, 2019.

[13]A. Delgado, J. Palacios; y C. Betcancourt. "Evaluación de 16 genotipos de quinua dulce (*Chenopodium quinoa Willd*) en el municipio de Iles, Nariño (Colombia)", *Agron Colomb*, vol. 27(2), pp. 159-167, 2009.

[14]J. García, D. Melo, y Y. Deaquiz. "Respuesta agronómica de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) variedad dulce de Soracá a la fertilización en Ventaquemada-Boyacá", *Cultura científica*, vol. 15, pp. 66-77, 2017.

[15]M. Garrido, P. Silva, H. Silva, R. Muñoz, C. Baginsky. y E. Acevedo. "Evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo", *Idesia*, vol. 31(2), pp. 69-76, 2013.

[16]C. Ramírez, G. Guerrero, y J. Piedras. "Respuesta morfoagronómica y calidad en proteína de tres accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) En la sabana norte de Bogotá", *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 19 (2), pp. 325-332, 2016.

[17]L. Sillo, C. Gutiérrez, A. Vargas, y F. Bonifacio. "Evaluación de características comerciales en Quinua roja (*Chenopodium quinoa Willd*) en K'iphak'phani, provincia Ingavi-La Paz", *RIIARn*, vol 3(2), pp. 207-213, 2016.

[18]J. Gabriel, N. Luna, A. Vargas, J. Magne, L. La torre, y A. Bonifacio. "Quinua de valle (*Chenopodium quinoa Willd.*): fuente valiosa de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa Willd.*)", *Selva Andin Res Soc*, vol. 3, pp. 27-44, 2019.

[19]M. Perez, J. Gonzalez, y F. Prado. "Efectos de la radiación ultravioleta B(UVB) sobre diferentes variedad

de quinua. I. Efecto sobre la morfología en condiciones controladas", *Bol Soc Argent Bot*, vol. 50 (3), pp. 337-347, 2015.

[20]C. Alanoca, y E. Machaca. "Caracterización agromorfológica de 10 accesiones y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en condiciones del Valle Alto de Cochabamba", *INIAF*, vol. 1 (5), pp. 21-29, 2014.

[21]C. Alanoca, A. López, y A. Flores. "Caracterización varietal de ecotipos de Quinua Real (*Chenopodium quinoa Willd*) para el Registro Nacional de Variedades". *INIAF*, vol. 1 (2), pp. 15-21, 2013.

[22]R. Sevilla. Primer congreso peruano de mejoramiento genético y biotecnología agrícola. Lima, Perú; 2010.

RESUMEN CURRICULAR



MESTANZA UQUILLAS CAMILO ALEXANDER. Ingeniero Agrónomo. Magister en Ciencias, Mención Genética. Doctor en Ciencias Agrarias. Durante mi formación de postgrado he trabajado en todo lo que tiene que ver con el mejoramiento genético de la quinua.



VÉLIZ ZAMORA DIANA VERÓNICA. Ingeniero Agrónomo. Magister Magister en Ciencias vegetales mención producción vegetal. Docente de Unidades de Aprendizaje de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ, afines a la producción agrícola.



VÁSCONEZ MONTÚFAR GREGORIO HUMBERTO. Ingeniero Agropecuario. Máster en Nutrición Vegetal. Doctor en Ciencias Agrarias. Actualizado en el campo de la investigación, y justamente temas como la adopción o uso de nuevos sistemas productivos en la zona, con mi experiencia en la parte de manejo de suelo y fertilización



SANTANA CHAVEZ JOSÉ RAFAEL. Recién graduado de Ingeniero Agropecuario.

APROVECHAMIENTO DE ALMENDRAS DE JACKFRUIT ADICIONADO MANTECA DE CINCO CLONES EXPERIMENTALES DE CACAO EXTRAÍDA A PARTIR DE MAZORCAS INFECTADAS CON MONILIASIS PARA LA OBTENCIÓN DE CREMA DE CHOCOLATE BLANCO

Álvarez Coello Leonela ¹, Vera Chang Jaime², Vallejo Torres Christian ³, Tuarez Garcia Diego^A
leonela.alvarez2013@uteq.edu.ec, jverac@uteq.edu.ec, cvallejo@uteq.edu.ec, d.tuarez@uteq.edu.ec
orcid.org/0000-0003-0314-96631, orcid.org/0000-0001-6127-23072

^{1,4} Facultad de Ciencias Pecuarias, Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental La María Km, 7 vía al Empalme, Los Ríos Ecuador:

² Facultad de Ciencias Pecuarias, Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental La María Km, 7 vía al Empalme, Finca experimental La represa km 7,5 San Carlos, Los Ríos Ecuador:

³ Universidad Tecnológica Equinoccial UTE sede Santo Domingo de los Tsáchilas Av Mariscal Sucre y Mariana de Jesús, km 4 vía a Chone- Ecuador

Recibido (08/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La presente investigación tuvo como objetivo aprovechar las almendras de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) adicionado manteca de cacao (*Theobroma cacao* L.) a partir de almendras con moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) para la obtención de crema de chocolate blanco, se realizó análisis bromatológico, el perfil sensorial y aceptabilidad. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar según Tukey ($p \geq 0.05$), con cinco tratamientos, cuatro repeticiones. Las variables de estudio fueron humedad, materia seca, cenizas, grasa, proteína, extracto no nitrogenado, energía, viscosidad y sólidos solubles, se aplicó una prueba de Kruskal-Wallis en el análisis sensorial. El producto obtuvo un promedio de 0,88, % de humedad, 99,12% de materia seca, 1,35% en cenizas, 35,24 % de grasa, 3,99 % de proteína, 59,45 % extracto no nitrogenado, 570,91 Kcal de energía, 3464,37 cp de viscosidad y 73,83 °Brix de sólidos solubles, además los mejores perfiles sensoriales, fueron; el T0 después el T2 y T3 con olor y sabor a chocolate, dulce moderado, color beige, y textura cremosa. Además en el análisis de preferencia resalto el T0 (Testigo) seguido T2 los productos con mayor índice aceptabilidad con 38 % y 23 % respectivamente, mientras el T1 registró el menor valor de 11%.

Palabras Clave: Crema, jackfruit, manteca de cacao, moniliasis.

USE OF JACKFRUIT ALMONDS ADDED BUTTER OF FIVE EXPERIMENTAL COCOA CLONES EXTRACTED FROM COBS INFECTED WITH MONILIASIS TO OBTAIN WHITE CHOCOLATE CREAM

Abstract: The objective of this research was to use jackfruit almonds (*Artocarpus heterophyllus* Lam) with added cocoa butter (*Theobroma cacao* L.) from almonds with moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) to obtain white chocolate cream. bromatological analysis, sensory profile and acceptability. A completely randomized experimental design was applied according to Tukey ($p \geq 0.05$), with five treatments, four repetitions. The study variables were humidity, dry matter, ash, fat, protein, non-nitrogenous extract, energy, viscosity and soluble solids. A Kruskal-Wallis test was applied in the sensory analysis. The product obtained an average of 0.88,% moisture, 99.12% dry matter, 1.35% ash, 35.24% fat, 3.99% protein, 59.45% non-nitrogen extract , 570.91 Kcal of energy, 3464.37 cp of viscosity and 73.83 ° Brix of soluble solids, in addition to the best sensory profiles, were; T0 followed by T2 and T3 with a chocolate smell and taste, moderate sweetness, beige color, and creamy texture. Also in the preference analysis highlight the T0 (Control) followed by T2 the products with the highest acceptability index with 38% and 23% respectively, while the T1 selected had the lowest value of 11%.

Keywords: Cream, jackfruit, cocoa butter, moniliasis.

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta que se produce principalmente en regiones tropicales de América Latina. Una de las limitaciones de la producción de cacao en todo el mundo son las plagas y enfermedades causadas por hongos fitopatógenos como la (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) causantes de las enfermedades moniliasis que impiden producción generando pérdidas cercanas al 80% de la mazorca [1].

La moniliasis, (*Moniliophthora roreri* Cif & Par), es el más común en los cultivos de cacao, en donde causa pérdidas del 40 al 90% del grano seco de cacao dependiendo de las prácticas culturales. El control de *M. roreri* puede ser biológico, químico y genético, se reproducen en las mazorcas cuando entran en contacto con otras, debido a que se diseminan por esporas por el viento [2].

En la actualidad existe un déficit de investigación sobre utilización de almendras con moniliasis (*Moniliophthora roreri* Cif & Par) en estado rescatable, estas no son aprovechadas comercialmente generando pérdidas económicas para el productor. Sin embargo, en la empresa Alemana Schoemaker B.V. ha experimentado la utilización de manteca de cacao a base de almendras afectadas por el hongo en estado rescatable, posiblemente para poder comercializarlo para uso industrial [3]. Tomando en cuenta este antecedente, no existe aplicación de tecnologías, industrialización, ni estudios sobre el aprovechamiento de cacao con monilla. Logrando ser una posible alternativa en beneficio para el productor cacaotero.

Por otra parte, existe un fruto no tradicional conocido como jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Se originó en las selvas tropicales occidente de la India y se extendió rápidamente a otros continentes, considerada la más grande del mundo, alcanzando 36.28 kilogramos de peso. Es de color verde o amarillo cuando está maduro posee bulbos comestibles en su interior encierra una semilla lisa, ovalada, de color marrón claro. La semilla mide 1.90 a 3.81 cm de largo, es blanca y crujiente en su interior. Puede haber desde 100 hasta 500 semillas en una sola fruta, que son viables por no más de tres o cuatro días [4].

Las semillas de Jackfruit contienen almidón (22%) y fibra dietética (3.19%). También es fuente de lignanos, isoflavonas y saponinas, que son fitonutrientes que tienen beneficios para la salud que van desde anticancerígenos a antihipertensivos, antienvjecimiento, antioxidantes y antiulcerosos. La proteína está presente en las

semillas de jackfruit con una composición que es del 17.8 -37% que varían por su variedad [5].

Las zonas tropicales ecuatorianas hay cultivos de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) por su adaptabilidad. Sin embargo, solo es aprovechada la pulpa de forma artesanal, y las semillas no son usadas en la alimentación humana por su desconocimiento como alimento. No obstante, en otros países es valorada en harina para galletas por su nivel proteico, también es utilizada como espesante y agente aglutinante. Razón por el cual se utilizó para la elaboración de la crema de chocolate blanco. De ahí, se pretende demostrar, una solución sustentable, sostenible e industrial, donde exista el aprovechamiento de toda la materia prima.

En el capítulo II se presenta la metodología de investigación, como primer punto, el lugar en donde se realizó, los materiales en estudio, los análisis que se aplicó físico-químicos y sensoriales y por último el proceso de la obtención de la crema de chocolate.

En el capítulo IV se describe los resultados de los análisis realizados en la crema de chocolate blanco en estudio.

II. METODOLOGÍA

A. Localización

La investigación se realizó, en la Finca Experimental “La Represa”, ubicada en San Carlos en el km 7.5 recinto “Fayta”. Su ubicación geográfica es 1° 03’ 18” de latitud sur y 79° 25’ 24” de longitud oeste, a una altura de 73 msnm [6]: En donde se procedió al abastecimiento de mazorcas de cacao. Como también en la Finca Experimental “La María”, en el Laboratorio de Bromatología, ambas fincas son propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), este último ubicado en el km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, entrada del cantón, Mocache, Provincia de Los Ríos.

Parte de los análisis se los realizó en el Laboratorio de Agroindustria y de Química de la Universidad Técnica Equinoccial sede Santo Domingo, Avenida Mariscal Sucre s/n y Mariana de Jesús, vía Chone, Km 4.

B. Clones interclonales en estudio

Se utilizaron 4 clones de la Colección de Cacao Aroma Tengel y un testigo comercial de cacao EET 103 EET: Estación Experimental Tropical, con susceptibilidad a enfermedades, Como se indica en el siguiente Tabla I.

Tabla I. Tratamiento clones experimentales Finca Experimental “La Represa”. FCP – UTEQ. 2019.

Tratamientos	Clones Experimentales	Genotipos	Nº Plantas
T0	Testigo (EET 103)	Tipo Nacional	10
T1	CCAT-46-57	Tipo Nacional	10
T2	CCAT-46-75	Tipo Nacional	10
T3	CCAT-46-88	Tipo Nacional	10
T4	CCAT-49-98	Tipo Nacional	10

Elaborado: Autora.

C. Análisis bromatológicos

Se empleó el análisis físico-químico de las muestras y se utilizó 100g por cada tratamiento para evaluar las siguientes variables:

Contenido de humedad (%): Secado a 105°C en estufa. Norma AOAC 977.04. Además de la ceniza (%): Residuo inorgánico, después de calcinar la materia orgánica se utilizó la Norma AOAC 923.03. Se analizó el contenido de materia seca o extracto seco (%): De conformidad con el método AOAC 931.05. El contenido de grasa (%): Método gravimétrico. Norma AOAC 963.15. También el contenido de proteína (%): Kjelhahi factor es 6,25.

Se evaluó los carbohidratos o extracto libre no nitrogenado (E.L.N.N): mediante una fórmula. La Energía (Kcal/100g): Determinó el contenido de energía mediante oxidación en una bomba calorimétrica. La viscosidad Se realizó con 50 ml de muestra con la ayuda de un viscosímetros de Brooklyn spinner 64. Y finalmente los sólidos solubles se utilizaron cuatro gotas de muestra para cubrir la base de cristal del Refractómetro Digital Atago de Bolsillo PAL 3, registrando el promedio que arroja en la pantalla digital.

D. Análisis organoléptico

Se realizó el análisis sensorial usando panelistas semi-entrenados, de la carrera de ingeniería en alimentos de la UTEQ, en una sala acondicionada, usando muestras de crema de chocolate blanco con harina de jackfruit, con sus respectivas hojas de respuestas, para la interpretación de los análisis se aplicó los siguientes descriptores: Olor, sabor, gusto, color, textura y aceptabilidad.

Se realizó mediante una prueba descriptiva (perfil sensorial) y de una escala de intervalo de cuatro niveles (1 nada, 2 ligero, 3 moderado y 4 bastante), prueba afectiva que calificaron el producto en me gusta mucho, me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta.

E. Obtención de la harina de jackfruit

En la recepción de las frutas jackfruits fueron recolectadas de varias zonas de la costa del país (Quevedo, Mocache y el Empalme), y fueron seleccionadas con grado de madurez medio (pintonas), debido a que las semillas maduras se encontraban en proceso de germinación

En la Prelimpieza de los fruto, las semillas fueron separadas las que se encontraban en buen estado y las semillas con defectos (vacías), se procedió a desecharlas, además se encontraban semillas en estado de germinación las cuales los brotes fueron desechados.

Extracción de las semillas que se encuentra dentro de bulbos de fruta, se lo realizó de forma manual, debido a un alto contenido de látex que contiene la fruta y se debe hacer con mucho cuidado y con los debidos materiales.

En la cocción de las semillas fueron cocinadas a 100 °C por 20 min. Después se procedió al secado, las semillas fueron cortadas con cuchillo y secado a una temperatura de 60 °C durante 24 horas. La semilla tiene un porcentaje de agua de aproximadamente 56,0 al 66,2%.

La molienda, fueron las semillas trituradas hasta reducirlas a pequeñas partículas y la operación fue repetida varias veces hasta obtener la harina de las semillas de jackfruit, el proceso fue realizado a nivel de laboratorio.

El tamizado se realizó para la homogeneización de las partículas, la primera maya de 1.6 mm para extraer partículas más grandes e ir separándolos para enviarlos de nuevo al molino, de la misma manera, en la maya de 0.4 mm obteniendo la harina de jackfruit.

F. Obtención de la manteca de cacao

Se procedió a recolectar el cacao en la Finca Experimental “La Represa”, posteriormente se fermentó los granos, entre dos o tres días en cajas micro-fermentadoras, en donde se realizó una fermentación esforzada a los granos de cacao susceptibles a la enfermedad. En

donde, se aplicó mezcla de banano para ayudar a la fermentación interrumpida generada por la enfermedad y así obtener un producto con características organolépticas aceptables.

El secado, las almendras son secadas al sol durante tres días. El tostado fue efectuado en una cocina mediante muestras de 500g de almendras de cacao a 140-150°C por 30 min, temperaturas que se encuentran dentro del rango utilizado comúnmente en la industria.

El descascarado de los granos se trituran y en un ciclón se eliminan las cáscaras. Después se realizó la molienda en donde los nibs (trozos de cacao triturado) se muelen para crear el licor de cacao, la temperatura y grado de molido varía acorde al tipo de grano usado y al producto requerido. En el proceso de prensado del licor de cacao se presiona para extraer la manteca de cacao la cual representa un 50 % del peso total, dejando una masa sólida llamada torta de cacao.

G. Obtención de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit

Una vez obtenida la manteca de cacao extraída de los clones experimentales, la harina de jackfruit, y las demás materias primas que se utilizó como el azúcar, la lecitina de soya, leche en polvo, aceite vegetal, se procede a la formulación del producto, en donde la manteca que se utilizó tiene el 25% de monilla y 75% de mazorca sanas.

Posteriormente se realizó el atemperado de la manteca de cacao, se llevó a baño maría, después se agregó los demás ingredientes para darle sabor y olor a la crema de chocolate como: azúcar, leche en polvo, aceite vegetal y la harina de jackfruit. y luego con la ayuda de la conchadora proceso que tardó cinco horas se obtuvo una mezcla homogénea. Por último, se agregó la lecitina de soya para reducir la tensión superficial del agua y evitando la rápida gelificación de la lactosa y posterior formación de gránulos en polvos lácteos.

Se obtuvo la crema que fue llenado en un frasco de vidrio, que se utiliza principalmente untada sobre pan y tostadas, o sobre dulces tales como magdalenas o pitas. Además, puede ser aprovechada como relleno en pasteles y tartas.

H. Análisis estadísticos

Se aplicó un diseño experimental, completamente al azar (DCA) debido a que es un estudio que prueba la relación causa efecto, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y 10 unidades experimentales. Para determinar diferencias entre medias, se empleará la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Para los análisis sensoriales se usará estadísticas Kruskal-Wallis y aceptabilidad del produc-

to.

III. RESULTADOS

A. Humedad o pérdida por calentamiento

De acuerdo al análisis del ANDEVA de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), se indicó que no existe significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4.

Según Vargas [9] en su estudio de queso cottage presento significancia estadística entre sus tratamientos, presentado valores de 70.91 a 75.81%, debido al efecto de los tres coagulantes aplicados, demuestra esta diferencia a una reducción del contenido de grasa, sustentando que la materia grasa y la humedad presentan una relación inversa, por el cual, su bajo contenido de grasa infiere a un crecimiento de la capacidad de retención de agua del queso. Situación que se asemeja a esta investigación, en donde el contenido de agua es inverso al de grasa.

B. Materia seca o sólidos totales

En base al análisis de varianza en la variable materia seca o sólidos totales de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), se observó que no existe significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4. El T1 se destacó por el mayor contenido de materia seca de 99.74% y el T2 posee el menor valor de 98.11%, con una media general correspondiente a 99.12% y un coeficiente de variación de 0.91%.

Según Morales [10], en su investigación de la harina de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.), presentó promedio de 92% de materia seca a 32 horas de seco el fruto, estando apto para el proceso de conservación del producto. Manifestando que el contenido de sólidos totales es una variable imprescindible en la composición de los alimentos, debido a que abarca la materia orgánica (carbohidratos, fibra bruta, nitrógeno total y extracto etéreo) e inorgánica (óxidos o sales). Siendo un valor similar en comparación al registrado en la presente investigación.

C. Cenizas o materia inorgánica

En la variable materia inorgánica o cenizas de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), se determinó que existe significancia estadística el T4 presentó el mayor promedio con 1.42% y el menor promedio T1 con 1.33 %, con una media general de 1.35% y un coeficiente de variación de 5.39%.

Hleap [11], en su estudio de salchichas obtenidas en base a cuatro formulaciones con adición de harina de quinua, el tratamiento con mayor nivel de quinua, arrojó mayor porcentaje de cenizas que en las otras muestras y su composición fue superior debido a que en la quinua tiene un alto contenido que en la mayoría de los cereales, de potasio, fósforo, magnesio y calcio que prevalece, y además, la harina de quinua es alta en hierro y zinc.

D.Extracto etéreo o grasa bruta

En la variable grasa bruta o extracto etéreo de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), se indicó que no existe significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4. Sin embargo, el T4 es el que presenta el mayor contenido de grasa de 36.45 %, mientras que el T0 muestra el menor valor de grasa siendo 33.93 %, registrándose además una media general de 35.24 % y un coeficiente de variación de 8.49 %.

En su estudio Granados [12]. En la obtención de queso crema con propiedades funcionales suplementado con sólidos de lactosuero e inoculado con *Lactobacillus casei*, en sus análisis fisicoquímicos a la muestra del 20% de sólidos añadidos y queso crema comercial, presentó el 25% de contenido de grasa, no presentó diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

E.Nitrógeno total o proteína bruta

Según el análisis de varianza de la crema de chocolate (Tabla II), no se demostró significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4. Sin embargo, el T0 es el que presenta el mayor contenido de proteína de 4.36%, mientras que el T1 muestra el menor promedio de 3.60%, registrándose además una media general de 3.99% y un coeficiente de variación de 26.25 %.

Lena [13], en su estudio sobre obtención de un Sustituto de Chocolate tipo-Pasta usando Pulpa de Carao (*Cassia fistula L.*) presentó un contenido de proteínas en la materia prima de 3,82 %, valores similares a esta investigación, mientras que en las pastas se presentó promedios de 7.32 y 8.59% respectivamente, este aumento, se debe a la adición de leche en polvo en las formulaciones. Shah [14], probaron que al agregar proteína de suero de leche, el contenido de proteína en el chocolate aumenta gradualmente.

F.Extracto libre no nitrogenado

De acuerdo al análisis de varianza (Tabla II), no se demostró significancia estadística entre los tratamientos. Sin embargo, el T0 presentar el mayor promedio

con 60.45 % y el T4 el menor valor de 58.19 %, con una media general de 59.45 % y un coeficiente de variación de 6,04 %.

Medina [15], en su investigación sobre residuos sólidos de cerveza artesanal, se encontró un promedio de extracto libre de nitrógeno de 64.2%, otros autores citados por el investigador manifiestan valores superiores a 69.1% para el grano de cebada, encontraron diferencias estadísticas con promedios de 73.47%, sustentado que puede deberse a que los carbohidratos son el material que se requiere para elaborar cerveza.

G.Energía

En base al análisis de ANAVA en energía de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), no hubo significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4. No obstante, el T4 se destacó por el mayor contenido de energía con 576,54 Kcal y el T0 posee el menor valor de 564.62 kcal, con una media general correspondiente a 570.91 Kcal y un coeficiente de variación de 2.61 %.

Según Granados [12] Análisis fisicoquímicos a la muestra del 20% de sólidos añadidos y queso crema comercial, registro valores de 272 Kcal/100 g manifestando que sus resultados comparativos que la composición nutricional del lactosuero y de los sólidos reflejan que el valor de proteínas, lactosa y sólidos totales, aumenta en los sólidos de lactosuero, demostrando el alto valor nutritivo y energético que posee. Valor que es inferior al de este estudio.

H.Viscosidad

Mediante el ANDEVA se determinó significancia estadística (Tabla II), entre el T0 frente al T1, T2, T3 y T4. El T2 obtuvo la mayor viscosidad con 5503.50 cp y el T0 el menor valor de 1927.25 centipoise, con una media general de 3464,37 cp y un coeficiente de variación de 9.09%.

Sulbarán [16], en el perfil de viscosidad aparente para los almidones de maíz y millo nativos y modificados, demostrando un comportamiento pseudoplástico, se presentó promedios más altos de viscosidad, en almidón modificado de millo nivel III con 40,000 cp, valor superior a lo encontrado para los almidones acetilados de maíz y a los no modificados de maíz, con valores cercanos a los 20,000 cp. Valores que difieren en la presente investigación.

I.°Brix

En el análisis de VARIANZA de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado mante-

ca de cinco clones experimentales de cacao (Tabla II), existe significancia estadística del T0 frente al T1, T2, T3 y T4. El T4 se destacó por el mayor contenido de °Brix con 75.73 y el T1 posee el menor valor de 72.20 °B, con una media general correspondiente a 73.83 y un coeficiente de variación de 0.73 %.

Barrazueta [17], en propiedades fisicoquímicas y aplicación de recubrimientos comestibles en la conservación de fresa (*Fragaria x Ananassa*) de la variedad

"Oso Grande", su porcentaje de sólidos solubles, fue de 6.91 ° Bx a 8.2 ° Bx, para que la fruta sea aceptable. Los tratamientos que contenían gelatina estuvo estable, reportando 7.49 °Bx, debido a que presenta excelentes barreras al oxígeno, ayudando a contrarrestar la degradación de la sacarosa que causa los hongos, evitando así un aumento en la solubilidad. Sin embargo, la refrigeración incluyendo el factor de temperatura, mantiene la actividad de los microorganismos en estado latente.

Tabla II. Promedios del análisis bromatológico de la crema de chocolate blanco FCP-UTEQ-2019.

Tratamientos	Humedad	Materia seca	Ceniza	Grasa	Proteína	E.L.N.N	Energía	Viscosidad	°Brix
							Kcal	Cp	
			%						
T0	1.89 a	98.11 a	1.26 b	33.93 a	4.36 a	60.45 a	564.62 a	1927.25 c	72.95 cd
T1	0.27 a	99.74 a	1.33 ab	35.92 a	3.60 a	59.15 a	574.27 a	3595.00 b	72.20 d
T2	0.50 a	99.51 a	1.36 b	34.86 a	4.32 a	59.58 a	569.31 a	5503.50 a	74.40 b
T3	1.26 a	98.74 a	1.36 ab	35.05 a	3.74 a	59.86 a	569.82 a	2914.75 b	73.88 bc
T4	0.52 a	99.49 a	1.42 a	36.45 a	3.95 a	58.19 a	576.54 a	3383.85 b	75.73 a
Promedio	0.88	99.12	1.35	35.24	3.99	59.45	570.91	3464.37	73.83
V. Máximo	1.89	99.74	1.42	36.45	4.36	60.45	576.54	5503.50	75.53
V. Mínimo	0.27	98.11	1.26	33.93	3.6	58.19	564.62	1927.25	72.20
C.V (%)	12.09	0.91	5.39	8.49	26.25	6.04	2.61	9.09	0.73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey (p > 0,05).

C.V.= Coeficiente de variación.

E.L.N.N= Extracto Libre no Nitrogenado.

Cp= Centipoise

Elaborado: Autores.

J.Análisis sensorial

Para los atributos olores; chocolate, leche y coco según la Prueba de Kruskal – Wallis, se observó diferencia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 12.11, 35.34 y 13.82 respectivamente. El T1 obtuvo el mayor valor promedio de olor a chocolate con 3.70, mientras el T0 donde mencionado valor corresponde a la escala 3 (moderado).

Aguirre [18], en la evaluación nutricional de ensilajes con cereza de café (*Coffea arabica L.*), en los indicadores organolépticos de olor fue bueno con un ligero olor a vinagre para ambos, en donde, la suma no mostró diferencias estadísticas (P> 0.05), encontrando valores muy similares para todos los tratamientos de control y para el aditivo.

Para sabores; leche y coco según la Prueba de Kruskal – Wallis, presentó significancia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 17.66 y 15.06. Mientras que en sabor a chocolate, no existió diferencia significativa entre los tratamientos con un valor de H de 4.70, en donde, el T0 y T3 obtuvieron el mayor valor

promedio con 3.43, donde mencionado valor corresponde a la escala 2 (moderado).

Para el descriptor dulce; según la Prueba de Kruskal – Wallis, para dulce, amargo y astringente, no hubo diferencia estadística entre los tratamientos con un valor de H de 6.05, 1.09 y 0.19. El T1 obtuvo el mayor valor promedio de dulce 3.30, mientras los T0 y T3 presentaron el menor valor con 3.00, valor que corresponde a la escala 3 (moderado).

Para los colores evidenciados en el producto, café, beige y blanco según la Prueba de Kruskal – Wallis, demostró significancia entre los tratamientos con un valor de H de 37.9, 11.74 y 26,92 respectivamente. En donde, el T4 obtuvo el mayor valor promedio de color beige con 2.25, mientras el T1 presentó el menor valor de 1.41, valor corresponde a la escala 2 (ligero).

Según Abd [19] , en los atributos sensoriales de color y sabor, no se encontraron diferencias entre todas las galletas preparadas con diferentes cantidades de *S. platensis*. Sin embargo, en galletas preparadas con una mayor concentración de algas, el panel no identificó el

sabor a pescado que conduce a una buena apreciación y aceptación.

Para el atributo texturas; cremosa, untable, grumosa y mantecosa según la Prueba de Kruskal – Wallis, presentó diferencia significativa entre los tratamientos con un valor de H de 26.57, 40.11 y 20.95. El T0 obtuvo el mayor promedio de untable de 3.45, donde mencionado valor corresponde a la escala 3 (moderado).

Alvis [20], en la determinación de las propiedades de textura de tabletas de chocolate, sustentó que el valor de consistencia "K" está relacionado con la dureza, siendo diferente entre los productos, porque las tabletas tipo chocolate amargo es la más dura de todas, seguida

de la de chocolate blanco y con leche. Esto se debe al efecto positivo de ablandamiento y de disminución de viscosidad que produce la grasa láctea sobre las masas de chocolate.

K. Aceptación general

Al evaluar las propiedades sensoriales (olor, sabor, gusto, color y textura) de manera generalizada de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit (Figura 3), se determinó que el T0 obtuvo el mayor índice de preferencia de 38%, seguido del T2 con 23% mientras el T1 registró el menor valor de preferencia de 11%.

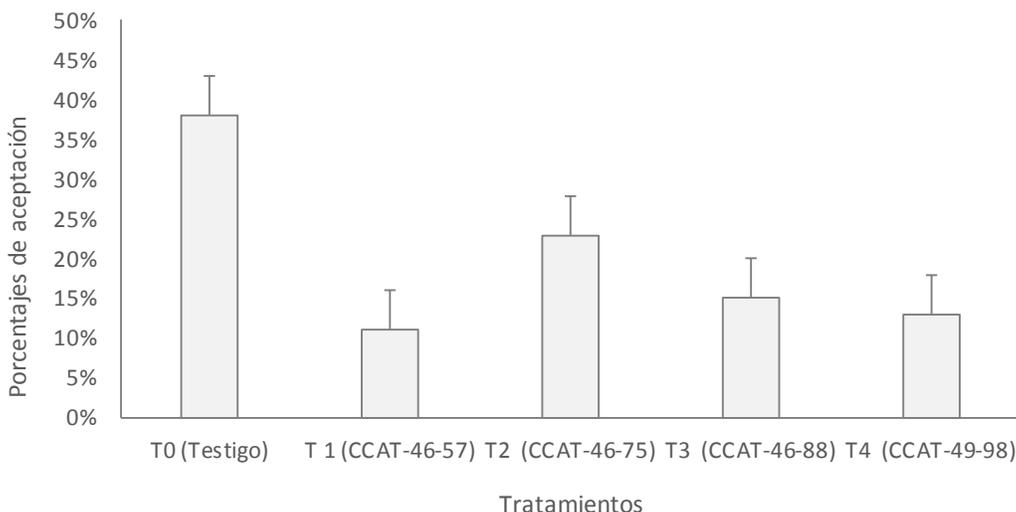


Figura 1. Análisis de preferencia de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit. FCP – UTEQ. 2019.

IV. CONCLUSIONES

1. Del análisis bromatológico de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit adicionado manteca de cacao de cinco clones experimentales, presentó para las variables humedad, materia seca, grasa, proteína, extracto no nitrogenado y energía no se encontraron significancia estadística, mientras que en cenizas, viscosidad y sólidos solubles se observó diferencia significativa según el análisis de varianza.

2. Mediante el análisis sensorial de la crema de chocolate blanco con harina de jackfruit, se obtuvo los tratamientos con mejores atributos, los cuales fueron; el T0 después el T2 y T3 con olor y sabor a chocolate, dulce moderado, color beige, y textura cremosa. Además en el análisis de preferencia resalto el T0 (Testigo) seguido T2 los productos con mayor índice aceptabilidad con 38 y 23% respectivamente, mientras el T1 registró el menor valor de 11%.

REFERENCIAS

[1] P. A. Tirado Gallego, A. Lopera Álvarez y L. A. Ríos Osorio, «Estrategias de control de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* en *Theobroma cacao* L.: revisión sistemática,» *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, vol. 17, n° 3, pp. 417-430, 2016.

[2] A. Sterling Cuélla, M. A. Hermida Daza, C. H. Rodríguez León, Y. M. Salas Tobón, M. N. Nieto Guzmán y D. F. Caicedo Rodríguez, «Reacción a *Moniliophthora roreri* en *Theobroma spp.*,» vol. 41, n° 3, pp. 11-67, 2015.

[3] ANECACAO, «Los residuos de cacao son negocio para Jan Schoemaker B.V.,» *Revista Cacaotera Sabor Arriba*, vol. 10, Diciembre 2016.

[4] A. P. Prette, F. d. A. Cardoso Almeida, V. H. A. Vélez y T. R. Javier, «Thermodynamic properties of water sorption of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) as a function of moisture content,» *Food Sci. Technol, Campinas*, vol. 33, n° 1, pp. 199-208, 5 1 2013.

[5] S. B. Swami, N. J. Thakor, P. M. Haldankar y S. B.

Kalse, «Jackfruit and Its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review,» *Comprehensive Reviews in FoodScience and FoodSafety*, vol. 11, pp. 565-576, 2012.

[6]E. M. D. Inamhi, 2014. [En línea]. [Último acceso: 11 febrero 2018].

[7]H. B. Glenn y E. M., «Química cuantitativa,» Sallee Reverte S.A, 2000.

[8]L. N. Balluerka y A. I. Vergara, *Diseño de investigación experimental*, 2002.

[9]R. Vargas Uscategui, C. A. Arenas y N. J. S. Ramírez, «Efecto del proceso de acidificación sobre el color de queso cottage,» *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28, n° 3, pp. 1-14, 12 2017.

[10]O. Morales, P. Dominguez y P. Fonseca, «Composición química de la harina de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.),» *Revista Granma Ciencia*, vol. 18, n° 3, 2014.

[11]Z. J. Hleap, P. J. Burbano y V. M. Mora, «Evaluación fisicoquímica y sensorial de salchichas con inclusión de harina de quinua (*chenopodium quinoa* w.),» *Bioteología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 15, n° 2, pp. 61-71, 12 2017.

[12]C. C. Granados, C. R. E. González, S. W. Galindo, D. Pérez Z y C. N. Pájaro, «Obtención de queso crema con propiedades funcionales suplementado con sólidos de lactosuero e inoculado con *Lactobacillus casei*,» vol. 20, n° 2, pp. 40-47, 12 2016.

[13]M. Y. C. Lena, R. E. González y É. P. Torres, «Obtención de un Sustituto de Chocolate tipo-Pasta usando Pulpa de Carao (*Cassia fistula* L.),» *Información tecnológica*, vol. 26, n° 6, pp. 39-44, 12 2015.

[14]A. Shah, G. P. Jones y T. Vasiljevic, «Sucrose-free chocolate sweetened with Stevia rebaudiana extract and containing different bulking agents – effects on physicochemical and sensory properties,» *Int J Food Sci Technol*, vol. 45, n° 1, p. 1426–1435, 2010.

[15]S. T. Medina, F. G. Arroyo, C. H. Méndez, A. M. Gantes, S. L. Mexicano y S. A. Mexicano, «A proximal chemical analysis in craft beer solid waste, and its acceptance in sows,» *Avanico Veterinario*, vol. 8, n° 3, pp. 86-94, 27 06 2018.

[16]A. Sulbarán, G. E. Matiz y Y. Baena, «Acetilación del almidón de millo (*Pennisetum glaucum*) y evaluación de su aplicación como posible excipiente,» *Ciencias químicas*, vol. 47, n° 2, pp. 225-276, 02 04 2018.

[17]R. S. G. Barraqueta, J. F. Falconí, N. J. M. Ojeda, O. López y Z. G. X. Mendoza, «Pysicochemical properties and application of edible coatings in strawberry (*Fragaria x Ananassa*) preservation,» *Facultad Nacional Agronomía*, vol. 71, n° 3, pp. 8631-8641, 17 10 2017.

[18]F. P. A. Aguirre, P. L. M. Acosta, C. L. D. Cardozo,

A. S. A. Rodríguez y S. G. Corredor, «Evaluación nutricional de ensilajes con cereza de café (*Coffea arabica* L.) para suplementación en rumiantes,» *Agronomía Costarricense*, vol. 67, n° 1, pp. 326-332, 16 09 2017.

[19]H. H. E. B. Abd, G. S. El Baroty y E. A. Ibrahim, «Functional characters evaluation of biscuits sublimated with pure phycocyanin isolated from *Spirulina* and *Spirulina* biomass,» *Nutrición humana*, vol. 32, n° 1, pp. 231-241, 2016.

[20]A. Alvis, L. Pérez y G. Arrazola, «Determinación de las Propiedades de Textura de Tabletas de Chocolate Mediante Técnicas Instrumentales,» *Industrias Alimentarias*, vol. 22, n° 3, pp. 11-18, 2011.

[21]M. S. Madruga, F. S. Medeiros de Albuquerque, I. R. S. d. A. Alves Silva, M. Magnani y V. Queiroga Neto, «Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch,» *Food Chemistry*, pp. 440-445, 2014.

RESUMEN CURRICULAR



Leonela Alvarez Coello, Ingeniera en Alimentos, graduada en agosto del 2019 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Contribuyó en el proyecto FOCICYT realizando investigación científica periodo 2018 en la en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.



Jaime Vera Chang, Ingeniero Agropecuario graduado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Magister en Procesamiento de Alimentos en la Universidad Agraria del Ecuador. Miembro del Comité de Investigación de la Facultad de Ciencias Pecuarias (2011-2013) y el periodo (2015-2016).



Christian Vallejo Torres, Ingeniero en Industrias Pecuarias graduado en la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Magister En Industrias Pecuarias Mención en Industrias de la Carne. Docente-Investigador. Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Coordinador de la carrera de Ingeniería En Alimentos.



Diego Tuarez Garcia, Ingeniero Agroindustrial en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el año 2013. Magister en Gestión de la Producción universidad Técnica de Cotopaxi en el año 2017. Msc en Prevención de Riesgos Laborales, salud laboral en la Universidad de Madrid, docente de la Carrera de Ingeniería en Alimentos.

DIGESTIBILIDAD IN VIVO SOBRE EL EFECTO DE FRECUENCIA DE CORTE DE MORINGA OLEIFERA EN CAPRINOS

Chávez-García, Debbie¹. Acosta-Lozano, Nestor². Andrade-Yucailla Verónica³
dchavez@upse.edu.ec¹, acoslones68@gmail.com², crisita_2725@hotmail.com³
<https://orcid.org/0000-0001-8157-2761>¹, <https://orcid.org/0000-0003-4848-1360>²
<https://orcid.org/0000-0001-7909-2128>³

Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Estatal Península de Santa ^{1,2}, km 1 ½ Vía a Santa Elena, La Libertad, Santa Elena, Ecuador.
Universidad Estatal Amazónica ³, Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica, Pastaza, Ecuador

Recibido (06/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La digestibilidad in vivo en caprinos criollos se evaluó con la alimentación de dietas integrales cuya base forrajera fue la Moringa oleifera cosechada 60 y 75 días. Se utilizaron cinco caprinos criollos enteros de 24 - 36 meses de edad con un peso vivo aproximado de 25-30 kg, se aplicó un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos y cinco repeticiones, los animales ingresaron a experimentación donde se dio 10 días de adaptación y 7 días de recolección de heces (técnica in vivo), se recolectó un proporcional de 25 % de heces, para su procesamiento y respectivo análisis en laboratorio. Los valores de DMS (72,69 – 73,11 %); DPB (61,56 – 71,30 %) y DFB (78,64 – 73,27 %) para 60 y 75 días respectivamente los mismos que no presentaron diferencias a excepción de los valores de PB y FB que fueron diferentes ($P < 0,05$) los resultados obtenidos en este experimento se encuentran en los parámetros de categorización de excelente digestibilidad.

Palabras Clave: Caprinos, heces, In vivo, Moringa oleífera.

IN VIVO DIGESTIBILITY ON THE FREQUENCY EFFECT OF MORINGA OLEIFERA CUT IN CREOLE GOATS

Abstract: In vivo digestibility in Creole goats was evaluated with the feeding of whole diets whose forage base was the Moringa oleifera harvested 60 and 75 days. Five whole Creole goats of 24-36 months of age with an approximate live weight of 25-30 kg were used, a completely randomized design with two treatments and five repetitions was applied, the animals entered experimentation where 10 days of adaptation and 7 days were given Stool collection (in vivo technique), a proportional 25 % of feces was collected, for processing and respective laboratory analysis. DMS values (72,69 – 73,11 %); DPB (61,56 – 71,30 %) and DFB (78,64 – 73,27 %) for 60 and 75 days respectively, which did not show differences except for PB and FB values that were different ($P < 0,05$) the results obtained in this experiment are in the categorization parameters of excellent digestibility. key words.

Keywords: Goats, stool, In vivo, Moringa oleifera.

I INTRODUCCIÓN

Para conocer la calidad y consumo de un determinado alimento se necesita tener una estimación la más precisa posible de su digestibilidad y consumo [3][7].

El conocimiento del valor nutritivo de los alimentos es importante para la nutrición del animal [24], siendo esto no suficiente con los análisis del ámbito químicos, se debe considerar los efectos de procesos de digestión, absorción y metabolismo animal, las pruebas de digestibilidad nos permiten estimar la compensación de nutrientes presentes en una ración que pueden ser o no absorbidos por el aparato digestivo permaneciendo disponibles para el animal [5].

Se determinar el coeficiente de digestibilidad de raciones completas o de ciertos nutrientes existente en una ración por medio del método in vivo o colección total de heces y el cálculo de la digestibilidad con marcadores [5].

El empleo de la moringa puede ofrecer una posibilidad para compensar la falta de alimentos durante los periodos largos de sequía lo que constituye el mayor reto para la producción animal en muchas regiones del trópico [6].

Los valores altos de digestibilidad en las leguminosas se deben a que esta posee bajos contenidos de pared celular y la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien, por falta de absorción completa; tal efecto aumenta por el rápido tránsito del alimento a través del tracto digestivo [7].

Los resultados pueden estar influenciados por la capacidad de síntesis de los microorganismos presentes en el rumen, el eficiente uso de los nutrientes alimenticios degradados requiere que la MO alimentaria se fermente a un ritmo que corresponda con las capacidades de los microorganismos ruminales [8], otra acción podría ser que la ingesta de materia orgánica digerible dependa de la correlación de la cantidad de nitrógeno bacteriano que llega al duodeno [9].

La degradación ruminal de la proteína alimentaria depende del tiempo, y la tasa de la degradación que va en relación con la tasa de paso, esta última es la dinámica crucial que afecta a la cantidad de proteína que escapa del rumen sin haber sido degradada por éste [10]. Los principales factores que influyen en la síntesis de proteína microbiana ruminal encierran: la disponibilidad de carbohidrato alimentario, proteína degradable en el rumen, además es conocido que el objetivo de

la nutrición proteica es proveer cantidades adecuadas de proteína degradable en el rumen para garantizar la eficiencia ruminal óptima y obtener la productividad animal deseada con el suministro mínimo de proteína evitando la oferta excesiva [11].

Siendo un factor importante la calidad nutricional de los forrajes, no obstante, a mayor edad fisiológica de los forrajes contribuye a un bajo valor nutricional y elevado contenido de fibra, y con ello, menor degradabilidad y digestibilidad de los nutrientes a nivel ruminal [26], minimizando la utilización de la proteína lo cual incrementa las pérdidas de energía en forma de gases de efecto invernadero en el animal [25], [27],[28]. Por lo tanto, la edad rebrote óptima para el pastoreo en estas regiones es el factor que mayor impacto tiene sobre el rendimiento y calidad de los forrajes y la productividad de los animales [29]. Con estos antecedentes, el objetivo de la presente investigación fue determinar la digestibilidad in vivo de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda y fibra bruta sobre el efecto de frecuencia de corte de *Moringa Oleifera* diferentes edades de corte de 60 y 75 días.

II MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el experimento en el centro de apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) ubicado en la Provincia de Santa Elena - Ecuador, el cual se encuentra ubicado, a una altitud de 3 msnm, en la zona de vida denominada bosque seco tropical, con una temperatura medias anuales de 24 °C, rara vez superan los 32 °C y las mínimas son del orden de 16 °C y precipitación promedio anual inferiores a 500 mm [1].

Los animales fueron ubicados en un sistema de manejo estabulado en cubiles individuales techados con piso de caña, donde tuvieron acceso a una dieta integral de pasto de corte y agua ad libitum, las dietas integrales consistieron en la utilización de la *Moringa oleífera* Lam, concentrado comercial, componente energético y fibroso, que mezclados proporcionalmente cubrían

Los requerimientos nutricionales de los animales como lo muestra la tabla I. Previo al ensayo, se evaluaron los animales seleccionados en cuanto a su estado de salud, a fin de descartar aquellos que presenten evidencia de enfermedad.

Tabla I. Dietas experimentales y nutrientes calculados

Ingredientes	Dietas experimentales (g/día)	
	T1	T2
Moringa	500	450
Concentrado para cabras	30	20
Rastrojo de maíz	510	544
Nutrientes calculados (g/día)		
MS	585.13	620.38
MO	529.69	574.28
PB	43.94	43.93
FB	206.10	221.62
EM (MJ/kg MS)	4.38	4.62

MS: materia seca; MO: materia orgánica; PB: proteína bruta; FB: fibra bruta; EM: energía metabolizable; T1: Moringa oleifera Lam. 60 días; T2: Moringa oleifera Lam. 75 días.

Se utilizaron 5 caprinos con edades de 2 a 3 años, y un peso vivo promedio de 25-30 kg alimentados con moringa como base forrajera. En el estudio para determinar la digestibilidad de la MS, MO, PB y FB se utilizó el método de la recolección total de heces los animales fueron alimentados durante 10 días con las dietas forrajeras a base de moringa con dos edades de corte de 60 y 75 días, los animales ingresaron a un periodo de adaptación de 10 días y 7 días de recolección para asegurar que los residuos de otros alimentos consumidos antes de la prueba fueran eliminados del tracto digestivo evitando así alteraciones en las mediciones. En el período adaptación se estableció el consumo de alimento para mantenimiento y en el estudio propiamente dicho se evaluó con la recolección total de heces, estas se recogieron diariamente un promedio del 25 % del total de las deyecciones diarias del caprino, asumiendo una tasa de consumo y excreción constante en un período de 24 horas. Se tomaron muestras individuales de las mismas para su posterior determinación de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC). Para recolección de las heces se les colocó una malla en la parte

caudal del caprino para facilitar la recolección de las deyecciones una vez finalizado el trabajo de campo, las heces se proceden a secar en una estufa de aire forzada a 65 °C por 72 h, y luego molido a 1mm del tamaño de partícula (molino B&P, Quito-Ecuador) se almacenaron en bolsas selladas a temperatura ambiente (25± 2°C) hasta su análisis.

La medición de consumo de MS se realizó diariamente por diferencia entre lo ofertado y rechazado, por no poseer datos relativos a la tasa de pasaje de la fase sólida de la dieta con base forrajera de moringa, se asumió que el material consumido en un día sería excretado al día siguiente, con el fin de aplicar la ecuación de digestibilidad descrita por [3] que consiste en:

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = \frac{[(NI - NH) / NI] \times 100}{100}$$

Donde:

NI = Nutriente ingerido

NH = Nutriente en heces

Para evaluar la digestibilidad fecal se utilizó un diseño completamente aleatorio con dos tratamientos y cinco animales que constituyeron las réplicas, donde en los mismos animales se valoraron las dos dietas en tiempos diferentes, los resultados se procesaron en el paquete SPSS versión 21 (SPSS, 2012) e INFOTAT. Adicionalmente se utilizó la prueba de Tukey para detectar la significancia entre las dietas cuando el valor de P para la variable dieta fue menor que 0,05

III RESULTADOS

La digestibilidad in vivo determinadas por la recolección total de las heces para las cabras alimentadas con dietas integrales de Moringa oleifera Lam con edades de corte de 60 y 75 días se encontraron promedios de materia seca en el rango de 72,69 % - 73,11 % respectivamente; materia orgánica 73,44 % - 73,81 %; proteína bruta 61,56 % - 71,30 % y fibra bruta 78,64 % - 73,27 % para las edades en estudio respectivamente los mismos que para el análisis de Turkey determino que las medias correspondientes a los tratamientos de digestibilidad in vivo en materia seca y materia orgánica son iguales, mientras que las medias de la proteína bruta y fibra bruta presentaron diferencias.

Tabla II. Digestibilidad fecal aparente de cabras criollas alimentadas con dietas integrales de Moringa oleifera Lam como base forrajera en dos edades de corte (60 y 75 días).

Dietas	Parámetros			
	Digestibilidad fecal			
	Materia seca	Materia Orgánica	Proteína bruta	Fibra bruta
T1	72,69 ^a	73,44 ^a	61,56 ^a	78,64 ^b
T2	73,11 ^a	73,81 ^a	71,3b	73,27 ^a
EE+/-	1,43	0,45	0,92	0,48
P-valor	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,05

EE±: Error estándar. P-valor: Letras diferentes difieren estadísticamente ($p < 0,05$). T1: Moringa a los 60 días de corte. T2: Moringa oleifera a los 75 días de corte.

El valor de la materia seca de la dieta de Moringa oleifera Lam a los 75 días se asemeja al trabajo de [4] en su estudio de Validación de Moringa como alternativa forrajera donde sus resultados presentan una digestibilidad aparente fue de 70,5 % de materia seca, mientras que valores más altos lo presenta [12] donde mencionan sus resultados de 83,99 % y 95,05 % a los 60 y 75 días de corte en condiciones climáticas muy similares al de Santa Elena. En cuanto a la materia orgánica [13] en su estudio obtuvo valores promedio de 79,70 % valores más alto a esta investigación.

Por otro lado, [14] sus valores son similares en la digestibilidad de la proteína bruta del follaje de moringa que fueron 79,92 %, mientras que [15] sus porcentajes fueron más elevados al evaluar la harina de Moringa al 20 % en cabras obteniendo resultados de 83,8 % de digestibilidad aparente de proteína bruta. La fibra bruta cosechada a 60 días se compara al obtenido por [16] teniendo estos valores más bajos donde se obtienen promedios de fibra detergente neutro de 54 -60 % y de fibra de detergente acidas de 49 – 56 % en Moringa oleifera fresca y ensiladas respectivamente.

IV CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio se concluye en cuanto a la digestibilidad in vivo que hubo un efecto de las dietas a base de Moringa oleifera, donde las dietas con corte de 75 días fueron más favorables en la materia seca, proteína bruta y materia orgánica, y para la variable de estudio fibra bruta el corte de 60 días fue mejor; a la vez se considera que ambas dietas son eficientes, ya que todos sus componentes nutricionales presentaron una digestibilidad que superan los rangos exigidos por las normas internacionales de digestibilidad ruminal, no presentando afectación la frecuencia de

corte de la Moringa oleifera Lam en la digestibilidad in vivo de los caprinos criollos criados en zonas tropicales.

REFERENCIA

- [1] GAD Manglaralto, “Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la Parroquia Rural Manglaralto 2014-2019”, 2015. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0968538230001_Diagn%C3%B3stico%202014-2019%20Parroquia%20Manglaralto_26-10-2015_06-33-43.pdf. [Último acceso: 09 09 2019].
- [2] B. Schneider y W. Flatt, “The evaluation of feeds through digestibility experiments”, The University of Georgia Press, pp. 151-168, 1975.
- [3] A. Bondi, “Nutrición Animal”, Zaragoza: Acribia, 1989.
- [4] Pérez, “Avanza validación de moringa como alternativa forrajera para ovinos”, Fundación Produce Sinaloa A.C, 2009.
- [5] M. Lachmann y O. Araujo, “La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes”, Universidad de Zulia, Maestría. Facultad de Ciencias Veterinaria, 2000.
- [6] I. García, J. Mora y R. Piñero, “Cuál es el efecto de la Moringa oleifera sobre la Dinámica”, Scielo, vol. 28, n° 1, p. 43, 2016.
- [7] L. Maynard, J. Loosli, H. Hintz y R. Warner, «Procesos digestivos en diferentes especies animales» de Nutrición Animal, 4, Ed., México, Mc Graw-Hill, 1989, p. 34.
- [8] M. D. Stern y W. H. Hoover, “Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis”, J. Anim. Sci, pp. 590-1603, 1979.
- [9] J. Clark, T. H. Klismeyer y M. R. Carmeron, “Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to

- the duodenum of dairy cows”, *J. Dairy Sci.*, pp. 2304-2323, 1992.
- [10] R. Herrera-Saldana, R. Gomez, M. Torabi y J. Huber, “Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis”, *J. Dairy Sci.*, pp. 142-148, 1990.
- [11] J. A. Elizondo Salazar, “Requerimiento nutricional del ganado de leche según el modelo del NRC 2001. Proteína metabolizable”, *Actualidad Zootécnica*, vol. 3, n° 1, pp. 26-31, 2008.
- [12] J. Jarquin y J. Rocha, “Degradabilidad ruminal de la materia seca y materia orgánica del follaje de Moringa oleífera a diferentes edades de corte en vacas Reyna, finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua 2012”, *Universidad Nacional Agraria, UNA.*, 2013.
- [13] J. García y M. Macías, “Digestibilidad fecal y balance de nitrógeno en cerdos alimentados con diferentes niveles de harina de Moringa oleífera incluida en la dieta”, *Livestock Research for Rural Development*, vol. 26, p. 215, 2017.
- [14] P. Gutiérrez, “Determinación de la tasa de degradación ruminal del follaje de Marango (Moringa oleífera) usando la técnica in sacco en vacas reyna, Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua”, Tesis. Facultad Agraria Universidad Nacional Agraria, 2012.
- [15] A. Kholif, A. Salem y S. López, “Moringa oleífera leaf meal as a protein source in lactating goat’s diets: Feed intake, digestibility, ruminal fermentation, milk yield and composition, and its fatty acids profile”, *Small Ruminant Research*, vol. 129, pp. 129-137, 2015.
- [16] R. Rodríguez, “Alimentación de vacas lecheras con Moringa oleífera fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche”, *Facultad Agraria. Universidad Nacional Agraria*, 2011.
- [17] R. G. Ramírez Lozano, *Principio de Nutrición de Rumiantes*, Bloomington: Palibrio, 2017.
- [18] N. Acosta, J. Avellaneda y C. Mirabá, “Ruminal degradability and fecal digestibility of hydroponic fresh forage of Maize (*Zea mays*) in domestic goats in Santa Elena, Ecuador”, *Cuban Journal of Agricultural Science*, vol. 50, n° 1, 2016.
- [19] J. A. Molina González, “Caracterización nutricional de harina de básicas forrajeras estivales, mediante digestibilidad aparente fecal (in vivo) en cerdos en crecimiento”, *Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Valdivia-Chile*, 2018.
- [20] J. C. Huareccallo Maquera, “Efecto del nivel de consumo sobre la digestibilidad y valor energético de concentrado fibroso en llamas y alpacas”, *Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú*, 2017.
- [21] D. N. Juárez Soria, “Digestibilidad aparente del pasto Alemán *Echinochloa polystachya* (KUNTH) HITCH utilizando modelos de estimación en toretes de la raza Brahman bajo condiciones de pastoreo continuo”, *Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María - Perú*, 2018.
- [22] H. P. Juna Juca, “Evaluación de la digestibilidad aparente In vivo de dietas isoenergéticas e isoprotéicas utilizando dos niveles de palmiste en la alimentación de conejo en el CEU”, *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito - Ecuador*, 2016.
- [23] D. Sosa, C. Larco, R. Falconí, D. Toledo y G. Suárez, “Digestibilidad de Maralfalfa (*Pennisetum sp*) en cabras, Sangolquí – Ecuador”, *Carrera en Ciencias Agropecuaria IASA I*, 2006.
- [24] C. Navarro-Ortiz y M. L. Roa-Vega, “Comparación de la digestibilidad de tres especies forrajeras estimada mediante diferentes técnicas”, *ORINOQUIA*, pp. Vol. 22 n 1. pp 15-33, 2018 .
- [25] M. Barros-Rodríguez, M. Cajas-Naranjo, O. Nuñez-Torres, R. Mera-Andrade, J. Artieda-Rojas, C. Sandoval-Castro y J. Solorio-Sánchez, “In situ rumen degradation kinetics and in vitro gas production of seed, whole plant and stover of *Chenopodium quinoa*”, *Journal of Animal and Plant Sciences*, vol. 2, n° 28, pp. 327-331, 2018.
- [26] M. Barros-Rodríguez, J. Oña-Rodríguez, J. Artieda-Rojas, S. Curay-Quispe, D. Avilés-Esquivel y C. Guishca-Cunuhay, “Degradación ruminal de dietas de biomasa Poscosecha de *amaranthus cruentus*: Efecto sobre los protozoos del rumen y producción de gas in vitro”, *Revista de Investigaciones del Perú*, vol. 4, n° 28, pp. 812-821, 2017
- [27] O. Torres, M. Barros-Rodríguez, D. Sanchez y C. Guishca-Cunuhay, “Productive performance, ruminal degradation and in vitro gas production in sheep fed diets based on post-harvest residues of *Chenopodium quinoa*”, *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 3, n° 29, pp. 765-773, 2018.
- [28] L. Vallejo-Hernández, M. Elghandour, Ralf Greiner, Y. Ucchenna, R. Rivas-Cáceres, M. Barros-Rodríguez y A. Salem, “Environmental impact of yeast and exogenous xylanase on mitigating carbon dioxide and enteric methane production in ruminants”, *Journal of Cleaner Production*, n° 189, pp. 40-46, 2018.
- [29] M. Andino, M. Barros-Rodríguez, J. Vargas Burgos, N. Acosta-Lozano, R. Aragadvay-Yungán y S. Mayor-ga-Paredes, “Efecto de la edad de corte de *Brachiaria decumbens* sobre las funciones del ruminal y producción de gas in vitro”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, n° 22, pp. 803-809, 2019.

LA QUEMA DE CAÑAVERALES Y SU INFLUENCIA EN LA COMPOSICIÓN DE ARVENSES, EN ZONAS DE LA COSTA ECUATORIANA

Vega Rivero Armando¹ y Francisco Martínez Tayron²
avegar@uagraria.edu.ec¹, tayronfranciscomc@hotmail.com²
ORCID : 0000-0002-1599-383X1
Universidad Agraria del Ecuador

Recibido (06/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: En muchos países persiste en gran porcentaje la tecnología de quemar la caña antes de su cosecha. Existen criterios éticos, técnicos, económicos, ambientales y sociales, que justifican el empleo de la cosecha verde, en vez de quemada, en caña de azúcar, sin afectar la productividad y estructura de costos. Para comprobar esto se realizó un muestreo de coberturas relativas y absolutas por especies de arvenses a los 15, 30 y 210 días después de la cosecha, agrupándolas por sus diferencias en características fenológicas y de control en monocotiledóneas, dicotiledóneas y ciperáceas. Los resultados arrojaron una simplificación de las labores de control requeridas en la caña cosechada en verde, debido a que la cobertura de residuos reduce y retarda la aparición de arvenses y transforma su composición, observándose que en los primeros 30 días posteriores a la cosecha, prácticamente desaparecen las monocotiledóneas y se incrementa a más del 68 % la cobertura relativa de las dicotiledóneas en la caña cosechada verde a la inversa de lo que sucede en las cosechadas quemadas. Este trabajo se comparan los resultados obtenidos en la cantidad y diversidad de arvenses surgidas luego de la cosecha de caña de azúcar en las variantes quemada y verde.

Palabras Clave: Cosecha, quemada, verde, caña de azúcar

THE BURNING OF CANE FIELDS AND THEIR INFLUENCE ON THE COMPOSITION OF WEEDS, IN AREAS OF THE ECUADORIAN COAST

Abstract: In many countries, the technology of burning the cane persists in large percentage before harvesting. There are ethical, technical, economic, environmental and social criteria, which justify the use of the green harvest, rather than burned, in sugar cane, without affecting productivity and cost structure. To verify this, a sampling of relative and absolute coverages by arvense species was carried out at 15, 30 and 210 days after harvest, grouping them by their differences in phenological and control characteristics in monocotyledons, dicotyledons and cyperaceae. The results led to a simplification of the control work required in the green harvested cane, because waste coverage reduces and delays the appearance of arvenses and transforms their composition, observing that in the first 30 days after harvest, monocotyledons virtually disappear and the relative coverage of dicotyledons in the green harvested cane increases to more than 68% in reverse of what happens in burned harvests. This work compares the results obtained in the quantity and diversity of arvenses arising after the harvest of sugar cane in the burnt and green variants.

Keywords: Harvest, burn, green, sugar cane

I. INTRODUCCIÓN

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (Espac), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el 2015 existían plantadas 104.558 hectáreas de caña para azúcar. Según el CINCAE [1] existen alrededor de 81.000 ha sembradas en la cuenca baja del Río Guayas.

Todas las arvenses implican una fuerte competencia por el agua, la luz y los nutrientes, interferencia que provoca cuantiosas pérdidas en el rendimiento [2]. Constituyen también excelentes hospedantes de un gran número de organismos, vectores y diseminadores de patologías de los cultivos, por ello, las arvenses pueden constituir más del 30% de los costos de producción durante el manejo del cultivo y en las condiciones de Ecuador [3] sugiere el 35%. También en Ecuador este mismo autor menciona 15 especies de arvenses como las de mayor propagación, de ellas 8 monocotiledóneas, 6 dicotiledóneas y una ciperácea. La flora infestante en el cultivo de la caña de azúcar es bastante específica [4]. En Cuba según Díaz [5] se reconocen 32 especies principales de arvenses que compiten con la caña de azúcar.

Según Vidal et al. [6] en una provincia del centro de Cuba en áreas con más de 70 años de explotación en el cultivo se encontraron 19 especies distribuidas en ocho familias, el 58 % de las mismas pertenecen a las Poaceae, e incluyen las más dañinas y difíciles de controlar. Al registrar las frecuencias de aparición obtuvieron dos arvenses muy frecuentes, cuatro poco frecuente y trece accidentales. También en un periodo de tres años identificaron especies que aumentan su presencia, otras que se mantienen estables y otro grupo que decrece.

La quema de la caña de azúcar previo a la cosecha es una práctica originada con el fin de elevar la productividad y disminuir costos. Esta práctica resultó aún más atractiva debido al avance tecnológico originado por la cosecha mecanizada, por lo que consiguió afianzarse como práctica rutinaria la quema de los campos de caña antes de su cosecha.

Sin embargo, hay evidencias científicas que justifican la cosecha verde asociada a la cobertura de paja o permanencia de rastrojos. Por ejemplo, en la India, la caña de azúcar predomina en la llanura del Ganges superior [7] y autores como, Singh [8] han señalado una disminución de las operaciones de control de malezas, aumento de la conservación del agua retenida por el suelo, incremento del contenido de nitrógeno del suelo, efecto positivo en la microbiología del suelo a largo plazo, disminución de la emisión de CO₂ y lluvia ácida y conservación de la entomofauna.

Es evidente que las condiciones creadas a partir de la quema de una plantación de caña, afecta las arvenses

existentes en ese momento dentro de la plantación, pero en diferente grado en dependencia de su combustibilidad y otros factores. También el incremento de la temperatura por un periodo de tiempo en la capa superficial del suelo puede alterar los estímulos naturales del suelo sobre la germinación de semilla de arvenses a partir de la modificación de algunas de sus propiedades como: La densidad aparente del suelo tiende a disminuir, Pérdidas de nutrientes en las primeras capas del suelo, Ligero y progresivo aumento del pH, Rápido aumento de la actividad microbiana inmediatamente después de la quema, como resultado del incremento en el pH y el suministro de cationes y fósforo

Sin embargo, ese aumento repentino de la actividad por parte de los microorganismos da lugar a una consecuente subida en la disponibilidad de nutrientes durante un corto tiempo. Sin embargo, como la materia orgánica ha quedado reducida a cenizas, con el tiempo las poblaciones de microorganismos y su actividad se reducen.

Según Doran [9] las características representativas de las plantas de baja combustibilidad son: Alto contenido de humedad, Hojas anchas y gruesas, Bajo contenido de químicos, Patrones de ramajes abiertos y poco densos, Plantas caducifolias, Cantidad baja de material muerto.

Sin embargo, esta caracterización se basa en el estudio de fuegos forestales con y puede no ajustarse totalmente a las características de la quema dirigida de plantaciones.

En este trabajo se pretende avanzar en el conocimiento de las consecuencias que, con respecto a la población y estructura de las arvenses en la caña de azúcar, ocasiona el empleo de dos tecnologías de cosecha, una basada en la cosecha en verde o cruda y otra donde se quemar las plantaciones previo a la cosecha.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio, se seleccionó la primera soca de una plantación establecida con la variedad CC85-92 y una edad de 11 meses posteriores a la cosecha en la localidad de Vainillo en el predio de la Universidad Agraria del Ecuador perteneciente al cantón "El Triunfo", provincia del Guayas, Ecuador. Se utilizó un diseño en franjas para garantizar las exigencias requeridas para una cosecha parcial o totalmente mecanizada (Anexo 1). Cada una de las 8 franjas contó con 20 surcos de 250 m de largo y a una distancia de hilera de 1.5 m, para un área de parcela total de 0.75 ha, sin bordes entre franjas y un área total bruta de 6 ha.

La cosecha verde se realizó primero y luego se quemó el resto y se cosechó inmediatamente. La cosecha se

realizó a los 12 meses de edad de la plantación.

Se establecieron 5 estaciones de muestreo para el conteo de las arvenses en cada parcela, distribuidas en dirección diagonal de extremo a extremo y cada una de ellas se obtuvo el conteo directo en 1 m² elegido aleatoriamente.

Luego de la cosecha se realizaron muestreos de arvenses a los 15, 30 días después de la cosecha (DDC), tiempo dentro del cual aparecen la mayor parte de las arvenses en condiciones de humedad normales y luego a los 210 días después de la cosecha, periodo en que ya se han equilibrado las poblaciones de las distintas especies de arvenses y el cultivo (cuando no se efectúa ningún control). No se realizaron labores de control de malezas ni ninguna otra labor post cosecha.

La cobertura absoluta se calculó en porcentaje de acuerdo a la relación entre el área cubierta por la especie y en el área total de muestreo (1 m²) en cada muestra.

Las arvenses se clasificaron inicialmente por especies y luego estas se agruparon de acuerdo a criterios botánicos y orientados al control en tres grupos: mo-

nocotiledóneas, dicotiledóneas y ciperáceas. Luego se obtuvieron los promedios de cobertura absoluta y relativa de cada especie y grupo provenientes de las 40 estaciones de muestreo repartidas entre las 8 parcelas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las comparaciones de medias pareadas entre las series de valores (20) para cada condición (verde y quemada) resultaron con diferencias altamente significativas al 5% de error para cada fecha de muestreo (15 DDC, 30 DDC y 210 DDC). Lo que confirma los resultados que a través de las medias de las coberturas se relacionan debajo

A. Antes de la cosecha

La Composición de arvenses antes de la cosecha se muestra en las tablas I y II y la figura 1 donde ciperáceas y dicotiledóneas constituyen más del 80% de la cobertura relativa de malezas totales, que en ese momento superaba el 70% de cobertura absoluta.

TABLA I. Composición de arvenses antes de la cosecha

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Cobertura Absoluta	Cobertura Relativa
		Absoluta (70%)	Relativa
Caporonia palustris	Botoncillo	9,13	12,92
Cyperus ferax	Coquillo	30,07	42,53
Cyperus sculentus	Coquillo	4,50	6,36
Echinochloa colona	pasto colorado	4,36	6,16
Ipomoea spp.	Bejuco	9,70	13,71
Leptochloa filiforme	Plumilla	2,39	3,38
Mimosa pudica	Sierrilla	1,12	1,59
Panicum fasciculatum	Paja colorada	0,28	0,40
Phyllanthus niruri	Balsilla	2,95	4,17
Passiflora foetida	Bedoca	0,98	1,39
Rottboellia cochinchinensis	Caminadora	1,40	1,99
Axonopus scoparius	Gramalote	0,28	0,40
Otras	Otras	3,53	4,99
Totales		70,70	100,00

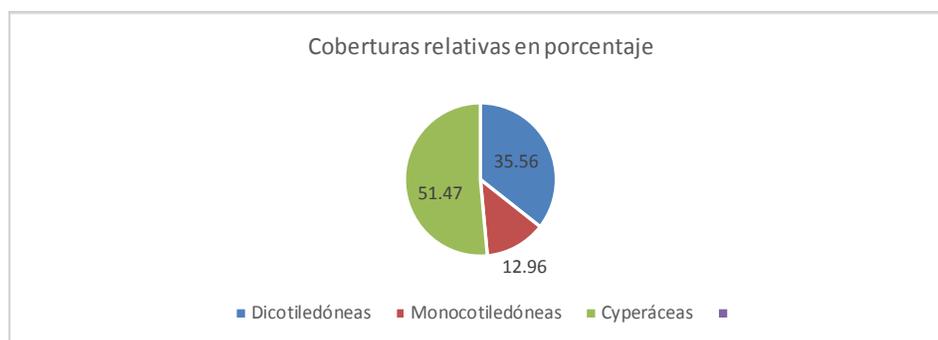


Fig. 1. Proporción de arvenses por agrupaciones (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas) antes de la cosecha.

Las arvenses predominantes resultaron: *Cyperus ferax*, *Ipomoea* spp. Y *Echinochloa colona* respectivamente para ciperáceas, Dicotiledóneas y monocotiledóneas.

TABLA II. Cobertura por agrupaciones de malezas antes de la cosecha

Agrupaciones	Cobertura Absoluta	
	Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Dicotiledóneas	23,89	35.57
Monocotiledóneas	8,71	12,96
Cyperáceas	34,57	51.47

Las arvenses registradas coinciden plenamente con las identificadas y relacionadas en caña de azúcar en Ecuador [3] y las registradas en las observaciones posteriores se mantuvieron dentro de estas especies.

B.15 días posteriores a la cosecha

Ya a los 15 días posteriores a la cosecha, se produjo un cambio en la cobertura de arvenses ocasionada por la desnudes del suelo en las parcelas quemadas y en las parcelas verdes como resultado de la gran cantidad de residuos que cae sobre las arvenses existentes que escapan de la acción mecánica de cosecha. (ver figura 2)

En la tabla 3 se puede observar como de un 70%

de cobertura absoluta de arvenses antes de la cosecha, ya a los 15 días después de la cosecha en la tecnología quemada se redujo a 7.52% y en la verde a un 4.9%. Pero, además, cambió la composición de manera que, en la quemada, las monocotiledóneas incrementaron su proporción y de las más escasas pasaron a ser casi tan abundantes como las ciperáceas que aun consiguieron ser las que más sobrevivieron, como se observa en la tabla III y figura 2. También en la tabla III y la figura 3 se aprecia que por su parte en la caña cosechada verde las monocotiledóneas pasaron a ser casi tan abundantes como las ciperáceas ocupando un segundo lugar y las dicotiledóneas desaparecen momentáneamente.

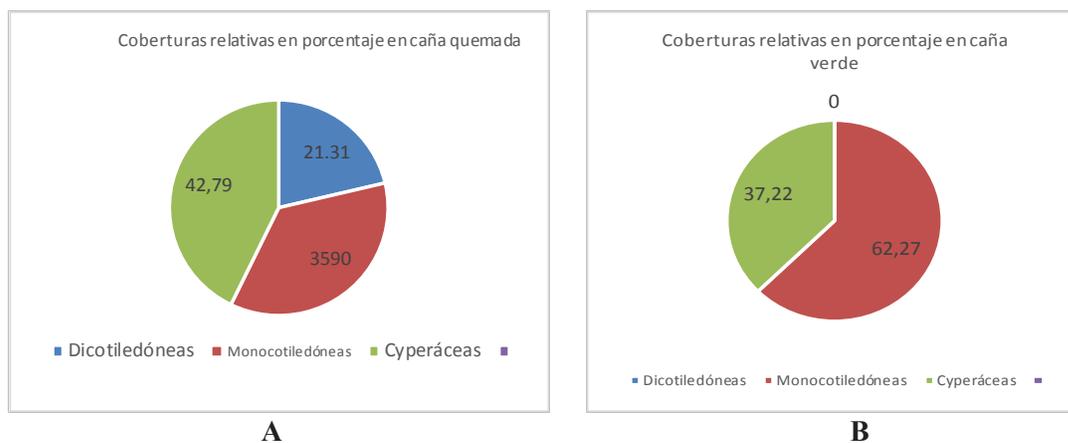


Fig. 2. Proporción de arvenses por agrupaciones (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas) a los 15 días en áreas quemadas (A) y verde (B).

TABLA III. Cobertura por agrupaciones de arvenses 15 días después de la cosecha

Agrupaciones	Quemada		Verde	
	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Dicotiledóneas	1,49	21.31	0,00	0,00
Monocotiledóneas	2,51	35.90	2,88	62.27
Cyperáceas	2,99	42,79	1,82	37,73

C.30 días después de la cosecha

En la tabla IV, apreciamos la evolución de la cobertura y composición de las arvenses a los 30 días después de la cosecha. Ya en este momento la cobertura de arvenses aumenta en la caña quemada a un 53.1% (7 ve-

ces más que a los 15 días) y en la verde a un 11.8 (dos y media veces más que a los 15 días). La necesidad de una labor de limpia se hace evidente en la caña quemada e innecesaria todavía en la caña verde.

TABLA IV. Cobertura por agrupaciones de arvenses 30 días después de la cosecha

Nombre Científico	Quemada		Verde	
	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Dicotiledóneas	7,95	14,98	8,08	68,51
Monocotiledóneas	33,08	62,29	0,00	0,00
Cyperáceas	10,48	19,73	3,01	25,49

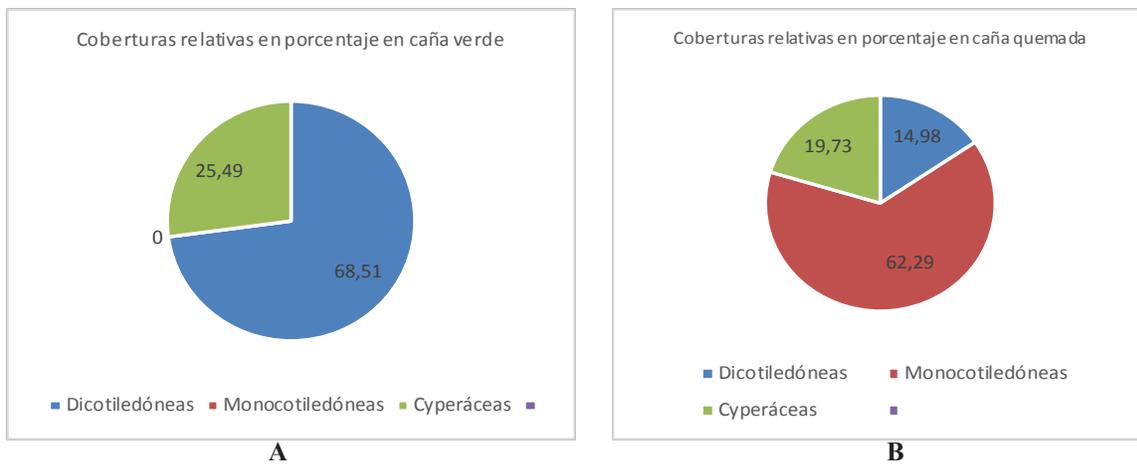


Fig. 3. Proporción de arvenses por agrupaciones (Dicotiledóneas, monocotiledóneas y ciperáceas) a los 30 días. Caña verde (A) y caña quemada (B).

Tanto la cosecha quemada, como la cosecha verde, provocan una alteración cuantitativa y cualitativa en las arvenses durante los primeros 30 días después de la cosecha

No hay tendencias definidas de aparición de monocotiledóneas y dicotiledóneas en los primeros 30 días después de la cosecha en la caña verde. Las dicotiledóneas se reducen a 0 % en los primeros 15 días y después se elevan a 68.51 % a los 30 días sucediendo a la inversa con las monocotiledóneas, lo cual está influenciado por la baja cobertura absoluta en ese período en la caña cosechada verde (1.82 y 11.8 respectivamente) y en especial en los primeros 15 días.

La supervivencia de arvenses después de la quema está relacionada directamente con su combustibilidad definida por patrones como: Alto contenido de humedad, hojas anchas y gruesas, bajo contenido de químicos. patrones de ramajes abiertos y poco densos, plantas caducifolias y cantidad de material muerto entre otros

factores [9]. Ello explica en parte la supervivencia de dicotiledóneas en la caña quemada inicialmente. Las coberturas a los 30 días y posteriores dependen más de las arvenses brotadas con posterioridad a la cosecha que de las supervivientes a esta.

D.210 días después de la cosecha

Producto de la no intervención en el control de arvenses, la cobertura absoluta en este período alcanzó el 100 % en la caña quemada, evidentemente debido a la desnudez del suelo luego de la cosecha. En la caña verde por su parte la cobertura absoluta, aunque muy elevada (78 %) resultó un 20 % menor, como se puede observar en la tabla V.

Luego 210 días sin control de arvenses la capacidad de retención de la emisión de malezas debido a la cobertura de residuos que se logra en la cosecha verde, (20 t de residuos) quedan esparcidos cubriendo el suelo, desaparece y en este momento las ciperáceas pasan a un

tercer plano, resultando el grupo de arvenses más importante en la caña quemada las dicotiledóneas (46%)

y en la verde las monocotiledóneas (53.93%), como se aprecia en la tabla V.

TABLA V. Cobertura por agrupaciones de arvenses 210 días después de la cosecha

Nombre Científico	Quemada		Verde	
	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa	Cobertura Absoluta (70%)	Cobertura Relativa
Dicotiledóneas	46,00	46,00	28,07	35,99
Monocotiledóneas	38,36	38,36	42,07	53,93
Cyperáceas	7,64	7,64	5,52	7,08

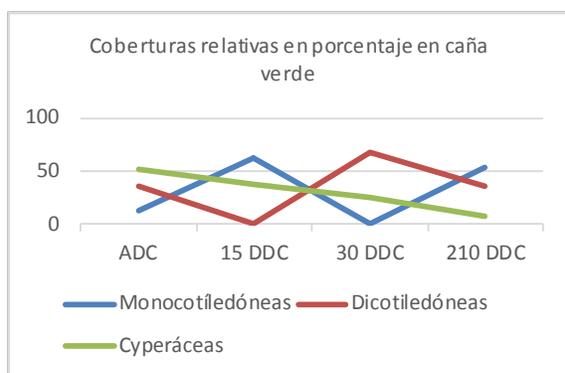
Pasado este tiempo y quizás ya desde el cierre de campo, que normalmente se produce entre los 80 y 100 días después del corte en Ecuador, la proporción de agrupaciones de arvenses cambió notablemente con relación a las poblaciones de partida.

•En la caña verde las monocotiledóneas predominan (más del 50 %) y las cyperáceas se reducen por debajo del 10%

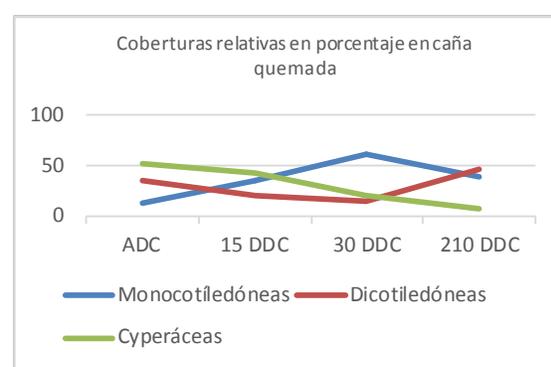
•En la caña quemada las dicotiledóneas predominan (46 %) y las cyperáceas se reducen también a menos del 10 %

•En ambas tecnologías las cyperáceas se reducen a menos de una quinta parte

Estas fluctuaciones de las proporciones de coberturas relativas de las agrupaciones de malezas las podemos apreciar en la figura 5.



A



B

Fig. 5. Fluctuaciones de las agrupaciones de malezas durante las evaluaciones realizadas a después de cosechadas en caña verde (A) y caña quemada.

IV. CONCLUSIONES

• Tanto en la caña cosechada quemada, como en la cosechada verde se produce una disminución de al menos 60 % de la cobertura absoluta de arvenses, que se mantiene en los primeros 15 días después de la cosecha en condiciones de no regadío.

• A los 15 días después de la cosecha tanto en cosecha verde como quemada las monocotiledóneas constituyen el grupo de mayor supervivencia.

• A los 30 días posteriores a la cosecha la cobertura de arvenses en la caña cosechada quemada quintuplica prácticamente la observada en la caña cosechada verde y se hace evidente la necesidad de un manejo correctivo en el primer caso.

• 30 días después de la cosecha las dicotiledóneas alcanzan la mayor cobertura relativa en la cosecha verde (68.51) y las monocotiledóneas lo logran en la quemada (62.29%).

Después de 210 días sin intervenir en el manejo de la plantación la cosecha quemada mostró una cobertura de 100% de malezas que se redujo a un 30% en la cosecha verde.

• Durante todo el periodo tanto en la cosecha quemada como la verde las ciperáceas nunca llegaron a alcanzar su cobertura inicial y se mantuvieron por debajo del 10 %. Las monocotiledóneas se vieron favorecidas llegando a constituir alrededor del 40 % de la cobertura absoluta al final del periodo y las dicotiledóneas con una mejor cobertura en la quemada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] CINCAE, «Informe Anual,» 2017. [En línea]. Available: <http://cincae.org>.
- [2] A. Álvarez, Las malas hierbas. Pérdidas en azúcar y económicas, La Habana, Cuba: II Congreso Nacional Ciencias de Malezas, 2012.
- [3] J. Pilco, «Identificación y caracterización de las principales arvenses en el cultivo de caña de azúcar de Ecuador,» Ecuauquímica, 2007. [En línea]. Available: <http://www.ecuauquimica.com.ec/infoagricola2.html>.
- [4] M. Soares, Efeito da palha da cana-de-açúcar y do tamanho de tubérculos no desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Brasil: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo, 2004.
- [5] J. Díaz, «PC Malezas. Programa Automatizado para el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM),» Rev. ATAC, vol. 65, n° 3, p. 8, 2003.
- [6] F. Vidal, O. Cruz, H. Aragón, E. Concepción y R. Rábago, «Diversidad y evolución de especies arvenses en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la provincia Sancti Spiritus,» Ctro. Agr, vol. 43, n° 2, pp. 23-27, 2016.
- [7] R. Verma, T. Srivastava y P. Singh, «Climate change impacts on rainfall and temperature in sugarcane growing Upper Gangetic Plains of India,» Theoretical and Applied Climatology, vol. 135, p. 279–292, 2018.
- [8] S. Singh, A. Singh, J. Malik y R. Kumar, «Cultural-practice packages and trash management effects on sugarcane ratoons under sub-tropical climatic conditions of India,» The Journal of Agricultural Science, vol. 150, n° 2, pp. 237-247, 2012.
- [9] J. Doran, C. Randal y A. Long, Incendios en la interfaz área Silvestre - urbana: Selección y mantenimiento de plantas resistentes al fuego para el paisaje., Instituto de Alimentación y Ciencias Agrícolas de la Universidad de la Florida (IFAS/UF), 2002.
- [10] N. Bernal, G. Toala, I. Martínez, V. Contreras y R. Zuaznábar, Efecto del período de competencia de las malezas sobre la producción de la caña de azúcar, (FIA-DE) INFORMATIVA AÑO 9 N° 1 y 2, 2007.
- [11] L. Gómez, «Efectos de la quema sobre la calidad del suelo,» 2007. [En línea]. Available: agronomord.blogspot.com/2007/07/efectos-de-la-quema-sobre-la-calidad.html.
- [12] INEC, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (Espac), Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2015.

PREDICCIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS APLICANDO UN SISTEMA DE INFERENCIA NEURO-DIFUSO EN MANUFACTURA ADITIVA

Barrionuevo, Germán O.¹

gobarrionuevo@uc.cl

<https://orcid.org/0000-0002-4613-3234>

¹Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile, Av. Vicuña Mackenna, 4860, Macul, Santiago, Chile

Recibido (06/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: En el presente trabajo se evalúa la aplicabilidad de una herramienta de inteligencia artificial para la predicción de propiedades mecánicas en manufactura aditiva (AM). La fabricación aditiva brinda la posibilidad de procesar varios materiales desde polímeros y cerámicos hasta metales, sin embargo, la utilización de esta tecnología se ve limitada debido a que las propiedades mecánicas no son homogéneas, debido principalmente a la naturaleza de fabricación por capas, ya que existe porosidad entre capas adyacentes lo cual incrementa la velocidad de degradación de materiales fabricados por AM. Para la predicción de la porosidad en probetas de acero inoxidable 316L fabricadas mediante fusión selectiva láser (SLM) se aplica una técnica de machine learning y se evalúa la precisión del sistema de inferencia neuro-difuso (ANFIS). Se utilizó un total de 64 conjuntos de datos, de los cuales el 80% se utilizó para entrenamiento, 10% para validación y 10% para predicción. Se evaluaron distintas configuraciones de hiperparámetros hasta obtener predicciones con mínimo error, se evaluó la precisión del sistema aplicando tres métricas estadísticas: error cuadrático medio (RMSE), error porcentual absoluto medio (MAPE) y el coeficiente de determinación (R2). Como conclusión se establece que la aplicación de ANFIS resulta fácil de implementar y la precisión alcanzada es de 1,364, 0,129 y 0,9998 para RMSE, MAPE y R2 respectivamente.

Palabras Clave: Manufactura aditiva, Fusión selectiva láser, Porosidad, Sistema de inferencia neuro-difuso.

PREDICTION OF MECHANICAL PROPERTIES APPLYING A NEURO-FUZZY INFERENCE SYSTEM IN ADDITIVE MANUFACTURING

Abstract: In this work the applicability of an artificial intelligence tool is evaluated for the prediction of mechanical properties in parts built by additive manufacturing (AM). The AM process brings the possibility to process many materials from polymers and ceramics to metals, however the applicability of this technology is limited due to the anisotropy inherent to the layered manufacturing process, which generate porosity between adjacent layers accelerating the degradation of the parts built. For the porosity prediction in samples of stainless steel 316L built by selective laser melting (SLM) a hybrid machine learning tool is applied. A total of 64 data sets were used, of which 80% was used for training, 10% for validation and 10% for prediction. Different hyperparameters configurations were evaluated until predictions were obtained with minimum error, the accuracy of the system was evaluated by applying three statistical metrics: mean square error (RMSE), mean absolute percentage error (MAPE) and the coefficient of determination (R2). In conclusion, it is established that the use of a neuro-fuzzy inference system is easy to implement, and the precision reached is 1,364, 0.129 and 0.9998 for RMSE, MAPE and R2 respectively.

Keywords: Additive manufacturing, Selective laser melting, Porosity, Neuro-fuzzy inference system.

I. INTRODUCCIÓN

La fabricación aditiva (AM), también denominada impresión 3D, se desarrolló inicialmente como una herramienta para prototipado [1]. AM amplía la libertad de diseño y brinda la posibilidad de procesar casi cualquier material, desde metales, polímeros, cerámicos hasta materiales compuestos [2]. Dentro de la fabricación metálica se puede distinguir entre dos grandes tecnologías, una donde se tiene un lecho de polvo metálico y a través de una fuente de calor se va fundiendo el material selectivamente y la segunda donde se deposita el material directamente [3]. La tecnología de fusión selectiva láser (SLM) es un proceso de fusión de lecho de polvo diseñado para usar un láser de alta densidad de potencia para fundir y fusionar regiones selectivas de polvo, capa por capa, según datos de diseño asistido por computadora (CAD), donde es posible construir geometrías complejas, imposibles de conseguir por procesos convencionales [4][5]. Para adoptar esta tecnología a la industria es necesario comprender cómo los parámetros de procesamiento, propiedades del material y condiciones ambientales afectan el desempeño de la pieza fabricada.

Las propiedades mecánicas dependen de la microestructura y en el caso de SLM debido al vertiginoso ciclo de calentamiento y enfriamiento producido por la interacción material-láser se generan mecanismos difíciles de controlar como la extensión de la piscina fundida, turbulencia, material sin fundir, oxidación del material, etc. [6]. Este comportamiento se repite capa a capa, lo cual hace que exista una fuerte anisotropía, debida principalmente a la evolución de la microestructura [3]. El crecimiento, morfología y orientación de grano dependen en gran medida del gradiente de temperatura y la tasa de solidificación [7]. Sin embargo, la evolución de esta tecnología permitirá generar piezas de repuestos para diversas maquinarias en particular la maquinaria agrícola y de esa manera reducir el lucro cesante producto de la maquinaria defectuosa cuya mantención se retrasa por falta de repuestos en el momento de la reparación.

Fusión selectiva láser: Efecto de los parámetros de fabricación

Para obtener piezas con propiedades mecánicas similares a las fabricadas convencionalmente es necesario reducir la porosidad, varios estudios realizados muestran el efecto de los parámetros de procesamiento sobre la microestructura, propiedades mecánicas, resis-

tencia a la corrosión y desgaste. Sun et al. [6] encontró que si se incrementa la potencia láser, el tamaño de grano también crece, mientras que si se incrementa la velocidad de escaneo, el tamaño de grano decrece, el refinamiento del grano mejora las propiedades mecánicas. Zhang et al. [8] analizó la influencia de la orientación y el ángulo de escaneo donde la máxima resistencia a la tensión se obtiene cuando la dirección de fabricación es perpendicular a la dirección de tracción, mientras que el ángulo de escaneo óptimo es de 30°. Salman et al. [9] recomienda girar 79° el ángulo de escaneo después de cada capa para reducir la formación de poros durante el procesamiento por SLM. Lin et al. [10] evalúan el efecto de la velocidad de impresión sobre la densidad relativa y resistencia a corrosión. Aunque se han investigado varios parámetros de fabricación para obtener piezas con densidad relativa superior al 99%, no existe un estudio sistematizado para la identificación del rango de parámetros con el cual es posible obtener máxima densificación y por consiguiente mejorar las propiedades mecánicas de piezas fabricadas por SLM.

Respecto a la estrategia de fabricación, no existe un consenso sobre qué técnica proyecta los mejores resultados [11]. Zhang et al. [8] examinan el efecto del ángulo de escaneo desde 0 hasta 90°, con incrementos sucesivos de 15° y de acuerdo a sus resultados la máxima densidad relativa se obtiene a los 30° con un patrón de escaneo unidireccional. En general se puede hablar de cuatro tipos de patrones de escaneo: unidireccional, zigzag, barrido transversal y patrón de islas o tablero de ajedrez. Salman et al. [9] concluye que las mejores propiedades mecánicas se obtienen con un patrón unidireccional siempre que se escanee el contorno previamente, ya que el contorno actúa como límite para la transferencia de calor.

Para evitar fenómenos no deseados como material sin fundir y salpicadura del material fundido, existe una ventana de procesamiento en función de la densidad de energía, dada por la ecuación

$$E = \frac{P}{h \times v \times l} , \quad (1)$$

Donde, E: es la densidad de energía [J/mm³], P: potencia láser [W], h: distancia entre escaneo [mm], v: velocidad de escaneo [mm/s] y l: altura de capa [mm].

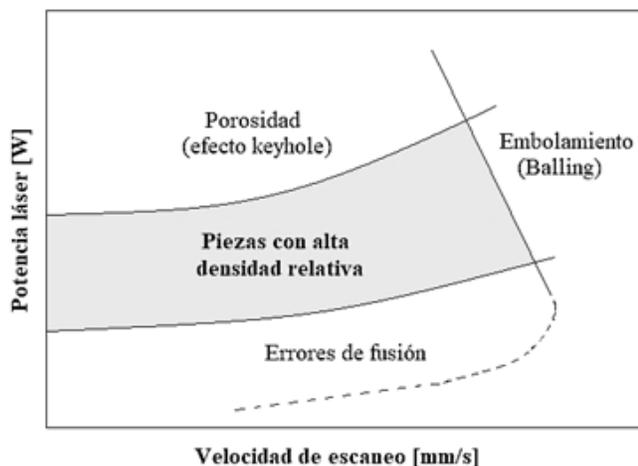


Figura 1. Efecto de la interacción potencia láser-velocidad de escaneo sobre la calidad de un material procesado por SLM

De acuerdo a Bourell et al. [12], los parámetros que definen la calidad de un material procesado por SLM es la potencia láser y la velocidad de escaneo (Figura 1), donde si la potencia del láser es baja y la velocidad de barrido es alta se origina el fenómeno de embolamiento (balling) y por el contrario si la potencia del láser es alta y la velocidad es baja se genera evaporación del material (efecto keyhole) [5].

Inteligencia artificial en procesos de manufactura

Debido a la necesidad de optimizar los procesos de fabricación y gracias al incremento del poder computacional, algoritmos de inteligencia artificial (IA) se han empleado para procesamiento de materiales. IA se refiere a la capacidad de un computador para aprender una tarea específica a partir de datos [13]. Una de las técnicas de IA más empleada es el aprendizaje automático o machine learning (ML), los algoritmos de ML utilizan métodos computacionales para aprender información directamente de los datos sin depender de una ecuación o modelo predeterminado [14]. Dentro de los algoritmos de ML, los modelos híbridos destacan por su flexibilidad, ya que una parte puede actuar como estimador o predictor, y otra parte actuar como optimizador [15]. Las redes neuronales artificiales (ANN) tienen la capacidad de aprender y entrenarse por sí mismas, se destacan en áreas donde la solución es difícil de expresar en algoritmos tradicionales [16]. Por otro lado, la lógica difusa (FL) es un método de razonamiento que se asemeja al razonamiento humano, FL permite confiar en la experiencia de expertos que ya conocen el proceso, diferente a las redes neuronales, que toma datos de entrenamiento y generan modelos cercanos [13][16]. Los sistemas neuro-difusos son sistemas inteligentes

híbridos que integran los principios ANN y FL y tiene el potencial de capturar los beneficios de ambos en un solo marco [16]. Un sistema adaptativo de inferencia neuro-difusa (ANFIS), es un modelo híbrido de ML que se ha aplicado en diferentes áreas para la optimización y predicción en procesamiento de materiales e ingeniería [17][18], detección de enfermedades [19], predicción de velocidad [20], control de calidad [21], consume energético [15], etc.

Gracias a la optimización de algoritmos de ML, se ha incrementado el desarrollo de técnicas para el modelado y predicción en procesos de manufactura, Sen et al. [22] aplicaron ANFIS para predecir el rendimiento de una fresadora CNC en Inconel 690, evaluando la rugosidad, fuerza y temperatura de corte, se utilizaron 29 conjuntos de datos y la arquitectura de la red consistía de 5 capas: capa de entrada, la capa de fusificación, la capa del proceso de inferencia, la capa de des-fusificación y la capa de salida. Las predicciones alcanzaron valores alentadores con un error inferior al 3.8%. Saw et al. [23] definieron parámetros de procesamiento óptimos en el proceso de perforación para reducir el desgaste de la herramienta, se utilizó 27 conjuntos de datos para el entrenamiento, y 15 conjuntos de datos para testeo y verificación, aplicaron un enfoque híbrido entre ANFIS y algoritmos genéticos, obteniendo predicciones con un error relativo inferior al 3%. Garg et al. [24] aplicaron la metodología de superficie de respuesta (RSM) para alimentar una ANN y predecir la rugosidad y ondulación de la superficie de una pieza fabricada por SLM, se utilizó un total de 27 conjuntos de datos para el proceso de entrenamiento de los cuales se seleccionó 5 para verificación. Zhang et al. [25] desarrollaron un modelo de predicción de resistencia a la tracción basado en aprendizaje profundo o deep learning (DL) en modelado por deposición fundida (FDM), considerando las propiedades del material, parámetros del proceso y señales de sensores para alimentar la red neuronal. El error porcentual absoluto medio (MAPE) obtenido fue inferior al 7%.

La aplicabilidad de DL requiere de una gran cantidad de datos, un extenso proceso de entrenamiento y un alto poder computacional. Uno de los objetivos de este trabajo es evaluar la precisión de un sistema híbrido de ML que permita predecir la densidad relativa en piezas fabricadas por SLM, por esta razón, ANFIS aparece como una buena solución ya que brinda ciertas ventajas respecto a otras herramientas de ML, es muy útil cuando no se cuenta con una gran cantidad de conjunto de datos, su proceso de entrenamiento es muy fácil y ya que es una red neuronal optimizada, ayuda al algoritmo a ser más rápido y más preciso en términos de eficiencia

[26][27]. En el desarrollo del presente trabajo se aplica (ANFIS) para la predicción de la densidad relativa en probetas de acero inoxidable 316L fabricadas mediante fusión selectiva láser. Se toma como parámetros de entrenamiento la potencia láser, velocidad de escaneo, altura de capa y distancia entre escaneos. Se utiliza un total de 64 conjuntos de datos para el entrenamiento, validación y predicción y se evalúa la precisión del sistema aplicando diferentes métricas estadísticas.

II. METODOLOGÍA

A. Generación de base de datos

Para la generación de la base de datos se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica de piezas de acero inoxidable 316L procesadas por SLM (Tabla I), se consolidó un total de 64 conjunto de datos, 80% fueron empleados para entrenamiento, 10% para validación y 10% para la predicción.

Tabla I. Referencias para la generación de la base de datos

Conjunto de datos	Referencia	Año
7	[8]	2019
4	[9]	2019
5	[10]	2019
16	[28]	2020
4	[29]	2014
23	[30]	2017
5	[31]	2016

B. Entrenamiento y validación

Se implementó un sistema adaptativo de inferencia neuro-difuso (ANFIS) en Matlab de tipo Takagi-Sugeno para el entrenamiento, validación y predicción de la densidad relativa en probetas de acero inoxidable 316L fabricadas mediante SLM, los parámetros de entrada para alimentar el sistema fueron la potencia láser, velocidad de escaneo, altura de capa y distancia entre pasadas, con un rango de datos de acuerdo a la Tabla II. La variable de salida es la densidad relativa, donde el valor mínimo, media y valor máximo es de 91.20, 97.153 y 99.90% respectivamente.

Tabla II. Rango de parámetros de entrada

Parámetros	Rango		
	min	media	max
Potencia láser (W)	25	122	220
Velocidad de escaneo (mm/s)	111	590	1700
Altura de capa (mm)	0.02	0.035	0.05
Distancia entre pasadas (mm)	0.03	0.088	0.15

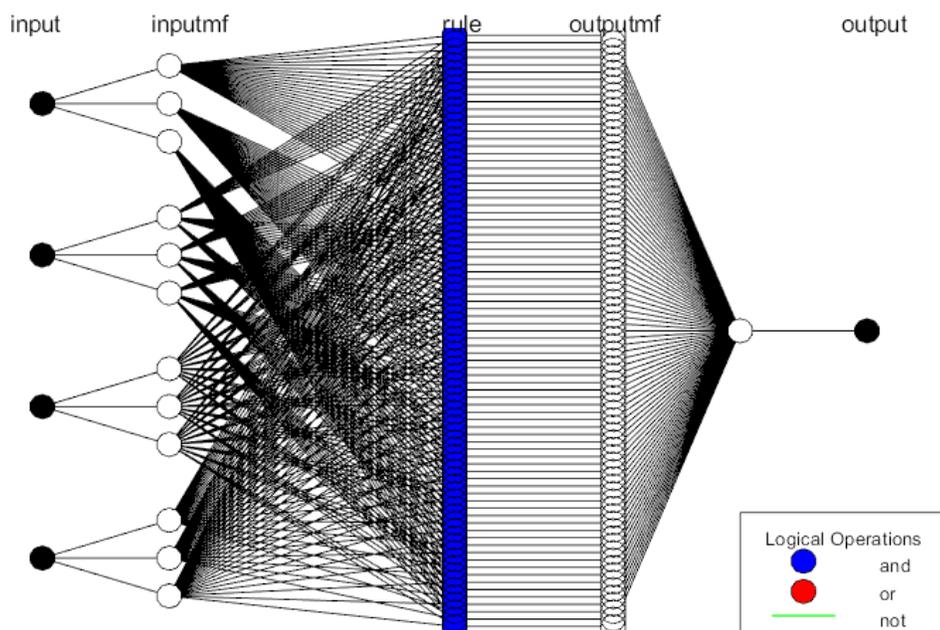


Figura 2. Arquitectura del sistema utilizado para el entrenamiento.

Para la generación del conjunto de datos de entrenamiento se aleatorizó la base de datos y se tomaron los primeros 48 conjuntos de datos, equivalentes a 240 valores. Para la generación del sistema de inferencia se evaluaron distintas configuraciones de funciones de membresía tipo triangular, trapezoidal, de campana y distribución gaussiana. El método de entrenamiento escogido fue tipo híbrido, la tolerancia del error fue de 1×10^{-5} y 10 iteraciones o épocas. La arquitectura del sistema se indica en la Figura 2, donde en la capa inicial se encuentra los parámetros de entrada, en la siguiente capa se tiene las funciones de membresía para el proceso de fusificación, la capa de reglas corresponde al sistema de inferencia, en la siguiente capas se realiza el proceso de des-fusificación y la capa final se tiene la respuesta del sistema, en este caso la densidad relativa.

Una vez definida la arquitectura del sistema, se da inicio el entrenamiento hasta que el sistema alcance la precisión esperada. El proceso de validación se lo realizó con un total de ocho conjuntos de datos, equivalente a 40 datos; durante esta etapa es posible modificar parámetros del sistema para obtener una mejor precisión.

C. Predicción y evaluación de la precisión del sistema

Se evaluó la precisión del sistema utilizando tres métricas estadísticas: error cuadrático medio (RMSE), error porcentual absoluto medio (MAPE) y el coeficiente de determinación (R^2). Se utilizó un total de ocho conjuntos de datos, equivalente a 40 datos. Las métricas se determinan de acuerdo con la ecuación (2), (3) y (4):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_i (e_i - p_i)^2} \quad (2)$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_i \frac{(e_i - p_i)}{p_i} \times 100 \quad (3)$$

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum_i (e_i - p_i)^2}{\sum_i p_i^2} \right) \quad (4)$$

Donde e_i es el valor esperado, p_i es la predicción y N el número de datos utilizados.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de densidad relativa, así como su frecuencia se detallan en la Figura 3. La evaluación de los hiperparámetros se muestra en la Tabla III, así como los parámetros de entrenamiento y validación. La evaluación de la precisión del sistema se indica en la Tabla IV. Más del 85% de los valores de densidad relativa se concentran entre 95,2 y 99,5 %, aunque este porcentaje representa una porosidad entre 0,5 y 4,8% que parecería un valor bajo, la existencia de porosidad entre capas adyacentes actúa como concentrador de tensiones, acelerando la degradación del material [32]. Además, gracias al incremento de investigaciones sobre AM y la optimización del proceso de SLM, se observa que un 25% del conjunto de datos empleado alcanza una densidad superior al 99%, mejorando las propiedades mecánicas como la resistencia a la tensión y maximizando la dureza, lo cual promueve la inclusión de esta tecnología en la industria.

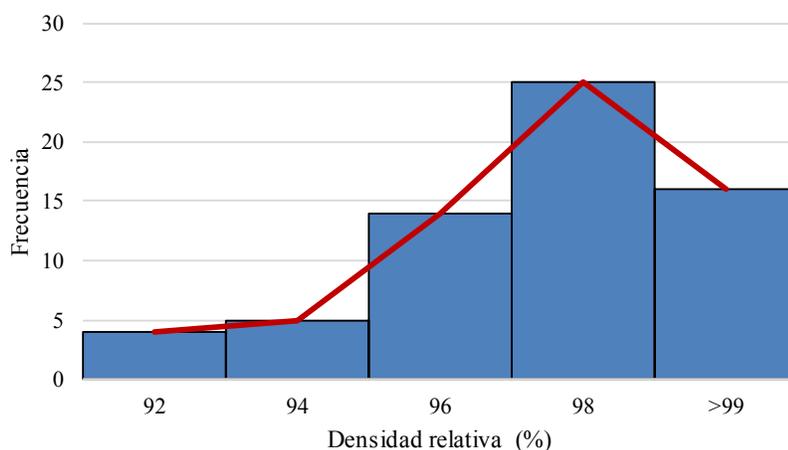


Figura 3. Histograma y polígono de frecuencias de densidad relativa.

Para el proceso de entrenamiento se evaluaron cuatro tipos de funciones de membresía, las funciones de tipo gaussiana presentan RMSE de 0,4742 para entre-

namiento, sin embargo, para el proceso de validación el valor de RMSE es de 9,6519. Para el tipo trapezoidal el valor de RMSE para el entrenamiento es de 0,5973 y

para evaluación RMSE de 7,41. Para el tipo triangular, se tiene RMSE de 0,4749 y 6,4328 para entrenamiento y validación respectivamente. Por tanto las funciones de membresía de tipo triangular presentan la mayor precisión, estos valores van en acuerdo con [23], donde se tiene que las funciones de tipo triangular presentan

menor RMSE en comparación con las funciones de tipo gaussiana y de campana. En este trabajo las funciones de campana generalizada presentan la menor precisión con un RMSE de 129,54 para validación y 0,4753 para entrenamiento.

Tabla III. Parámetros de evaluación para el entrenamiento y validación del sistema

Funciones de membresía		Parámetros de entrenamiento			Evaluación de la precisión (RMSE)	
Tipo	Número	Método de entrenamiento	Tolerancia del error	Épocas	Entrenamiento	Evaluación
campana	3	Híbrido	0,0001	10	0,47532	129,54
gauss	3	Híbrido	0,000001	5	0,47425	12,2122
gauss2	3	Híbrido	0,00001	10	0,47428	9,6519
trapezoidal	3	Híbrido	0,000001	5	0,59727	7,4123
triangular	3	Híbrido	0,000001	5	0,47489	6,4328

Para la evaluación de la precisión de las predicciones de densidad relativa, se aplicaron diferentes métricas para evitar sesgos estadísticos [17]. La precisión alcanzada RMSE es de 1,3646, MAPE de 0,1298 y R2 de 0,9998.

Tabla IV. Evaluación de la precisión del sistema de inferencia neuro-difuso

Valor esperado	Predicción	Parámetros de evaluación	
97	97,20		
95,9	95,52	RMSE	1,3646
97,7	94,60		
98,46	98,90	MAPE	0,1298
94,3	96,42		
99	98,95	R²	0,9998
98,84	99,21		
98,6	98,08		

IV. CONCLUSIONES

Este trabajo evaluó la aplicabilidad de un sistema de inferencia neuro-difuso para la predicción de la densidad relativa en probetas de acero inoxidable 316L fabricadas mediante SLM, se puede establecer las siguientes conclusiones:

A. La máxima densidad relativa se obtiene con una potencia láser mayor a 100 W, velocidad de escaneo entre 500 y 700 mm/s, altura de capa entre 0,02 y 0,03 mm y distancia entre pasadas de 0,08 mm.

B. La configuración de las funciones de membresía

muestra que con el tipo triangular se obtiene el menor error cuadrático medio RMSE = 0,4789 para entrenamiento y RMSE = 6,4328 para validación. Utilizando funciones de membresía de tipo trapezoidal se obtuvo RMSE = 0,5973 para entrenamiento y RMSE = 7,4123 para validación.

C. La precisión del sistema se evaluó aplicando tres métricas estadísticas, donde se obtuvo RMSE = 1,3646, MAPE = 0,1298 y R2 = 0,9998 utilizando funciones de membresía triangular, mientras que para el tipo trapezoidal se obtuvo un valor de RMSE = 2,1779.

RECONOCIMIENTO

El presente trabajo se desarrolló gracias al apoyo financiero por parte de la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, beca N° AR-SEQ-BEC-000329-2017.

A los profesores Magdalena Walczak y Jorge Ramos por sus oportunas asesorías en el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS

[1] A. Alafaghani, A. Qattawi, B. Alrawi, and A. Guzman, "Experimental Optimization of Fused Deposition Modelling Processing Parameters: A Design-for-Manufacturing Approach," *Procedia Manuf.*, vol. 10, pp. 791–803, 2017.

- [2]M. Rinaldi, T. Ghidini, F. Cecchini, A. Brandao, and F. Nanni, "Additive layer manufacturing of poly (ether ether ketone) via FDM," *Compos. Part B Eng.*, vol. 145, no. December 2017, pp. 162–172, 2018.
- [3]N. Li et al., "Progress in additive manufacturing on new materials: A review," *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 35, no. 2, pp. 242–269, 2019.
- [4]Y. Zhu, J. Zou, and H. Yang, "Wear performance of metal parts fabricated by selective laser melting: a literature review," *J. Zhejiang Univ. A*, vol. 19, no. 2, pp. 95–110, 2018.
- [5]C. Y. Yap et al., "Review of selective laser melting: Materials and applications," *Appl. Phys. Rev.*, vol. 2, no. 4, 2015.
- [6]X. Zhang, C. J. Yocom, B. Mao, and Y. Liao, "Microstructure evolution during selective laser melting of metallic materials: A review," *J. Laser Appl.*, vol. 31, no. 3, p. 031201, 2019.
- [7]J. Zhang, B. Song, Q. Wei, D. Bourell, and Y. Shi, "A review of selective laser melting of aluminum alloys: Processing, microstructure, property and developing trends," *J. Mater. Sci. Technol.*, vol. 35, no. 2, pp. 270–284, 2019.
- [8]Z. Zhang, B. Chu, L. Wang, and Z. Lu, "Comprehensive effects of placement orientation and scanning angle on mechanical properties and behavior of 316L stainless steel based on the selective laser melting process," *J. Alloys Compd.*, vol. 791, pp. 166–175, 2019.
- [9]O. O. Salman et al., "Impact of the scanning strategy on the mechanical behavior of 316L steel synthesized by selective laser melting," *J. Manuf. Process.*, vol. 45, no. July, pp. 255–261, 2019.
- [10]K. Lin et al., "Selective laser melting processing of 316L stainless steel: effect of microstructural differences along building direction on corrosion behavior," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 104, no. 5–8, pp. 2669–2679, 2019.
- [11]F. Bartolomeu et al., "Predictive models for physical and mechanical properties of Ti6Al4V produced by Selective Laser Melting," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 663, pp. 181–192, 2016.
- [12]D. Bourell, J. Coholich, A. Chalancon, and A. Bhat, "Evaluation of energy density measures and validation for powder bed fusion of polyamide," *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, vol. 66, no. 1, pp. 217–220, 2017.
- [13]N. Siddique and H. Adeli, *Computational Intelligence: Synergies of Fuzzy Logic*. 2013.
- [14]S. M. Chelly and C. Denis, "Introducing Machine Learning," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 33, no. 2, pp. 326–333, 2001.
- [15]A. Mosavi, M. Salimi, S. F. Ardabili, T. Rabczuk, S. Shamshirband, and A. R. Varkonyi-Koczy, "State of the art of machine learning models in energy systems, a systematic review," *Energies*, vol. 12, no. 7, 2019.
- [16]G. Casalino, "Computational intelligence for smart laser materials processing," *Opt. Laser Technol.*, vol. 100, pp. 165–175, 2018.
- [17]J. Mathew, J. Griffin, M. Alamaniotis, S. Kanarachos, and M. E. Fitzpatrick, "Prediction of welding residual stresses using machine learning: Comparison between neural networks and neuro-fuzzy systems," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 70, pp. 131–146, 2018.
- [18]M. F. A. Zaharuddin, D. Kim, and S. Rhee, "An ANFIS based approach for predicting the weld strength of resistance spot welding in artificial intelligence development," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 31, no. 11, pp. 5467–5476, 2017.
- [19]M. L. Huang, H. Y. Chen, and J. J. Huang, "Glaucoma detection using adaptive neuro-fuzzy inference system," *Expert Syst. Appl.*, vol. 32, no. 2, pp. 458–468, 2007.
- [20]M. Valčić, R. Antonić, and V. Tomas, "ANFIS based model for ship speed prediction," *Brodogradnja*, vol. 62, no. 4, pp. 373–382, 2011.
- [21]C.-W. Huang, L. Baron, M. Balazinski, and S. Achiche, "Comprehensive model optimization in pulp quality prediction: a machine learning approach," *PeerJ Prepr.*, pp. 1–18, 2017.
- [22]B. Sen, U. K. Mandal, and S. P. Mondal, "Advancement of an intelligent system based on ANFIS for predicting machining performance parameters of Inconel 690 – A perspective of metaheuristic approach," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 109, pp. 9–17, 2017.
- [23]L. H. Saw et al., "Sensitivity analysis of drill wear and optimization using Adaptive Neuro fuzzy –genetic algorithm technique toward sustainable machining," *J. Clean. Prod.*, vol. 172, pp. 3289–3298, 2018.
- [24]A. Garg, J. S. L. Lam, and M. M. Savalani, "Laser power based surface characteristics models for 3-D printing process," *J. Intell. Manuf.*, vol. 29, no. 6, pp. 1191–1202, 2018.
- [25]J. Zhang, P. Wang, and R. X. Gao, "Deep learning-based tensile strength prediction in fused deposition modeling," *Comput. Ind.*, vol. 107, pp. 11–21, 2019.
- [26]N. Mathur, I. Glesk, and A. Buis, "Comparison of adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) and Gaussian processes for machine learning (GPML) algorithms for the prediction of skin temperature in lower limb prostheses," *Med. Eng. Phys.*, vol. 38, no. 10, pp. 1083–1089, 2016.
- [27]G. O. Barrionuevo and J. A. Ramos-Grez, "Machine Learning for Optimizing Technological Properties of Wood Composite Filament-Timberfill Fabricated by

Fused Deposition Modeling BT - Applied Technologies,” 2020, pp. 119–132.

[28]T. Larimian, M. Kannan, D. Grzesiak, B. AlMangour, and T. Borkar, “Effect of energy density and scanning strategy on densification, microstructure and mechanical properties of 316L stainless steel processed via selective laser melting,” *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 770, no. June 2019, p. 138455, 2020.

[29]Y. Sun, A. Moroz, and K. Alrbaey, “Sliding wear characteristics and corrosion behaviour of selective laser melted 316L stainless steel,” *J. Mater. Eng. Perform.*, vol. 23, no. 2, pp. 518–526, 2014.

[30]X. Qi, H. Feng, and L. Liu, “Microstructure and

mechanical properties of 316L stainless steel produced by selective laser melting,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2154, pp. 2117–2131, 2019.

[31]A. Röttger, K. Geenen, M. Windmann, F. Binner, and W. Theisen, “Comparison of microstructure and mechanical properties of 316 L austenitic steel processed by selective laser melting with hot-isostatic pressed and cast material,” *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 678, no. April, pp. 365–376, 2016.

[32]B. Zhang, Y. Li, and Q. Bai, “Defect Formation Mechanisms in Selective Laser Melting: A Review,” *Chinese J. Mech. Eng. (English Ed.)*, vol. 30, no. 3, pp. 515–527, 2017.

RESUMEN CURRICULAR



Germán Omar Barrionuevo, Ingeniero en Mecatrónica, Magister en Manufactura y Diseño asistidos por computador por la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Su área de investigación es la optimización de procesos de manufactura aplicando algoritmos de inteligencia artificial.

LA DESNUTRICIÓN Y SU INCIDENCIA EN EL RENDIMIENTO DEL APRENDIZAJE EN EL SISTEMA MOTRIZ DE LOS NIÑOS ENTRE 2 Y 3 AÑOS DE EDAD

Quintana Franco, Maricela Antonieta; Franco Ochoa, Diego Armando; Ullon Segovia, Rodolfo Manuel; Lindao Pérez, Jocelyn Daniela

Maquifra79@gmail.com, Dafo12@yahoo.es, rodolfo_manuel78@hotmail.com, danielalp.itscv2019@gmail.com

Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia

ORCID: 0000.0001.9535.9654 ,ORCID: 0000.0002.6778.4298

Recibido (04/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: La Organización Mundial de la Salud considera a la desnutrición como uno de los problemas sanitarios más importantes a nivel mundial y Ecuador no se escapa de esta realidad, ya que se determinó a través del Programa Mundial de Alimentos en América Latina, que es el cuarto país que presenta altos índices de desnutrición infantil. Es por ello que se plantea como objetivo establecer de qué manera incide la desnutrición en el aprendizaje del sistema motriz de los niños entre los 2 y los 3 años de edad, tomando como caso de estudio a los infantes de Mis Primeras Huellas. Metodológicamente el diseño de la investigación es mixta, ya que para establecer las causas de la desnutrición infantil se hizo un diseño de investigación de campo con la aplicación de una encuesta a los padres de los infantes que hacen vida en el centro y que presentan un cuadro de desnutrición, y para determinar las consecuencias de la desnutrición en los pequeños de la institución se realizó un diseño de investigación documental apoyados en los registros levantados por el centro de salud. Dentro de los resultados obtenidos se tiene que existe un desconocimiento de los padres sobre la buena nutrición de sus hijos al igual que necesitan ser orientados sobre la aplicación de una dieta balanceada que ayude a mitigar y/o eliminar la desnutrición. Como valor agregado se realizaron talleres dirigidos a las madres de los niños del centro, para la alimentación adecuada de sus hijos.

Palabras Clave: Desnutrición, aprendizaje, sistema motriz, niñez.

MALNUTRITION AND ITS INCIDENCE ON LEARNING PERFORMANCE IN THE MOTOR SYSTEM OF CHILDREN BETWEEN 2 AND 3 YEARS OF AGE

Abstract: The World Health Organization considers malnutrition as one of the most important health problems worldwide and Ecuador does not escape this reality, since it was determined through the World Food Program in Latin America, which is the fourth country that has high rates of child malnutrition. That is why the objective is to establish how malnutrition affects the learning of the motor system of children between 2 and 3 years of age, taking the infants of Mis Primeras Huellas as a case study. Methodologically, the research design is mixed, since to establish the causes of child malnutrition, a field research design was made with the application of a survey to the parents of infants who live in the center and who present a table of malnutrition, and to determine the consequences of malnutrition in the little ones of the institution, a documentary research design was carried out, supported by the records collected by the health center. Among the results, there is a lack of knowledge on the part of parents about the good nutrition of their children, as well as the need to be guided about the application of a balanced diet that helps to mitigate and / or eliminate malnutrition. As an added value, workshops were held for the mothers of the children of the center, for the adequate feeding of their children.

Keywords: Malnutrition, learning, motor system, childhood.

I. INTRODUCCIÓN

Es muy común que cuando se habla de la desnutrición que la primera asociación que se realiza es con la falta de alimentos y el hambre y las imágenes que probablemente vengan a nuestra memoria son las de niños extremadamente delgados que apenas tienen fuerza para sostenerse en pie, imágenes que suelen dar la vuelta al mundo cuando se produce una emergencia nutricional, como ya pasó en Etiopía, Somalia o el Cuerno de África. En la actualidad, según la UNICEF [1] más de 200 millones de niños en todo el mundo sufren algún tipo de desnutrición, pero la desnutrición que está detrás de la muerte de alrededor de 7.000 niños cada día, es el resultado de un proceso más complejo.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud se entiende por malnutrición “a las carencias, los excesos o los desequilibrios de la ingesta de energía y/o nutrientes de una persona [2]”. El término malnutrición abarca dos grupos amplios de afecciones. Uno es la desnutrición que comprende el retraso del crecimiento (estatura inferior a la que corresponde a la edad), la emaciación (peso inferior al que corresponde a la estatura), la insuficiencia ponderal (peso inferior al que corresponde a la edad) y las carencias o insuficiencias de micronutrientes (falta de vitaminas y minerales importantes).

La desnutrición tiene numerosas consecuencias adversas como son 1. El retraso en el crecimiento: la estatura es inferior a la que corresponde según la edad del niño o de la persona que sufre desnutrición. 2. La emaciación: el peso es inferior al que corresponde según la edad. 3. La carencia o insuficiencia de micronutrientes como las vitaminas y los minerales.

Un niño que sufre desnutrición no sólo ha tenido una cantidad insuficiente de alimentos, sino que además lo que ha ingerido no tenía los nutrientes necesarios para su desarrollo. No obstante, la desnutrición no se reduce exclusivamente a una cuestión de alimentación, o a una atención poco adecuada o a la acumulación de enfermedades infecciosas, ya que son dos elementos que siempre están presentes en los casos de desnutrición infantil. Es por ello que la falta de alimentos (en cantidad y calidad), la falta de cuidados y la aparición de infecciones generan un círculo vicioso que puede acabar con la vida de un niño, y más aún el origen de todo está en las causas básicas que incluyen factores sociales, económicos y políticos como la pobreza, la desigualdad o la falta de educación.

De acuerdo al informe [3] el cual participaron la (FAO), (FIDA), UNICEF, OMS y el Programa Mundial de Alimentos (WFP), hace mención que en América Latina y el Caribe la malnutrición sigue avanzando en la región, ya que para el año 2018, 4.8 millones de niños

tenían retardo en talla, 700.000 sufrían de inanición.

Aunque estas cifras parecen enormes, según el informe antes mencionado, todas las regiones del mundo tenían niveles de prevalencia considerados medios (entre 5% y 9%) para la desnutrición aguda infantil, excepto en América Latina y el Caribe, que tenían una prevalencia muy baja (1.3%). Estas cifras demuestran que estamos lejos de alcanzar los objetivos de Desarrollo Sostenibles 2030. Por esta razón, WFP sigue trabajando fuertemente para brindar asistencia alimentaria a los más vulnerables y promover la nutrición en el mundo.

Ecuador no se escapa a esta realidad ya que según el Programa Mundial de Alimentos en América Latina [3], es el cuarto país latinoamericano que presenta altos índices de desnutrición infantil. Las provincias con las tasas más elevadas de desnutrición se encuentran en la Sierra: Chimborazo el 40.3%, Cotopaxi 34.2%, Bolívar 31.7% y la zona rural del Azuay el 46.5% de niños menores de cinco años.

A raíz de esta problemática sobre la desnutrición infantil en Ecuador, se logró conocer a través de estudios realizados por pediatras, específicamente expertos en el área Neurología Infantil que la desnutrición tiene incidencias significativas en el sistema motriz del niño, trayendo consecuencias graves de aprendizaje, así como síntomas de cansancio físico y mental en el desempeño de sus actividades diarias. Es por ello que se identificó a través del Ministerio de Salud Pública la existencia del Centro de Desarrollo Infantil “Mis Primeras Huellas” en donde se presentan casos vinculados al tema y que son dignas de atención.

II. DESARROLLO

Para comenzar este interesante tema es imperativo adentrarnos en definiciones y reflexiones que nos orienten en el contexto de la investigación. Por un lado la Organización Mundial de la Salud afirma que la desnutrición “es el desequilibrio entre el aporte de nutrientes y energía y los requerimientos corporales para crecer, desarrollarnos y realizar funciones específicas [2]”. También se dice que la desnutrición es la asimilación deficiente de nutrientes en el organismo el cual produce un estado patológico de distintos grados de severidad con diferentes manifestaciones clínicas. Este estado incluye toda pérdida anormal de peso del organismo, desde la más leve hasta la más grave. Esta carencia de nutrientes se verá reflejada en el desarrollo físico (crecimiento), mental (intelecto) y psicomotor (habilidades).

En el mismo orden de ideas [4] señala que la desnutrición a edades tempranas origina secuelas permanentes que no se recuperan aun cuando el estado nutricional mejore posteriormente; sin embargo, si la desnutrición

se produce cuando el período de crecimiento craneal ha culminado los efectos, sólo permanecerá hasta que el estado nutricional se estabilice.

Latinoamérica ha tenido avances importantes en el campo de la salud, vivienda y educación. En el 2013 según [5], en el Ecuador los niños menores de cinco años constituyen un grupo de atención prioritaria de salud ya que ellos representaban un 10% de la población nacional, sin embargo [6] asevera que la desnutrición constituye un problema de salud sumamente importante sobre todo en los países en desarrollo debido a que actualmente existen 7.1 millones de niños menores de 5 años que sufren desnutrición crónica y el 1.9 tiene bajo peso.

En países que se encuentran en desarrollo, se ha estimado que la desnutrición infantil causa más del 41% de las muertes anuales en niños de 6 a 24 meses de edad y se señala que los que logran sobrellevar la enfermedad presentan secuelas que afectan su calidad de vida y repercusiones en su crecimiento y desarrollo, todo esto crea un efecto intergeneracional que detiene el progreso de la sociedad.

Debe ser compromiso del gobierno y de organismos particulares el hecho de intervenir tempranamente sobre los factores causales (condicionales y determinantes) de la desnutrición infantil, mediante el diseño e implementación de programas que busquen disminuir los efectos de la desnutrición, tomando en cuenta el entorno y contexto en los que una población se desarrolla, especialmente la vulnerabilidad en Latinoamérica.

El Gobierno Ecuatoriano declaró a la malnutrición infantil como una prioridad de intervención, tomando en consideración que se trata de un problema de origen multifactorial, el mismo refleja las condiciones económicas, sociales, culturales y biológicas de la familia e incluso del país.

Asevera [1] que en Ecuador uno de cada cinco niños menores de 5 años tiene baja talla para la edad (desnutrición crónica). Con base [6] se pudo determinar que la situación es más grave para la niñez indígena ya que 1 de cada 2 niños la padece y 4 de cada 10 presentan anemia.

Asimismo calcularon en el estudio anterior que el 25,3% de los prescolares tenían retardo de la talla para la edad. En esta investigación la talla baja para la edad tuvo un 20,8% y la talla baja severa 2,5% lo que coincide con la información anterior.

Para el abordaje de este tema es inevitable hablar sobre la Clasificación de la Desnutrición ya que nos indica el estado nutricional actual y nos permite detectar casos de desnutrición aguda. Cuando la relación de la talla para la edad (T/E) se encuentra disminuida, esto

significa que el individuo presenta desnutrición crónica.

Actualmente el Ministerio de Salud Pública del Ecuador realiza la valoración del estado nutricional en base a los puntos de corte por los desvíos estándar (DE) propuestos por la OMS. Se utilizan principalmente tres curvas: Peso para edad, Talla para edad e Índice de masa corporal para edad. La desnutrición ha sido clasificada de diferentes maneras, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la clasifica de la siguiente manera:

De acuerdo con su etiología:

1.Desnutrición primaria: cuando la ingesta de alimentos es insuficiente, sea por deficiencia en la calidad o deficiencia en la cantidad de los alimentos consumidos.

2.Desnutrición secundaria: el organismo no utiliza el alimento consumido y se interrumpe el proceso digestivo o abortivo de los nutrientes.

3.Desnutrición mixta o terciaria: es la asociación de las dos anteriores.

De acuerdo con su gravedad:

1.Desnutrición leve: cuando la puntuación es de 1 a 2 desviaciones z por debajo de la media.

2.Desnutrición moderada: cuando la puntuación es de 2 a 3 puntuaciones por debajo de la media.

3.Desnutrición grave o severa: cuando la puntuación z es inferior a -3 de la media.

De acuerdo con el nutriente deficiente:

1.Kwashiorkor o energético-proteica: se produce por la baja ingesta de proteína. El niño se encuentra con una apariencia edematosa, el tejido muscular está disminuido, lesiones húmedas de la piel, el niño se encuentra asténico.

2.Marasmo o energético-calórica: se presenta por la depravación de nutrientes. Se debe a que hay un nivel alto de cortisol, reducción en la producción de insulina y una síntesis de proteínas “eficiente” por el hígado a partir de las reservas musculares. El niño se encuentra totalmente emaciado, con disminución de todos los pliegues de la masa muscular y tejido adiposo; la piel es seca, plegadiza y presenta un retraso marcado en su desarrollo.

3.Kwashiorkor-marasmática o mixta: deficiencia tanto de proteínas como de calorías son condiciones distintas pero podrían tener características de los dos tipos, por ejemplo: un niño puede presentar emaciación severa (marasmo) y al mismo tiempo tener alteraciones en la piel o pelo o edema (Kwashiorkor)

De acuerdo con el tiempo de evolución:

1. **Aguda:** cuando se afecta el peso y no la talla. Existe deficiencia en el indicador peso para la estatura (P/T). Resulta de una pérdida de peso asociada con períodos de hambre o enfermedad que se desarrolla rápidamente y es limitada en el tiempo.

2. **Crónica:** cuando está comprometido el peso y la talla. Existe deficiencia en el indicador Longitud/estatura para la Edad (E/E). Este indicador permite identificar niño con retardo en el crecimiento (longitud o talla baja) debido a un insuficiente aporte de nutrientes por períodos prolongados de tiempo.

En cuanto a las causas de la desnutrición, la etiología de la desnutrición puede variar desde una disminución de la ingesta de alimentos, enfermedad o aumento de necesidades metabólicas.

La [1] divide en niveles las causas de la desnutrición.

1. **Causas básicas:** abarca factores políticos y económicos, es decir, se necesita una relación de ambos factores para determinar un buen estado nutricional, si existe una buena economía pero las multisectoriales e intervenciones enfocadas a la equidad son escasas, no se podrá llegar a los sectores vulnerables de la sociedad.

2. **Causas subyacentes:** incluye la falta de acceso a los alimentos, la falta de atención sanitaria, la utilización de sistemas de agua y saneamiento insalubres y las prácticas deficientes de cuidado y alimentación.

3. **Causas inmediatas:** se refiere a la falta de una alimentación adecuada en cantidad y calidad, y la presencia de enfermedades e infecciones como la diarrea.

Para la Organización Mundial de la Salud la falta de acceso a alimentos no es la única causa de desnutrición, sino también van a influir métodos defectuosos de alimentación, las infecciones o la combinación de ambos factores. Las dolencias infecciosas (diarrea, neumonía, etc.) afectan al estado nutricional del niño y los métodos defectuosos como una lactancia inadecuada contribuye a la desnutrición.

De acuerdo a [6] en Ecuador el 90% son ocasionados por la sub alimentación del individuo, ya sea por deficiencia en la cantidad o calidad de alimentos consumidos. Este déficit en la alimentación está producido por varios factores, entre ellos: la pobreza, mala higiene en los alimentos, una dieta absurda, suplementos no adecuados y el 10% que causa la desnutrición está provocada por infecciones enterales o parenterales, defectos congénitos de los niños y nacimientos pre términos.

Dentro de toda la problemática que gira en torno a la desnutrición es imposible negar la existencia de una población en riesgo en las que lamentablemente entran

en juego las mujeres, lactantes, niños y adolescentes, especialmente aquellos que viven en condiciones socioeconómicas devastadoras, en el cual hay carencia de alimentos, por consiguiente repercute en el estado de salud integral de las personas, en especial de los niños.

Por otra parte existen los llamados factores de la vulnerabilidad alimentaria que según [1] refleja la probabilidad de que se produzca una disminución aguda del acceso a alimentos, o a su consumo en relación con un valor crítico que define niveles mínimos de bienestar humano. Esta vulnerabilidad depende de dos dimensiones: la condición del entorno (social, económico, político) y la capacidad y voluntad (individual y colectiva) de contrarrestarla. Entre los factores más relevantes están los siguientes:

Factores medioambientales

El lugar en donde habitan los niños es de suma importancia al momento de hablar de desnutrición, debido a que ambientes muy expuestos a riesgos ambientales (falta de agua potable, saneamiento básico, exposición a desastres naturales) aumenta el riesgo de que la población tenga problemas nutricionales y de contraer enfermedades infecciosas especialmente diarreas y parásitos.

Factores sociales, culturales y económicos

La desnutrición se relaciona directamente con la pobreza, pues el bajo ingreso económico impide el acceso a alimentos de buena calidad y la cantidad necesaria o ambos. La sustitución de cultivos tradicionales por cultivos comerciales más rentables aumenta la vulnerabilidad nutricional y reduce el acceso a los mismos. El bajo nivel educativo y falta de conocimiento sobre salud reproductiva, nutrición y desarrollo infantil inciden negativamente en la desnutrición.

Si nos centramos en la edad infantil nos podremos dar cuenta que la desnutrición es como un círculo vicioso que conlleva a efectos negativos sobre la salud integral del niño, es decir, si las mujeres se encuentran desnutridas durante la gestación, habrá nacimientos de bebés con un peso bajo o extremadamente bajo. En los países en vías de desarrollo nacen cada año unos 19 millones de niños con bajo peso (menos de 2.500 gramos).

La desnutrición aguda aumenta el riesgo de muerte y la desnutrición crónica tiene consecuencias irreversibles, aumenta el riesgo de contraer enfermedades y frena el crecimiento y desarrollo físico e intelectual del niño. Al verse limitada la capacidad intelectual y cognitiva del niño se verá también afectado el ámbito escolar en su rendimiento y el proceso de adquisición de habilidades, por ejemplo: la anemia por deficiencia de hierro conlleva efectos negativos en el rendimiento escolar y la productividad. El déficit de micronutrientes como el

hierro, zinc, yodo y vitamina A, se traduce en un deterioro cognitivo que deriva a un menor aprendizaje.

Los estudios indican que en los grados severos la desnutrición produce efectos perjudiciales sobre el desarrollo cognitivo.

En el 2008 [7] en una investigación realizada por él y sus colaboradores, evaluaron el rendimiento de las funciones neuropsicológicas de velocidad motriz, atención, funciones ejecutivas, funciones visuoespaciales, comprensión, aprendizaje y memoria entre un grupo de niños con desnutrición proteico-energética crónica severa y otro con adecuado estado nutricional. Los resultados mostraron un mejor rendimiento de los niños con adecuado nivel nutricional de todas las funciones evaluadas a excepción de la velocidad motriz.

Cualquier causa de algún tipo de desnutrición traerá consecuencias a mediano y largo plazo en el crecimiento, en el inadecuado desarrollo psicomotor, en el comportamiento del infante, manteniendo elevadas tasas de mortalidad infantil de los países en desarrollo.

Los problemas que se dan progresivamente en el desarrollo psicomotor de un niño, es un aspecto que no ha sido considerado con la importancia que merece y es causa de no dejar expresar al niño todo su potencial, relacionado estrechamente con el estado nutricional y el entorno en el que se desarrolla.

El déficit nutricional relacionado con el desarrollo de las habilidades cognoscitivas en los niños presenta un desarrollo lento del rendimiento para ciertas funciones intelectuales, es por esto que los niveles de adquisición de habilidades son más bajos en los niños que han padecido un tipo de desnutrición, que en los niños que viven en condiciones sociales y ambientales más favorables para su desarrollo.

Diversos estudios sugieren que la deficiencia energética limita la actividad física, la interacción del niño con su madre y con el ambiente y por lo tanto los estímulos, al grado que incide en el desarrollo de funciones importantes.

Varios estudios a nivel internacional han buscado relacionar la desnutrición infantil con los efectos en el desarrollo psicomotor de los niños, dando más énfasis al área cognitiva que a la motora. Generalmente lo asocian con el nivel socioeconómico, recursos medioambientales, bajo peso al nacer y prematuridad.

Estas investigaciones indican que el desarrollo psicomotor y el estado nutricional son el resultado de un conjunto de factores relacionados directamente con la condición de vida del individuo principalmente en los sectores más pobres. Los niños con secuelas graves por la desnutrición pueden presentar retardo en el desarrollo o alteraciones en el funcionamiento intelectual debido

a los distintos estados de déficit proteico energético que han sufrido. Se ha comprobado que las áreas más afectadas son la memoria, coordinación visomotora y lenguaje, que luego producirá perjuicios en el rendimiento escolar de los niños.

La Psicóloga Rengifo M.[8], menciona que el aprendizaje es el proceso de formar experiencia y adaptarla para futuras ocasiones. Por otra parte Ausubel [9] diferencia tres categorías de aprendizaje significativo: la primera es (representativa o de representaciones) y se refiere al aprendizaje del significado de los símbolos o de las palabras como representación simbólica, la segunda es (conceptual o de conceptos) permite reconocer las características o atributos de un concepto determinado, así como las constantes en hechos u objetos y la tercera (preposicional o de proposiciones) implica aprender el significado que está más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que conforman.

En el mismo orden y sentido, [10] sostiene que la mayoría de los niños en edades entre 2 y 3 años ya han desarrollado un conjunto de conceptos que permiten el aprendizaje significativo. Tomando ese hecho como punto de partida, se llega a la adquisición de nuevos conceptos a través de la asimilación, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora de los mismos.

Asimismo [9] propone considerar la psicología educativa como elemento fundamental en la elaboración de los programas de estudio, ofreciendo aproximaciones prácticas al educador acerca de cómo aplicar los conocimientos que aporta su teoría del aprendizaje a la enseñanza.

De acuerdo al desarrollo psicomotor de los niños entre los 2 a 3 años de edad, la mantención de postura en el niño se demuestra en que tiene pies más seguros y veloces, aumenta y disminuye la velocidad con mayor facilidad de dar vueltas más cerradas y domina las frenadas bruscas. Demuestra su autonomía al subir escaleras sin ayuda alternando pies, puede saltar el último escalón con los 2 pies juntos desde una altura de 30 cm., es capaz de pedalear un triciclo logrado gracias a un perfeccionado equilibrio, el andar es sin muchos balanceos y vacilaciones, está mucho más cerca del dominio de la posición erguida y durante 1 segundo puede pararse en un solo pie teniendo su desarrollo psicomotor una ramificación especialmente significativa. A los 3 años necesita muy poco esfuerzo consciente para pararse, puede mantener el equilibrio fácilmente con los talones juntos, corre y juega displicentemente, puede erguirse solo estando en cuclillas y mantener el equilibrio momentáneamente en punta de pies.

Asimismo su control postural está bien desarrollado que puede dar pasos de marcha o de carrera sobre la punta de los pies, puede caminar en línea recta, caminar hacia atrás largas distancias y es lo bastante osado para tratar de pasar la barra de 6 cm, puede saltar de una altura de 20 cm y saltar sobre el piso verticalmente con los pies juntos, también puede tomar una pelota grande con los brazos tiosos extendidos hacia delante y arrojarla sin perder el equilibrio. Adquieren independencia para correr lentamente, consiguen vestirse y asearse solos.

El perfeccionamiento del mecanismo con la vista se hace evidente en el hecho de que puede trazar un cuadrado, copiar el dibujo de un círculo y construir una torre de 9 o 10 cubos, puede alimentarse por sí solo sin derramar la comida en demasía, y con ayuda de ambas manos puede verter, al desvestirse puede sacarse los pantalones.

III.METODOLOGÍA

Metodológicamente el diseño de la investigación es mixta, ya que para determinar las consecuencias de la desnutrición en los infantes del CDI se realizó un diseño de investigación documental, aplicando la técnica del análisis de contenido a través de los documentos y registros que posee la Unidad de Atención que incluye las consideraciones de los pediatras y nutricionistas del plantel.

Por otra parte, para establecer las causas que producen la desnutrición de los niños de “Mis Primeras Huellas”, se aplicó un diseño de investigación de campo en donde se empleó la técnica de la observación a los niños del centro de salud durante seis meses, la técnica de la encuesta aplicada a 20 de los padres y representantes de los niños que hacen vida en el Centro de Desarrollo Infantil que presentan un cuadro de desnutrición, y por último la entrevista a 2 de los pediatras y 2 de las nutricionistas que forman parte del staff de trabajadores que día a día laboran en el CDI brindándoles los cuidados necesarios para el mejor desarrollo de los infantes.

IV.RESULTADOS

En esta sección de la presente investigación se hará la exposición de los resultados segmentándolos en dos fases.

A.Consecuencias de la Desnutrición de los niños de “Mis Primeras Huellas”

De acuerdo al análisis de contenido realizado en la investigación a través de los documentos y registros que posee la Unidad de Atención del CDI “Mis Primeras Huellas”, se pudo determinar la desnutrición de 20 niños que forman parte del centro de salud y sus expe-

dientes, en el cual se tenía un registro de la talla, el peso y la masa corporal, así como sus curvas de implementación y valoración del infante que realiza cada 6 meses el Ministerio de Salud Pública, en el cual se pudo conocer que en dicho centro de salud se presenta una baja nutricional del 15 % de los niños en el último semestre del año 2019 con relación a los semestres anteriores, y por ende una disminución en la capacidad de aprendizaje del infante.

Asimismo los pediatras que hacen vida en el centro manifestaron en los registros, que los niños no sólo han presentado problema de aprendizaje en el sistema motriz sino que también tenían síntomas de cansancio físico y mental en el desempeño de sus actividades diarias en la unidad de atención.

Es importante agregar que existe un patrón de conducta muy particular de estos niños, ya que en la unidad de atención del CDI desde los días lunes hasta los viernes los infantes se van a sus hogares bien alimentados de acuerdo a su ración alimenticia diaria, sin embargo en los dos días que están con sus padres o representantes ellos se descuidan y cuando comienza la jornada a la semana siguiente los niños presentan un bajo peso, problemas estomacales y cuadros de enfermedades no frecuentes, presentan un bajo accionar para aprender, por lo cual no pueden desarrollar su sistema motriz igual que los demás niños.

B.Causas de la Desnutrición de los niños de “Mis Primeras Huellas”

Apegados a la realidad de la comunidad en estudio, fue necesario conocer las características de las personas de la región que deciden albergar a sus hijos durante la semana en el CDI “Mis Primeras Huellas”, pudiéndose determinar que la población económicamente activa de la provincia de Los Ríos (es la misma ubicación geográfica del CDI) está compuesta por el sector familiar empresarial artesanal y campesina que se ha considerado como un sector informal y marginado que no tiene el apoyo gubernamental, ni fuentes de trabajo seguros, por lo tanto obtienen salarios muy bajos y por ende su alimentación es deficiente así como su aprendizaje.

Por otra parte se quería conocer a profundidad la opinión de los padres de los niños que presentan un cuadro de desnutrición y es por ello que se decide hacer uso de la técnica de la Encuesta a través de un cuestionario estructurado con 10 preguntas cerradas.

Dicho cuestionario fue aplicado a los 20 padres y representantes de los niños del CDI “Mis Primeras Huellas” del Sector Playa Grande de la Parroquia Nicolás Infante Díaz del Cantón Quevedo de la Provincia de Los Ríos que presentaban un cuadro de desnutrición y

se logró obtener los siguientes resultados:

El 75% de los padres encuestados manifestaron que no conocen las consecuencias de la desnutrición infantil ni han recibido capacitación por parte de alguna entidad gubernamental sobre sus causas y consecuencias en el niño o niña y a pesar de que están satisfechos con las raciones alimenticias diarias que le dan a los niños en el Centro de Desarrollo Infantil “Mis Primeras Huellas” durante la semana, también consideran que la alimentación que le dan a su infante el fin de semanas en su hogar es adecuada para su nutrición.

En el mismo orden y sentido, el 75% opinan que aunque han recibido una orientación sobre la nutrición y desnutrición por parte del médico del Ministerio de Salud Pública, ésta ha sido muy somera, es decir, poco detallada sobre el tema.

Por otra parte el 80% de los padres encuestados revelaron que para una buena nutrición de los niños y niñas se debe consumir frutas de temporada y no frutas con químicos, mientras que el 20% declara que las frutas importadas se las puede encontrar en el mercado en cualquier época del año y están siempre a la mano en el mercado y no así las frutas de temporadas.

Otro punto muy importante es que el 55% de los padres respondieron que cumplen a cabalidad con el tratamiento recomendado por el médico para evitar anemia o enfermedad crónicas al horario que corresponde según lo que estipula el especialista sin embargo el 45% aceptan que no lo cumplen por considerarlo innecesario para su hijo o hija.

Y por último y no menos importante el 100% de los padres coinciden en que están totalmente de acuerdo que se ejecute una capacitación para contrarrestar la desnutrición de sus hijos e hijas, con temas del buen manejo nutricional de las diferentes edades y que puedan contar con la participación de médicos y nutricionistas del centro, así como contar de manera quincenal o mensual asesorías personalizadas si así fuese necesario.

V. CONCLUSIONES

En cuanto a las Consecuencias de la Desnutrición de los niños de “Mis Primeras Huellas” se puede decir que los niños entre 2 y 3 años presentan problemas de desnutrición, presentan problemas psicomotores en algunos casos de grado moderado y en otros de grado severo, y que efectivamente ha tenido una incidencia directa en el rendimiento y el aprendizaje de los infantes ya que se las cuidadoras plantean que en estos casos los niños les cuesta retener la información y las lecciones dadas por ellas, tienen la vista desorientada, no tienen deseos de participar en los juegos y dinámicas que las cuidadoras recrean y muestran un cansancio y fatiga constante, son

retraídos, tristes, no juegan porque no tiene fuerzas para moverse, se enferman con facilidad, se hace evidente la dificultad en la adquisición del lenguaje, no juegan.

También estas profesionales manifiestan que se han visto en la necesidad de cambiar radicalmente su dinámica de aprendizaje en función de estos casos de desnutrición, ya que de lo contrario los niños no avanzarían dentro de su estructura física y mental en la que se encuentran actualmente. Estos resultados son avalados por los pediatras y nutricionistas que laboran en el CDI, a través de los exámenes médicos que realizan los galenos periódicamente tanto físicos como el funcionamiento del sistema motor del niño y los alimentos que ingieren los niños diariamente.

De acuerdo a las Causas de la Desnutrición Infantil presentada en el CDI “Mis Primeras Huellas”, se puede analizar que existe una fuerte incidencia en las condiciones económicas y sociales de los padres de cada uno de los niños y niñas que presentan este problema, ya que por un lado carecen de recursos económicos para mantenerle a sus hijos una dieta balanceada en el tiempo en el que los infantes están bajo su cuidado, ya que se pudo determinar que los niños que son recibidos en el CDI provienen de padres que carecen de recursos económicos suficientes como para mantener una nutrición óptima rica en proteínas, minerales, grasas, vegetales, frutas y verduras.

También incide el desconocimiento de los padres con respecto al tema de la desnutrición, ya que por una parte no les suministran a los niños los medicamentos correspondientes para minimizar el problema de su nutrición, a pesar que son proporcionados por el centro de una manera gratuita, originando un retroceso en todo el proceso de nutrición. Además los padres no disponen de herramientas informativas suficientes por parte de los entes gubernamentales para saber alimentar a sus hijos de una manera adecuada.

Sin embargo es admirable la disposición que tiene los padres y representantes de los niños para aprender y mejorar la calidad de vida de sus infantes.

También se puede decir que a raíz de los resultados obtenidos de la encuesta anteriormente explicitada, se prepararon unos talleres de inducción para los padres y representantes de los niños que presentan desnutrición en el CDI como parte de la contribución que esta investigación les quiere brindar a este centro de salud, el cual se sabe que será de gran utilidad tanto para los padres como para los nutricionistas y médicos que laboran en dicha institución.

Para finalizar es necesario que a los padres y representantes de los niños del CDI “Mis Primeras Huellas” les den orientación e información oportuna de cómo

pueden prevenir la desnutrición, a través de charlas continuas por partes del Ministerio de Salud Pública o de los nutricionistas del centro de salud, que permita concientizar sobre la importancia de las raciones alimenticias, el cuidado alimentario y horario al brindar las comidas y que estos sean de calidad y nutritivos.

REFERENCIAS

- [1] UNICEF, “¿Qué es la desnutrición?”, UNICEF, España, 2019. [Online]. Available <https://www.unicef.es/noticia/que-es-la-desnutricion>.
- [2] Organización Mundial de la Salud, “Estándares de crecimiento infantil de la OMS”, OMS, Suiza, 2016. [Online]. Available: <http://www.who.int/childgrowth/standards/es/>.
- [3] V. Laplante, “Las cifras más recientes en América Latina y el Caribe alertan de un aumento en la desnutrición”, Programa Mundial de Alimentos, Italia, 2019. [Online]. Available <https://historias.wfp.org/aumenta-la-desnutricion-en-america-latina-y-el-caribe-90c980a8dbdf>
- [4] A. P. Quino, Desarrollo motor en niños con desnutrición, Boyaca, Colombia, Ministerio de Salud Pública, 2015, pp. 15-21.
- [5] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, “ La desnutricion. Latinoamerica salud, vivienda y desnutricion. Quito, Pichincha, Ecuador: Food. 2015
- [6] Ministerio de Salud Pública e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Tomo 1. ENSANUT ECU 2012, Primera edición, Quito-Ecuador, El telégrafo. 2014.
- [7] R. Bhoomika, L. Shobini, B. Chandramouli, Cognitive development in children with chronic protein energy malnutrition. Behavioral and Brain Functions, 4. doi:10.1186/1744-9081-4-31. 2008.
- [8] M. Raffino. "Aprendizaje". Concepto.de. Argentina. 2019. [Online]. Available <https://concepto.de/aprendizaje-2/>.
- [9] D. P. Ausubel, Psicología educativa. España. Trillas-Editorial.2010.
- [10] V. A. Edmundo, Aprendizaje adquisitivo, Iberica Española, España, 1983, pp. 133- 136.
- [11] J. Piaget, Desarrollo de la inteligencia. Psicomotricidad, 1955, pp.12-17.
- [12] B. Aucouturier, Prácticas Psicomotriz, editorial Graó, España, 2007, pp.32.33.
- [13] H. W. Brown, Educación de la motricidad infantil. Editorial

EL JUEGO EN EL DESARROLLO INTELECTUAL DEL NIÑO

López Araujo, Janet Giovanna, Andrea Elizabeth Pozo Potosí, Yolanda Cecibel Bodero Aguayo,
Narcisa Johanna loor aguayo

Giovanna.lopez@educacion.gob.ec, elizandy-ep@hotmail.com, johaloor_25@hotmail.com

Ministerio de Educación, Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia

ORCID: 0000.0001.9535.9654 ,ORCID: 0000.0002.6778.4298

Recibido (04/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: El juego es una actividad tan antigua como el hombre mismo, aunque su concepto y su forma de practicarlo varía según la cultura de los pueblos, el ser humano lo realiza en forma innata producto de una experiencia placentera como resultado de un compromiso en particular, sin embargo diversos estudios han revelado que existe una relación directa entre estas actividades de recreación con el desarrollo intelectual del hombre sobre todo en sus primeros años de vida; es por eso que se plantea conocer la influencia del juego en el desarrollo intelectual en la etapa infantil, para ello se realizó la investigación en dos fases, en la primera se hizo un análisis documental sobre todo lo concerniente al juego, así como las características más relevantes del desarrollo intelectual del niño por etapas. La segunda fase consta de una investigación de campo cuya técnica empleada fue la entrevista a dos expertas en el área. De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que el juego infantil ayuda a adquirir hábitos saludables y a formar el carácter del niño(a), también contribuye al avance infantil de forma integral ya que ayuda a desarrollar de manera adecuada el ámbito psicomotor, afectivo-social y el intelectual.

Palabras Clave: Juego, Aprendizaje, Desarrollo Infantil, Socialización.

PLAY IN THE CHILD'S INTELLECTUAL DEVELOPMENT

Abstract: The game is an activity as old as man himself, although his concept, and his way of practicing it varies according to the culture of the people, the human being performs it in innate form, product of a pleasant experience as a result of a particular commitment. However, several studies have revealed that there is a direct relationship between these recreational activities with the intellectual development of man, especially in his first years of life; That is why it is proposed to know the influence of the game in the intellectual development in the infantile stage, for this purpose the investigation was carried out in two phases, in the first one a documentary analysis was made on everything related to the game, as well as the characteristics more relevant to the child's intellectual development in stages. The second phase consists of a field investigation whose technique was the interview with two experts in the area. According to the results obtained, children's play helps to acquire healthy habits and shape the child's character, it also contributes to children's progress in an integral way since it helps to properly develop the psychomotor, affective-social and social environment. the intellectual.

Keywords: Game, Learning, Child Development, Socialization

I. INTRODUCCIÓN

Es sabido por todos que el juego y los juguetes son esenciales en la infancia, ya que a través de ellos los niños no sólo se divierten sino que también aprenden, adquieren mecanismos para relacionarse con otros niños y desarrollan sus capacidades. Sin embargo haciendo una búsqueda sobre las investigaciones recientes relacionadas con el tema del juego y la niñez, se halló una publicación científica realizada por el Dr. Sergio Pellis, quien es investigador de la Universidad de Lethbridge en Alberta (Canadá) en donde certifica la importancia que el juego tiene para el desarrollo de la principal parte de nuestro cerebro [1].

Siendo un poco más específicos en la aseveración anterior, el doctor explica que las experiencias de juego modifican la conexión neuronal de la parte frontal del cerebro, y es aquí, en el cortex prefrontal donde durante la infancia se forman los principales “centros de control” de nuestro cerebro, que es la que controla y regula nuestras emociones y es la encargada de elaborar planes y solucionar problemas. Por ello destaca Pellis, “jugando es como preparamos nuestro cerebro para la vida, el amor e incluso el trabajo de aprendizaje” [1]. Para que el juego sea efectivo en el desarrollo de esta parte del cerebro, es necesario que los niños dispongan de suficiente tiempo para poder practicar el juego libre sin profesores, árbitros, ni reglas.

También se considera oportuno agregar que el juego aporta infinidad de beneficios en las distintas esferas de nuestra realidad cotidiana, debido a que se puede vincular el Juego y Sociedad: ya que jugar nos enseña a vivir, El Juego y Educación: debido a que el juego es una herramienta imprescindible en la educación de los niños, El Juego y Salud: porque jugar es saludable y por último el Juego y Emociones: puesto que el juego es la esencia de la infancia, la materia prima que nutre los descubrimientos y el aprendizaje del mundo que le rodea a través del ejercicio pleno de los sentidos, de la experimentación y el disfrute intenso del momento presente que conduce a la felicidad.

En el mismo orden y sentido, al igual que el juego es reconocido en cualquier contexto, también está presente en el ámbito jurídico internacional, ya que jugar es un derecho de la infancia que está reconocido en el artículo 31 de la Convención de los Derechos del Niño [2] y es una necesidad fundamental para su desarrollo físico, social y emocional, por lo que corresponde a padres, educadores y a la sociedad en general posibilitar tiempo, espacios y recursos para que los niños puedan hacer que el juego sea la verdadera misión de la infancia.

De acuerdo a toda la argumentación antes expuesta se puede analizar que el juego ha sufrido una desesti-

mación de todas las bondades que brinda al niño desde su más tierna edad, en donde existen evidencias que nos llevan a pensar que puede ser un apoyo en el área educativa y de salud mental infantil, es por ello que se plantea como objetivo de la presente investigación conocer la influencia del juego en el desarrollo intelectual en la etapa infantil; y para poder lograrlo se plantea la ejecución de dos fases que serán los ejes fundamentales para la obtención de resultados.

En la primera fase se busca conocer de manera bibliográfica todas las características del juego, su relación con la infancia temprana, su incidencia en el aprendizaje del infante y su aporte en la etapa de socialización del niño tanto con sus pares como con sus padres, docentes, entre otros.

En la segunda fase comprende la entrevista oral realizada a una pediatra reconocida con una experiencia de 10 años en la Neurología Infantil y a una docente experta en conducta infantil desde hace 30 años a fines de conocer su posición sobre el tema.

En cuanto a la estructura de la investigación se presenta lo siguiente: A. ¿Qué es el juego?: está conformada por definiciones de diversos profesionales expertos en el área infantil. B. Clasificación del juego según las cualidades que desarrolla: De acuerdo a las etapas que transita el niño, específicamente por edades. C. Contribuciones del juego para el desarrollo infantil: Comprende el desarrollo psicomotor, el desarrollo afectivo-social, el papel de los juegos simbólicos y por último los juegos de reglas y desarrollo social. D. El juego como instrumento de aprendizaje: Es una actividad que permite investigar y conocer el mundo de los objetos, el de las personas y su relación, explorar, descubrir y crear. E. Entrevista con expertos en el área infantil: Comprende los detalles de los profesionales expertos en el área infantil a los cuales se les realizó una entrevista oral con miras a conocer su opinión en cuanto al tema de los juegos y la incidencia en el desarrollo intelectual del niño.

II. DESARROLLO

Para poder comprender asertivamente la presente investigación, se hace imperativo hacer un recorrido sobre los juegos y los aspectos más relevantes que ella concibe, es por ello que nos planteamos la siguiente interrogante.

A. ¿Qué es el juego?

Para definirlo comenzaremos por describir el juego desde un punto de vista etimológico. De este modo podremos sentar la base del significado que nos da la palabra. La palabra juego viene del latín “iocus” o “ludus” haciendo referencia a algo chistoso, una broma,

algo jocoso o divertido, por otra parte la Real Academia Española (2010) conceptualiza al juego como “un ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde” [3].

Evidentemente las definiciones antes expuestas muestran un panorama muy amplio el cual se hace necesario analizar las definiciones que algunos autores han aportado sobre el juego a lo largo del tiempo.

Existen algunos elementos del juego que son comunes para la mayoría de los autores, [4] destacan que la naturaleza del juego y la gran cantidad de funciones que posee la actividad lúdica hace que ésta sea lo suficientemente compleja como para que no sea posible disponer de una definición única o generalizada sobre el juego, sin embargo en la búsqueda de otros autores se pueden analizar elementos muy interesantes como [5], el cual señalan que el juego es una actividad libre y flexible para los niños, en donde entran factores claves como el establecimiento de pautas, la negociación y la socialización; asimismo el juego ayuda al niño a desarrollar sus instintos y funciones que son necesarias para la época adulta.

Otros autores consultados como [6], consideran que el juego es el medio a través del cual el niño se desarrolla y entra en contacto con el medio que le rodea para comprenderlo y asimilar su realidad. Asimismo [7] añade dos factores muy relevantes en el juego que es la ayuda que brinda para resolver conflictos y da cabida a la espontaneidad.

Profundizando un poco más en el tema analizamos la definición de [8] en donde hace mención que el juego es un factor básico del desarrollo e interacción, en el que las formas de comunicación y de acción entre los niños se convierten en estructuras flexibles e integradoras que dan cabida a procesos naturales de adquisición de habilidades específicas y conocimientos concretos de acuerdo a los ámbitos de los temas que se representan en el juego y a los recursos psicológicos que se despliegan en él.

Por último utilizaremos como referencia a [9] quien describe el juego como “una proyección de la vida interior hacia el mundo, en contraste con el aprendizaje mediante el cual interiorizamos el mundo externo y lo hacemos parte de nosotros mismos. En el juego nosotros transformamos el mundo de acuerdo con nuestros deseos mientras que en el aprendizaje nosotros nos transformamos para conformarnos mejor a la estructura del mundo (p.183)”.

De acuerdo a todo lo anteriormente expuesto y en aras de la presente investigación se afirmará que el juego es una actividad libre, flexible y divertida para los niños, en donde le permite al infante el establecimiento

de pautas, negociación, socialización, desarrolla sus instintos y funciones que son necesarias para la adultez. El juego permite que el pequeño entre en contacto con el medio que le rodea para comprenderlo y asimilarlo, lo ayuda a resolver conflictos y da cabida a la espontaneidad.

B. Clasificación del juego según las cualidades que desarrolla

Existen diversos tipos de clasificaciones del juego, entre las más destacadas se presentan las siguientes:

[10] realiza una clasificación de los juegos según las cualidades que desarrollan, como por ejemplo:

1. **JUEGOS SENSORIALES:** desarrollan los diferentes sentidos del ser humano. Se caracterizan por ser pasivos y por promover un predominio de uno o más sentidos.

2. **JUEGOS MOTRICES:** buscan la madurez de los movimientos en el niño.

3. **JUEGOS DE DESARROLLO ANATÓMICO:** estimulan el desarrollo muscular y articular del niño.

4. **JUEGOS ORGANIZADOS:** refuerzan el canal social y el emocional. Pueden tener implícita la enseñanza.

5. **JUEGOS PREDEPORTIVOS:** incluyen todos los juegos que tienen como función el desarrollo de las destrezas específicas de los diferentes deportes.

6. **JUEGOS DEPORTIVOS:** su objetivo es desarrollar los fundamentos y la reglamentación de un deporte, como también la competencia y el ganar o perder.

[11] presentan otra clasificación de los juegos con base en distintos criterios como: edad, grado escolar, intensidad del movimiento, forma de participación, ubicación, característica y tipo. Así, por ejemplo por edad y escolaridad se tiene la siguiente clasificación: 0 - 5 años: Educación Inicial, 6 - 9 años: Primer ciclo, 10 - 11 años: Segundo ciclo, 12 - 15 años: Tercer ciclo, 16 - 18 años: Cuarto ciclo, 19 en adelante: Quinto ciclo y nivel universitario.

Según la intensidad del movimiento, se dan los juegos móviles (variedad de movimiento), inmóviles (predominio del trabajo mental y psíquico) y los transitorios (combinación de las dos características anteriores).

Por la ubicación dependiendo de donde se realicen, son interiores o exteriores.

Por la forma de ubicación son individuales o colectivos.

Por su característica o tipo pueden ser: dramatizados, miméticos, sensoriales, persecución, libres, con cantos, creativos, co-educacionales, rítmicos, construc-

tivos-destructivos, pre-deportivos, tradicionales y de relevo.

Pero la clasificación que ha tenido una gran aceptación, es la del psicólogo Jean Piaget [12], que desarrolló su teoría del desarrollo del niño mediante la propia observación directa del juego de ellos. Sostuvo que los niños tenían que pasar por distintos estadios evolutivos en su camino hacia el pensamiento independiente.

Piaget vio el juego como un reflejo de la etapa en que el niño está. Las principales etapas del desarrollo de los niños identificados por Piaget son: estadio sensoriomotor (de 0 a 2), estadio preoperacional (de 2 a 7), estadio de las operaciones concretas (de 7 a 12) y estadio de operaciones formales (a la edad 12 y más), distinguiendo además cuatro tipos de juegos: juego simbólico, de ejercicio, de reglas y de construcción, estos se consolidan en diferentes etapas del desarrollo de los niños el cual se detallarán más adelante.

C. Contribuciones del juego para el desarrollo infantil

Los estudios realizados desde distintas perspectivas epistemológicas permiten considerar el juego como una pieza clave en el desarrollo integral infantil, ya que guarda conexiones sistemáticas con lo que no es juego, es decir, con el desarrollo del hombre en otros planos como son la creatividad, la solución de problemas, el aprendizaje de papeles sociales, entre otros. De las conclusiones de esos estudios se desprende que el juego es una actividad vital e indispensable para el desarrollo humano, ya que contribuye al desarrollo psicomotriz, afectivo-social e intelectual.

El juego es una necesidad vital, porque el niño (a) necesita acción, manejar objetos y relacionarse. Es su actividad más espontánea hasta el punto que decimos que está enfermo (a) cuando no juega.

Desarrollo psicomotor

Desde el punto de vista psicomotriz, el juego potencia el desarrollo del cuerpo y de los sentidos. La fuerza, el control muscular, el equilibrio, la percepción y la confianza en el uso del cuerpo, sirven para su desenvolvimiento de las actividades lúdicas.

Todos los juegos de movimiento (juegos con el cuerpo y con los objetos) tienen un papel relevante en su progresivo desarrollo psicomotor, completando los efectos de la maduración nerviosa, y estimulando la coordinación de las distintas partes del cuerpo. Gracias a los primeros juegos de movimiento de los primeros años (llamados por Henri Wallon funcionales y por Jean Piaget sensoriomotores) el niño(a) construye esquemas motores que se ejercita en repetirlos, que se van inte-

grando unos con otros, complejizando y desarrollando el desenvolvimiento de las funciones psicomotrices.

Los juegos de movimiento espontáneos fomentan una adquisición cada vez mayor de las partes del cuerpo, porque el juego es el medio natural de adquirir experiencias para la adaptación al ambiente físico y social y para la perfección de los gestos, de manera que sean más seguros, eficaces y coordinados. A través del juego se desarrollan funciones psicomotrices tales como:

-El desarrollo de la motricidad gruesa y fina: coordinación dinámica global, equilibrio, la precisión de movimientos, la fuerza muscular, el control motor o la resistencia.

-El desarrollo de las capacidades sensoriales: estructuración del esquema corporal (noción de las partes del cuerpo, de la lateralidad, del eje central de simetría) percepción espacio-visual (percepción visual, noción de dirección, orientación espacial), percepción rítmico-temporal (percepción auditiva, ritmo, noción de tiempo), percepción táctil, percepción olfativa y percepción gustativa.

Desarrollo afectivo-social

Desde el punto de vista afectivo-social, a través del juego el niño(a) toma contacto con sus iguales, y ello le ayuda a ir conociendo a las personas que le rodean, aprender normas de comportamiento y a descubrirse así mismo en el marco de estos intercambios.

Todas las actividades lúdico-grupales que realizan los niños y las niñas a lo largo de la infancia estimulan su progresivo desarrollo del yo social. Los estudios realizados destacan que los juegos simbólicos, los juegos de reglas y los juegos cooperativos, tienen cualidades intrínsecas que los hacen relevantes en el proceso de socialización infantil. A continuación hablaremos de cada uno de estos juegos.

El papel de los juegos simbólicos

-Estimula la comunicación y cooperación con los iguales: El deseo de reproducir el mundo del adulto hace que el niño(a) necesite compañeros(as) de juego, esta interacción facilitará el paso del egocentrismo de los tres años a una mayor colaboración hacia los seis o siete, ya que tiene que ponerse de acuerdo con los otros que experimentan y reflejan diversas formas de relación emotiva, de percepción y valoración de las situaciones, el infante tiene que coordinar sus acciones con los demás, ayudarse y complementarse con el rol del compañero(a), se experimenta la participación, la competencia, el ser aceptado(a) o rechazado(a)... El niño(a) en la representación de otro, reflexiona sobre la experiencia

del otro y sobre la situación vivida por él/ella, asume el papel del otro, tomando su perspectiva y favoreciendo la desaparición del egocentrismo.

-Con el juego se potencia progresivamente la relación con los/as otros/as, lo que permite la asimilación del lenguaje y de diversas formas de comunicación, así como argumentar sus propósitos para que haya un entendimiento de estos.

-El juego amplía el conocimiento del mundo social del adulto y prepara para el trabajo: Al representar las profesiones se descubre la vida social del adulto, las relaciones entre ellos, derechos y deberes de cada rol. Por el juego se amplía el conocimiento de los hechos, situaciones y realidades sociales, porque cada niño/a aporta nuevas visiones del mundo representando distintos roles y distintas cualidades del mismo rol, ampliando la variedad de funciones sociales, actitudes y explorando distintas modalidades relacionales.

-El juego facilita el autoconocimiento, el desarrollo de la conciencia personal: En las interacciones lúdicas con sus iguales, las situaciones que experimenta provocan sentimientos, actitudes y comportamientos relacionales diferentes. El niño/a observa cómo reacciona él/ella ante distintas situaciones, cuál es su comportamiento y cuáles son sus habilidades o defectos.

Juegos de reglas y desarrollo social

Los juegos de reglas, aunque aparecen entre los 4 y los 5 años de edad, se constituyen entre los 7 y 12 años de edad. Estas actividades están estructuradas a base de reglas objetivas, siendo una falta la violación de las mismas. Los juegos de reglas son juegos de combinaciones sensoriomotoras o intelectuales con competencia entre los individuos y regulados por un código.

Al final de la Educación Infantil el niño(a) es capaz de incorporarse a los juegos de reglas, siendo esta capacidad de aceptación de las reglas un indicador de su madurez. Todo el desarrollo de la sociabilidad que promueven los juegos simbólicos individuales y colectivos se ve reforzado por los juegos de reglas.

El papel del juego cooperativo en el desarrollo social

Los juegos cooperativos son aquellos en los que los jugadores dan y reciben ayuda para contribuir a fines comunes. Son juegos que promueven la comunicación, la cohesión, la confianza, teniendo en su base la idea de aceptarse, cooperar y compartir. En esta categoría de juego se puede incluir los juegos de representación colectivos, juegos motores y de regla que impliquen como elementos estructurales la participación, aceptación, ayuda y cooperación.

Algunos estudios observacionales confirman que los programas de juego cooperativo estimulan un incremento de la conducta cooperativa espontánea entre niños(a) de guardería durante el tiempo libre.

En el plano intelectual, el desarrollo del juego de simulación o ficción incorpora muchas tendencias del desarrollo cognitivo, todas ellas relacionadas con el desarrollo de un pensamiento menos concreto y más coordinado. Estas tendencias incluyen descentración, descontextualización e integración, al mismo tiempo que desarrollan el pensamiento convergente y divergente (Bruner, 1972; Dansky, 1980 a; Pepler y Ross, 1981), y suponen un apoyo para la elaboración de muchas operaciones cognitivas tales como correspondencia, conservación, clasificación, reversibilidad, y toma de perspectiva.

De las investigaciones sobre el juego y su relación con el desarrollo cognitivo, se pueden proponer las siguientes conclusiones:

-El juego manipulativo es un instrumento de desarrollo del pensamiento. [13] proporciona en su teoría la relación entre el pensamiento y la acción planteando que las actividades motrices y sensoriales están en la base del desarrollo de la inteligencia, ya que los juegos corporales y sensoriales son un medio de ejercitación del pensamiento motor general.

-El juego es una fuente de aprendizaje que crea zonas de desarrollo potencial. Más allá de ser una actividad fuente de aprendizaje, Vigotsky [8] plantea que el juego crea áreas de desarrollo potencial observando que en el juego los niños/as utilizan recursos más evolucionados que en otro tipo de actividad.

-El juego es un estímulo para la atención y la memoria. Las propias condiciones del juego obligan al niño/a a concentrarse en los objetos de la situación lúdica, en el argumento que tiene que interpretar o en el contenido de las acciones, ya que quien no siga con atención la situación lúdica, quien no recuerde las reglas del juego o no asuma el determinado uso simbólico de los objetos será expulsado/a del juego.

-El juego fomenta el descentramiento cognoscitivo. El deseo de jugar con los otros hace necesario compartir el simbolismo, estimulando su progreso y su evolución desde el egocentrismo inicial a una representación cada vez más cercana a la realidad. Cuando el juego simbólico se torna colectivo es necesario coordinar distintos puntos de vista sobre las acciones, sobre el significado de los objetos y ello implica la coordinación de los criterios propios con los criterios de otros, lo que facilita el proceso de descentramiento.

-El juego origina y desarrolla la imaginación y la

creatividad. Han sido muchos los investigadores que han llamado la atención sobre las estrechas conexiones entre el juego y la creatividad. Para [13], el juego es la primera actividad creadora. [8] sugirió que la imaginación nace en el juego y antes del juego no hay imaginación. Desde otra perspectiva, [14] también observó la importancia del juego en el desarrollo de la imaginación, destacando que “El juego contribuye a desarrollar el espíritu constructivo, la imaginación y la capacidad de sistematizar, además lleva el trabajo, sin el cual no habría ni ciencia ni arte”.

-El juego estimula la discriminación fantasía-realidad. El niño/a cuando hace “como si”, se aparta de su papel para representar a otra persona u objeto, mientras juega es consciente de ese “como si” y este conocimiento de la ficción estimula el establecimiento de la diferenciación entre fantasía y realidad [15].

-El juego es comunicación y facilita el desarrollo del lenguaje. El juego es en cierto modo el antecedente de la palabra, la primera manera de nombrar la realidad. Se puede desarrollar el papel importante de los juegos lingüísticos a los cuales se dedican los niños y las niñas con gran placer, ya que son una de las formas básicas de aprendizaje del lenguaje. El niño(a) desarrolla esta actividad lúdica con el lenguaje en los monólogos, en diálogos ficticios o reales. En el juego explora las posibilidades de su repertorio lingüístico y paralingüístico (tono, ritmo, modulación...).

-La ficción es una vía de desarrollo del pensamiento abstracto. El juego simbólico desempeña un papel trascendente en el desarrollo del pensamiento, viéndolo la situación ficticia del juego una vía para la abstracción. El juego simbólico imaginativo promueve la adaptación y el sentido de la realidad, la actitud científica y el desarrollo del razonamiento hipotético. La situación sustitutiva en el juego es el prototipo de todo proceso cognitivo, y esta situación ficticia del juego puede considerarse como el camino hacia el desarrollo del pensamiento abstracto [8]. En el juego de ficción o de rol por primera vez aparece una divergencia entre el campo semántico (caballo) y el visual (palo), entre lo que el niño/a ve y el significado mental que le atribuye, y por primera vez en la acción lúdica el pensamiento se separa de las cosas y se inicia la acción que proviene del pensamiento (cabalgar) y no del objeto.

D.El juego como instrumento de aprendizaje

El juego es fuente de aprendizaje porque estimula la acción, la reflexión y la expresión. Es una actividad que permite investigar y conocer el mundo de los objetos, el de las personas y su relación, explorar, descubrir y crear. Los niños/as aprenden con sus juegos, investigan

y descubre el mundo que les rodea, estructurándolo y comprendiéndolo.

Para el niño no hay diferencia entre jugar y aprender, porque cualquier juego que presente nuevas exigencias se ha de considerar como una oportunidad de aprendizaje; es más, en el juego los niños y las niñas aprenden con una facilidad notable porque están especialmente predisuestos para recibir lo que les ofrece la actividad lúdica a la cual se dedican con placer.

Además, la atención, la memoria y el ingenio se agudizan en el juego, y todos los aprendizajes que realizan cuando juegan serán transferidos posteriormente a las situaciones no lúdicas.

Es recomendable que el juego debe estar incluido en los proyectos educativos no sólo porque los niños y niñas sientan la necesidad de jugar, sino como medio de diagnóstico y conocimiento profundo de las conductas del alumnado. El juego facilita el desarrollo de los diferentes aspectos de la conducta: de carácter, de habilidades sociales, de dominios motores y el desarrollo de las capacidades físicas; al tiempo que entrafía experiencias diversificadas e incluye incertidumbre, facilitando la adaptación y como consecuencia, la autonomía en todos los ámbitos de la conducta.

El profesor/a deberá tener en cuenta que el juego supone una acción motriz, ya que deben cumplirse una serie de premisas que recogen las principales líneas metodológicas constructivistas en las que se basa el actual sistema educativo, como son: la participación, la variedad, la progresión, la indagación, la significatividad, la actividad, la apertura y la globalidad.

Los juegos deben considerarse como una actividad importante en el aula, puesto que aportan una forma diferente de adquirir el aprendizaje mediante el descanso y la recreación. Los juegos permiten orientar el interés del participante hacia las áreas que se involucren en la actividad lúdica. El profesor/a hábil y con iniciativa, inventa juegos que se acoplen a los intereses, las necesidades, las expectativas, la edad y al ritmo de aprendizaje.

En la primera etapa se recomiendan juegos simples donde la motricidad esté por delante, los juegos de imitación, cacería y persecución deben predominar en esta etapa. En la segunda, deben incluirse las competencias y los deportes.

El juego, como elemento esencial en la vida del ser humano afecta de manera diferente cada período de la vida: juego libre para el niño/a y juego sistematizado para el/la adolescente. Todo esto lleva a considerar el gran valor que tiene el juego para la educación.

En definitiva para que un juego se convierta en un medio educativo, es necesario que se den o crear las

siguientes condiciones: 1. Potenciar la creatividad, 2. Permitir el desarrollo global del niño/a, 3. Eliminar el exceso de competitividad, buscando más lo cooperativo que lo competitivo; dando más importancia al proceso que al resultado, 4. Evitar situaciones de jugadores espectadores, evitando juegos de eliminación, 5. Establecer una vía de aprendizaje cooperativo impidiendo situaciones de marginación, 6. Ser gratificante, y por lo tanto motivante y de interés, 7. Suponer un reto para el niño/a pero que éste sea alcanzable.

E. Entrevista con expertos en el área infantil

Ahora bien, para la segunda fase de la siguiente investigación se realizaron entrevistas individuales a dos profesionales de amplia trayectoria sobre el tema del juego y el desarrollo intelectual del niño(a). La primera entrevistada fue la Doctora Carolina Reyes Uricare quien ha sido Pediatra durante 16 años con una experiencia de 10 años en la Neurología Infantil y ha realizado conferencias internacionales destacándose en Perú, Chile y Colombia sobre los Juegos y el Desarrollo Psicomotor en los niños.

La segunda persona entrevistada es la Licenciada Fanny Ortiz de Requena, quien actualmente es Especialista en Juegos y el Desarrollo Neurológico Infantil, con 50 años de docencia en educación preescolar y tiene una publicación aceptada por la UNESCO en el año 2000 que tiene por nombre “El Juego debe ser símbolo de Paz en Venezuela”, el cual le permitió hacer conferencias en países como; Brasil, Chile, Perú, Colombia, Cuba, Nicaragua y México. Actualmente dicta talleres a nivel nacional e internacional sobre los juegos y la niñez.

III. METODOLOGÍA

El nivel de la presente investigación es descriptiva cuya clasificación corresponde a un estudio correlacional, ya que lo que se pretende analizar es la relación del juego en el desarrollo intelectual del niño en la edad temprana.

El diseño de la investigación que se desarrolla es mixto en donde él en su primera fase es de tipo documental y de corte cualitativo, el cual busca conocer el juego con todas sus características, su relación con la infancia temprana, su incidencia en el aprendizaje del infante y el aporte del juego en la etapa de socialización del niño tanto con sus pares como con sus padres, docentes, entre otros.

En la segunda fase el diseño es de campo, cuya técnica aplicada fue la entrevista oral y la selección de los individuos fue a través de un muestro no probabilístico por conveniencia, y el motivo de la selección de ellos era para conocer la posición del galeno del área de pe-

diatría sobre el tema, así como la posición del docente y del experto en la conducta infantil. Las características de las personas entrevistadas fueron personas con amplias trayectorias y reconocidas a nivel nacional e internacional, con muchos años de experiencias que respaldan su labor. La forma en que se aplicó la entrevista fue de forma directa, sin intermediarios ni formularios, en donde a la unidad de análisis se les dieron unas pautas con preguntas segmentadas por áreas y cuyas respuestas eran abiertas y contundentes.

IV. RESULTADOS

Como se habría explicitado al inicio del presente trabajo de investigación, la misma se realizó en dos fases:

Fase N° 1. Análisis documental sobre el juego y la incidencia en el desarrollo intelectual del niño:

En esta etapa se pudo determinar que jugar para el niño es vital para su desarrollo físico e intelectual, el cual está reconocido y avalado a nivel mundial a través de diversos estudios e incluso posee un respaldo a nivel jurídico el cual todos y cada uno de los países están en el deber de ser garantes de su cumplimiento.

También se pudo constatar en esta fase documental que el juego es motor de la actividad física del niño, al igual que un medio de socialización primaria. A través de los juguetes se establecen las primeras interacciones, primero con el adulto y luego con sus iguales. Un poco más tarde, a través del juego, el niño puede exteriorizar e interiorizar sus emociones, sentimientos y creatividad.

En cuanto a la relación de los tipos de juego y la edad se pudo conocer que de 0 a 3 años de edad el juego y movimiento están muy relacionados. En estas primeras edades, el desarrollo psicomotor grueso (desplazarse, saltar, correr, etc.) y fino (manipulación) cobran mucha importancia.

Posteriormente de los 3 a los 6 años de edad el juego sigue siendo movimiento sin perjuicio de la comunicación y la representación. Es en este momento en el que los juegos de casitas, papás y mamás, de médicos, etc., sirven para que los niños/as puedan entender el mundo adulto y sus relaciones entre ellos con los niños/as y con el medio.

A partir de los 6 años de edad el juego como actividad física pasa a ser la práctica de algún deporte en el que tendrá que cumplir unas normas y reglas. Aparecen en estas edades los aspectos morales dentro del juego, que tendrán un papel muy importante en esta etapa del desarrollo (los juegos de mesa colectivos son un claro ejemplo de ello). Es aquí y ahora cuando se aprende a competir y a cooperar, a sentir el éxito y el fracaso.

Fase N° 2: conocer la posición del galeno del área de pediatría sobre el tema, así como la posición del docen-

te y del experto en la conducta infantil:

Para la segunda fase se realizaron entrevistas individuales a dos profesionales conocedoras de amplia trayectoria sobre el tema del juego y el desarrollo intelectual del niño(a) a continuación se presentan los siguientes resultados:

A fines de conocer la posición médica con respecto a los juegos y su relación directa y concreta con el desarrollo intelectual en la primera etapa de la niñez, se decidió realizar una entrevista a la Doctora Carolina Reyes Uricare quién es Pediatra durante 16 años con una experiencia de 10 años en la Neurología Infantil.

De acuerdo a su opinión con respecto al presente trabajo de investigación, ella explica que los niños desde su gestación y durante la edad más temprana aprenden jugando, ya que en ese momento se activan los procesos de imitación y de creatividad, a su vez se desarrolla el lenguaje, la motricidad fina y gruesa y el desenvolvimiento social.

Por otra parte los juegos deben ser adaptados a cada niño de acuerdo a su etapa de crecimiento; por ejemplo en los niños menores de 2 años de edad, se busca desarrollar la motricidad gruesa, el inicio y el desarrollo del lenguaje y para ellos se utilizan los tacos y los legos, también se utilizan triciclos, canciones, sonidos de animales de imitación.

En niños de edad preescolar (de 3 a 5 años) se busca desarrollar la motricidad fina, para ello se utilizan creyones de colores, plastilina y juegos de imitación de géneros, muñecas, cocinas, carros entre otros. Y por último en los niños escolares se trabaja con la parte cognitiva, para ello se vale de los cuentos, rompecabezas, ajedrez. A través del juego el niño aprende a socializar, fijar la mirada, compartir, establecer límites y resolver sus problemas.

Posteriormente se tuvo la oportunidad de realizar una entrevista a la Licenciada Fanny Ortiz, quien es Especialista en Juegos y el Desarrollo Neurológico Infantil, con 50 años de docencia en educación preescolar.

Ella comienza su relatoría exponiendo que es inevitable dar su entero respaldo a los juegos para el aprendizaje desde la gestación y durante todo el período de preescolar del niño, ya que esta vertiente tiene sus cimientos a nivel internacional desde que la UNESCO en el año 2000 declaró el año de paz y no violencia, en donde se enfatiza que hay que garantizar una niñez sana y equilibrada al infante a través de los juegos y el esparcimiento.

Por otra parte la importancia del aprendizaje temprano forma parte integrante de la segunda meta del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4, que tiene por objetivo asegurar que de aquí al 2030 “todas las niñas y todos los

niños tengan acceso a servicios de atención y desarrollo en la primera infancia y a una educación preescolar de calidad, a fin de que estén preparados para la enseñanza primaria”. Actualmente la educación preescolar se considera una herramienta esencial para lograr una enseñanza primaria universal y alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Asegurar el acceso a una educación preescolar de calidad constituye una estrategia clave para mejorar el aprendizaje y los resultados escolares, así como la eficacia de los sistemas educativos, el cual sólo se puede lograr a través del juego.

La licenciada Ortiz explicaba que El niño desde que está en el vientre está jugando y una vez que nace la única forma en la que continúa aprendiendo es a través del juego. Si se hace un barrido de toda la literatura y experiencias existentes en el aprendizaje infantil, todas convergerán en que los hábitos de higiene y salud, el cepillado, el comer, el ir al baño, apuntan a que se aprenden jugando con el niño, bien sea cantando, tocando con instrumentos, bailando, corriendo, entre otros y sobre todo existe una enorme influencia que es el amor y el respeto con él.

De acuerdo a su experiencia como maestra del preescolar (10 años ejerciendo esta labor) tuvo como enseñanza primordial que al niño debe dejarlo jugar el tiempo que el niño quiera, sin restricciones. Según los psicólogos el niño de 0 a 6 años está en la edad de oro del intelecto, “lo que el niño no aprende en esos años no lo aprende más nunca”, porque esa es la etapa en que ellos están como una esponjita, aprenden los hábitos, las canciones, a desplazarse, a montar bicicleta, a realizar muchas cosas propias de su edad, el error de los padres es el afán de enseñarlos a leer, a sumar a muy temprana edad y limitan las horas que le dedican al juego o al sano esparcimiento y recreación, sin darse cuenta que el infante es a través del juego que se desarrolla, mejora su intelecto, y será un niño feliz y pleno.

En cuanto a la educación o formación escolar, se tiene que las aulas de clases están estructuradas en espacios, uno en donde debe cumplir una rutina diaria y además jugar, y el otro es el espacio exterior que muchos docentes les tienen miedo por las caídas, pero si se organizan los juegos serán exitosos.

En el día a día se observa una división entre los momentos de trabajo en el aula y los momentos de juego, por lo tanto se recomienda que el mayor tiempo sea invertido en el juego, debido a que el niño aprende los hábitos y la administración del tiempo en el colegio.

Por otra parte es esencial la participación que tienen los maestros del preescolar, debido a que estos profesionales se consideran los más importantes del grupo de docentes ya que ellos son los que acompañan al niño

en sus primeras etapas y tienen la responsabilidad más alta de formarlos y que ese aprendizaje se extienda para toda su vida, es por ello que la vocación y el compromiso con los seres que está formando diariamente sea su prioridad de vida en esta tierra.

En el mismo orden de ideas el maestro debe cumplir con unas rutinas diarias junto con los niños, un ejemplo de ello es que debe recibir a los niños del grupo preguntándoles que hicieron el día anterior, como les fue, como durmieron, que actividades quieren hacer en el día; esa rutina tiene un espacio de unos 15 a 20 minutos, luego ellos pasan a las áreas de trabajo, y posteriormente deben ir al espacio exterior el cual debe durar 30 minutos, donde ellos hagan rondas, canten, recoger los juguetes.

En cuanto al proceso de socialización del niño, él aprende cuando interactúa con otros niños, inicialmente el niño es egocéntrico, pero cuando él empieza a compartir los juguetes y los espacios de esparcimiento, poco a poco va cambiando de conducta y madurando gradualmente hasta establecer su personalidad, es por ello que debe haber una unión muy sólida el hogar, la comunidad en donde se desenvuelva el niño y los maestros.

En virtud de lo detallado anteriormente, si desea que sus hijos sean niños felices, plenos e inteligentes hay que dejarlos jugar el mayor tiempo posible.

V.CONCLUSIONES

Como conclusión del presente trabajo “El Juego en el desarrollo intelectual del niño”, se determinó tanto a nivel documental como con las entrevistas realizadas a ambas profesionales expertas en el área infantil, que jugando el niño desarrolla su imaginación, el razonamiento, la observación, la asociación y comparación, su capacidad de comprensión y expresión, contribuyendo así a su formación integral.

A través del juego el niño irá descubriendo y conociendo el placer de hacer cosas y estar con otros. Es uno de los medios más importantes que tiene para expresar sus más variados sentimientos, intereses y aficiones (No hay que olvidar que el juego es uno de los primeros lenguajes del niño, una de sus formas de expresión más natural).

Por ello puedo decir que los juegos adquieren un valor educativo por las posibilidades de exploración del propio entorno y por las relaciones lógicas que favorecen a través de las interacciones con los objetos, con el medio, con otras personas y consigo mismo. Si bien puedo concluir que el juego es estimulante y divertido, es vital en la infancia y en la niñez que el juego sea debidamente encauzado a través de sus etapas, ya que por medio de él desarrolla su capacidad para interactuar con el ambiente que le rodea.

De esta manera se puede afirmar que cualquier capacidad del niño se desarrolla más eficazmente en el juego que fuera de él. No hay diferencia entre jugar y aprender, porque cualquier juego que presente nuevas exigencias al niño se ha de considerar como una oportunidad de aprendizaje; es más, en el juego aprende con una facilidad notable porque están especialmente predisuestos para recibir lo que les ofrece la actividad lúdica a la cual se dedican con placer. Además, la atención, la memoria y el ingenio se agudizan en el juego, y todos estos aprendizajes que el niño realiza cuando juega, serán transferidos posteriormente a las situaciones no lúdicas.

También es importante centrar más el interés por el Juego social, porque a partir de las lecturas y de las experiencias expuestas por profesionales en el área, el juego es una actividad necesaria en la esfera social, puesto que les permite ensayar ciertas conductas sociales; a su vez es herramienta útil que utilizan para adquirir y desarrollar capacidades intelectuales, motoras o afectivas y todo esto lo realizan de forma gustosa, sin ser una obligación de ningún tipo.

REFERENCIAS

- [1]S.Pellis, A. Iwaniuk, “Evolucionando un cerebro juguetón: un enfoque de niveles de control”. Revista Internacional de Psicología Comparada, (vol. 17), (90-116 pp.), November 2004.
- [2]UNICEF, “Convención sobre los derechos del niño”, UNICEF, España, DL-M-26132-2006, 2006
- [3]R.Española. Ortografía de la lengua española. Madrid: Espasa. 2010.
- [4]J. Montañés y otros. El juego en el medio escolar. Revista ensayos, 15, 241-270. 2000.
- [5]C.Thió, S. Fusté, L.Martín, S. Palou y Masnou, F.). Jugando para vivir, viviendo para jugar: el juego como motor de aprendizaje. En: Antón, M. Planificar la etapa 0-6. (p. 127-163). Barcelona: Graó. 2007
- [6]I. Delgado. Juego infantil y su metodología. Madrid: Paraninfo.2011
- [7]R.Ortega Ruiz. El juego infantil y la construcción social del conocimiento. Sevilla: Alfar. (1992).
- [8]L.Vygotski, El juego y su función en el desarrollo psíquico del niño, versión castellana de la conferencia dada por Vygotski en el Instituto Pedagógico Estatal de Hertzsn en 1933, Leningrado, en R. Grasa, Cuadernos de Pedagogía, 1982.
- [9]M. Á. Zabalza. Áreas, medios y evaluación en la educación infantil. Madrid: Narcea. 1987
- [10]M. Meneses Montero y M. Monge Alvarado, El Juego En Los Niños: Enfoque Teórico. San Pedro, Montes de Oca, Costa Rica. Educación, vol. 25, núm.

- 2, septiembre 2001. [Online]. Available: <http://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=44025210>
- [11]Bequer, G. et al. Juegos de Movimiento. Unidad Impresora José Huelga. Cuba: INDER. 1993.
- [12]J. Piaget, La formación del símbolo en el niño. México. Fondo de Cultura Económica. 1945 (Décima reimpresión, 1987).
- [13]D. Winnicott, Realidad y juego. Barcelona. Editorial Gedisa. 1971
- [14]J. Chateau, Psicología de los juegos infantiles. Buenos Aires. Kapelusz. 1958.
- [15]F.L. Dilalla, y M.W. Watson. Diferation of fantasy and reality. Preschoolers reaction to interruptions in their play. Development Psychology. 1988.
- [16]M. Ruiz Gutiérrez, “El juego: Una herramienta importante para el desarrollo integral del niño en Educación Infantil”, (trabajo fin de máster), Facultad de Educación, Universidad de Cantabria, España, 2017
- [17]M. Rodríguez Jácome, “El Juego en la etapa de Educación Infantil (3- 6 años): El Juego Social”, (trabajo doctoral), Facultad de Educación y Trabajo Social, Universidad de Valladolid, España, 2013
- [18]E. García Márquez y M. Alarcón Adalid, “Influencia del juego infantil en el desarrollo y aprendizaje del niño y la niña”, EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 15, N° 153, Febrero de 2011. [Online]. Available: <https://www.efdeportes.com/efd153/influencia-del-juego-infantil-en-el-desarrollo.htm>
- [19]Orlick, T., y Foley, C. (1979). “Pre-school cooperative games: A preliminary perspective”, en M. J. Melnick (Ed.), Sport sociology: Contemporary themes, Dubuque, Iowa, Kendall/Hunt.
- [20]Ivelina Borisova, “Aprendizaje a través del juego. Reforzar el aprendizaje a través del juego en los programas de educación en la primera infancia”. UNICEF, New York, NY, 10017, 2018
- [21]El Observatorio del Juego Infantil, “El juego fomenta el desarrollo intelectual de los niños”, Dale tiempo al juego, España, Enero, 2015. [Online]. Available: <http://www.daletiempoaljuego.com/el-juego-fomenta-el-desarrollo-intelectual-de-los-ninos/>
- [22]E. Carvajal, D. Lugo y M. Prada, (2016, Abr 22). Desarrollo intelectual del niño de 3 a 6. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/DianaLugo8/desarrollo-intelectual-del-nio-de-3-a-6>
- [23]A. Sanfeliciano. “¿Sabes qué relación hay entre el juego y el desarrollo infantil?”, La mente es Maravillosa, Noviembre 2007. [Online]. Available: <https://lamenteesmaravillosa.com/sabes-que-relacion-hay-entre-el-juego-y-el-desarrollo-infantil/>
- [24]Un kilo de ayuda, “Importancia del Juego en el Desarrollo Infantil”, Un kilo de ayuda, Abril 2018. [Online]. Available: <https://www.unkilodeayuda.org.mx/importancia-del-juego-en-el-desarrollo-infantil/>
- [25]Asociación Mundial de Educadores Infantiles, “El desarrollo del niño de 0 a 6 años de edad”, AMEI-WAECE, 2018. [Online]. Available: <http://www.waace.org/desarrollo/5.php>
- [26]Aguilar y A. Lora Espinosa. “Importancia del juego en el desarrollo del niño”, Asociación Española de Pediatría y Educación Primaria, Septiembre 2011. . [Online]. Available: <https://www.familiaysalud.es/vivimos-sanos/salud-emocional/emociones-y-familia/educando-nuestros-hijos/importancia-del-juego-en>

FACTORES DE RIESGO PSICOSOCIAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA

Espín, José¹, Chisaguano, Luis² y Criollo, Jenny³.

qfa_mrtisrael@hotmail.com¹, psico_luis@hotmail.com², jennycrilloosalinas@gmail.com³

ORCID: 0000-0002-6144-4268³

Instituto Superior Tecnológico Vicente León¹, Instituto Superior Tecnológico Vicente León²,

EDUSUTEC CIA.LTDA³.

Recibido (04/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: Los factores de riesgo psicosociales son condiciones de trabajo y de organización que afectan la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos a los que también llamamos estrés. Esta investigación ayudó a determinar condiciones y factores psicosociales que afectan el bienestar, salud y satisfacción de los docentes, personal administrativo y de servicios en la educación superior tecnológica, de esta manera programar un plan de prevención que minimice problemas fisiológicos y psicológicos, que afecta el estado emocional y relaciones interpersonales. Se aplicó una metodología cualitativa que incluyó revisión documental de normativas y políticas, para el diagnóstico se utilizó el cuestionario evaluación de factores de riesgo psicosocial del Ministerio de Trabajo aplicado a la comunidad educativa de dos instituciones de nivel tecnológico; los resultados obtenidos permitió identificar dimensiones psicosociales de riesgo medio y alto, evidenciando que son la causa para que los docentes sean víctimas de estrés y hostigamiento laboral, lo que origina que su rendimiento no sea el adecuado en relación a los requerimientos institucionales; esto permitió desarrollar un Plan de prevención de riesgos psicosociales con estrategias y actividades para el mejoramiento de condiciones de trabajo que están afectando a los docentes de educación superior tecnológica.

Palabras Clave: Exposición psicosocial, estrés laboral, factores psicosociales, prevención riesgos psicosociales.

PSYCHOSOCIAL RISK FACTORS IN TECHNOLOGICAL HIGHER EDUCATION

Abstract: Psychosocial risk factors are working and organizational conditions that affect people's health through psychological and physiological mechanisms that we also call stress. This research helped to determine psychosocial conditions and factors that affect the well-being, health and satisfaction of teachers, administrative and service personnel in technological higher education, thus programming a prevention plan that minimizes physiological and psychological problems, which affects the emotional state and interpersonal relationships. A qualitative methodology was applied that included documentary review of regulations and policies, for the diagnosis the psychosocial risk factors evaluation questionnaire of the Ministry of Labor applied to the educational community of two institutions of technological level was used; the results obtained allowed the identification of psychosocial dimensions of medium and high risk, showing that they are the cause for teachers to be victims of stress and workplace harassment, which results in their performance not being adequate in relation to institutional requirements; This allowed the development of a Psychosocial Risk Prevention Plan with strategies and activities for the improvement of working conditions that are affecting teachers of higher technological education.

Keywords: Psychosocial exposure, work stress, psychosocial factors, prevention of psychosocial risks

I. INTRODUCCIÓN

Los factores de riesgo psicosociales son aquellas características de las condiciones de trabajo y, sobre todo, de su organización que afectan a la salud de las personas a través de mecanismos psicológicos y fisiológicos a los que también llamamos estrés.

En términos de prevención de riesgos laborales, los factores psicosociales representan la exposición (o los factores de riesgo), la organización del trabajo el origen de ésta, y el estrés el precursor del efecto (enfermedad o trastorno de salud que pueda producirse y que debemos prevenir).

La relación entre la organización del trabajo, los factores psicosociales y la salud no parece tan evidente como la que existe entre otros factores de riesgo (el ruido, por ejemplo) y la salud.

Los efectos de la organización del trabajo son más intangibles e inespecíficos y se manifiestan a través de diversos mecanismos emocionales (sentimientos de ansiedad, depresión, alienación, apatía, etc.), cognitivos (restricción de la percepción, de la habilidad para la concentración, la creatividad o la toma de decisiones, etc.), conductuales (abuso de alcohol, tabaco, drogas, violencia, asunción de riesgos innecesarios, etc.), y fisiológicos (reacciones neuroendocrinas).

En el trabajo el estrés es una acumulación de reacciones cognitivas, emocionales, fisiológicas y del comportamiento a ciertos aspectos adversos o nocivos del contenido, la organización o el entorno de trabajo. Es un estado que se caracteriza por altos niveles de excitación y de angustia, con la frecuente sensación de no poder hacer frente a la situación.

Los trastornos asociados al estrés laboral van desde los situados en la esfera psicosocial a corto plazo (ansiedad, depresión, trastornos psicosomáticos) hasta los de la esfera biológica a largo plazo (infartos, úlceras de estómago o dolor de espalda).

Se ha sugerido que el estrés podría afectar todas las condiciones de salud física y mental, siendo los trastornos más susceptibles aquellos que afectarían los sistemas cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal, inmunitario, endocrinológico y muscular, además de la salud mental.

Por tal razón es importante realizar una evaluación de riesgo psicosocial en los Institutos Tecnológico Superior Vicente León y Tecnológico Superior Victoria Vásquez Cuví para determinar las condiciones y factores psicosociales que están afectando al bienestar, salud y satisfacción de los docentes, personal administrativo y de servicio, con el objetivo de actuar y programar un plan de prevención que beneficie al personal y logre minimizar los problemas fisiológicos y psicológicos, los

mismos que imposibilitan un buen desempeño y rendimiento en las actividades designadas y a la vez afectando en su estado emocional y lo más principal en las relaciones interpersonales.

De esta manera para la medición de los factores de riesgo psicosocial se ha tomado en cuenta el método de evaluación del Ministerio de Trabajo que consiste en una matriz con parámetros específicos la cual nos permite evaluar dimensiones como: Carga y Ritmo de Trabajo, Desarrollo de Competencias, Liderazgo, Margen de Acción y Control, Organización del Trabajo, Recuperación Soporte y Apoyo, Acoso Discriminatorio, Acoso Laboral, Acoso Sexual, Adicción al Trabajo, Condiciones del Trabajo, Doble Presencia, Estabilidad Laboral y Salud Auto Percibida; con los resultados obtenidos y tabulados permite analizar qué dimensión existe, qué nivel de riesgo (bajo, medio, alto) para tomar las medidas preventivas.

II. DESARROLLO

Los factores psicosociales pueden llegar a ser factores de riesgo para la salud con efecto directo sobre el desempeño laboral generando respuestas fisiológicas, emocionales, cognitivas y conductuales, mismas que son desembocadas comúnmente en cuadros de estrés, además de ser precursores de enfermedad en ciertas circunstancias de intensidad, frecuencia y duración [1]. Aquellos factores influyen en el diseño, organización y gestión del trabajo. Ejemplos de estos riesgos psicosociales en condiciones de trabajo son: carga de trabajo excesiva, exigencias contradictorias y falta de claridad de las funciones del puesto, poca participación en la toma de decisiones con influencia en el trabajo y falta de relevancia con respecto de cómo llevar el trabajo, gestión deficiente de los cambios organizativos, inseguridad en el empleo, mala comunicación, falta de apoyo por los compañeros o el jefe, acoso psicológico y sexual, violencia ejercida por terceros, insatisfacción y baja motivación [2], [3].

Es importante el no confundir los factores psicosociales con las exigencias propias del trabajo. En tal virtud, carga de trabajo excesiva o de riesgo con situaciones que ofrecen un entorno de trabajo en el cual el trabajador se encuentre, además de recibir formación adecuada con la motivación para desempeñar el trabajo de la mejor manera posible, por más estimulante o desafiante que llegue a ser la labor [2].

Con el objetivo de aumentar el conocimiento bibliográfico acorde a la investigación se recurre a bases legales publicadas por el Ministerio del Trabajo del país, donde se presentan artículos y acuerdos ministeriales que vela por la integridad del docente trabajador bajo

un ambiente laboral apto y digno que evite en lo posible dichos riesgos psicosociales e incluso que presenten una respuesta en el caso de que estos riesgos ya sean palpables en una institución educativa [4].

En el documento Acuerdo Ministerial 82(En Ecuador), bajo el Título, Normativa erradicación de la discriminación en el ámbito laboral, Art 9. Menciona que las empresas o instituciones públicas y privadas donde existen más de 10 trabajadores se debe implementar programas de riesgos psicosociales, basados en formatos establecidos por la Autoridad Laboral (Ministerio de Trabajo).

En el documento DECISION 584, Instrumento Andino de seguridad y Salud en el Trabajo, en el capítulo III Gestión de la Seguridad y Salud en los centros de trabajo-obligación de los empleadores se menciona:

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

Para tal fin, las empresas elaborarán planes integrales de prevención de riesgos que comprenderán al menos las siguientes acciones:

a) Formular la política empresarial y hacerla conocer a todo el personal de la empresa. Prever los objetivos, recursos, responsables y programas en materia de seguridad y salud en el trabajo;

b) Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos;

c) Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados;

d) Programar la sustitución progresiva y con la brevedad posible de los procedimientos, técnicas, medios, sustancias y productos peligrosos por aquellos que produzcan un menor o ningún riesgo para el trabajador;

e) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores;

f) Mantener un sistema de registro y notificación de

los accidentes de trabajo, incidentes y enfermedades profesionales y de los resultados de las evaluaciones de riesgos realizadas y las medidas de control propuestas, registro al cual tendrán acceso las autoridades correspondientes, empleadores y trabajadores;

g) Investigar y analizar los accidentes, incidentes y enfermedades de trabajo, con el propósito de identificar las causas que los originaron y adoptar acciones correctivas y preventivas tendientes a evitar la ocurrencia de hechos similares, además de servir como fuente de insumo para desarrollar y difundir la investigación y la creación de nueva tecnología;

h) Informar a los trabajadores por escrito y por cualquier otro medio sobre los riesgos laborales a los que están expuestos y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos. Los horarios y el lugar en donde se llevará a cabo la referida capacitación se establecerán previo acuerdo de las partes interesadas;

i) Establecer los mecanismos necesarios para garantizar que sólo aquellos trabajadores que hayan recibido la capacitación adecuada, puedan acceder a las áreas de alto riesgo;

j) Designar, según el número de trabajadores y la naturaleza de sus actividades, un trabajador delegado de seguridad, un comité de seguridad y salud y establecer un servicio de salud en el trabajo; y

k) Fomentar la adaptación del trabajo y de los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud física y mental, teniendo en cuenta la ergonomía y las demás disciplinas relacionadas con los diferentes tipos de riesgos psicosociales en el trabajo.

CAPÍTULO IV

DE LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Artículo 18.- Todos los trabajadores tienen derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su salud, seguridad y bienestar.

Los derechos de consulta, participación, formación, vigilancia y control de la salud en materia de prevención, forman parte del derecho de los trabajadores a una adecuada protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

CAPÍTULO V

DE LOS TRABAJADORES OBJETO DE PROTECCIÓN ESPECIAL

Artículo 26.- El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de

riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias.

En el documento DECRETO EJECUTIVO 2393, REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, dispone que:

Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADOS. – Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad (...).

En cumplimiento de las disposiciones laborales para el beneficio de la calidad de vida de los trabajadores y con el afán de identificar factores de riesgo psicosociales en el ámbito educativo en el nivel tecnológico superior, se ha realizado la siguiente metodología de aplicación e interpretación de resultados obtenidos.

Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADOS.

RES. – Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad (...).

III.METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo y cualitativo, aplicando para la etapa de diagnóstico la modalidad de investigación bibliográfica-documental basada en leyes y normativas sobre salud ocupacional y factores psicosociales laborales que respaldan la investigación realizada.

Para la evaluación psicosocial que se realizó en el Instituto Tecnológico Superior Vicente León y el Instituto Victoria Vásquez Cuvi se utilizó el “Cuestionario de Evaluación de Factores de Riesgo Psicosocial” del Ministerio del Trabajo, el cual consta de 58 preguntas distribuidas en 8 Dimensiones como se detalla en la Tabla I.

TABLA I. Dimensiones y número de ítems por dimensión para el Cuestionario de Evaluación de Factores de Riesgo Psicosocial.

Cuestionario De Evaluación De Riesgos Psicosocial Diseño Conceptual Y Metodológico-Etapa 1	
Dimensión	Nº Total de ítems
Carga y ritmo de trabajo	4
Desarrollo de competencias	4
Liderazgo	6
Margen de acción y control	4
Organización del trabajo	6
Recuperación	5
Soporte y apoyo	5
Otros puntos importantes: Acoso discriminatorio	4
Otros puntos importantes: Acoso laboral	2
Otros puntos importantes: Acoso sexual	2
Otros puntos importantes: Adicción al trabajo	5
Otros puntos importantes: Condiciones del Trabajo	2
Otros puntos importantes: Doble presencia (laboral-familiar)	2
Otros puntos importantes: Estabilidad laboral y emocional	5
Otros puntos importantes: Salud auto percibida	2

La presente tabla representa a las dimensiones que evalúa el cuestionario de evaluación de riesgo psicosocial establecida por el Ministerio del Trabajo.

La población con la que se trabajó para el análisis de los resultados del proceso de evaluación de los Facto-

res de Riesgo Psicosocial fue el personal académico del Instituto Tecnológico Superior Vicente León, se consideró 5 grupos de análisis los cuales está especificados en la Tabla II.

TABLA II. Personal y número de miembros por grupo usados como muestra para la investigación.

PERSONAL	CANTIDAD
Administrativos	3
Coordinadores de Carrera	7
Responsables de comisiones	15
Docentes	50
Personal de servicio	1
TOTAL: 76	

Además, se trabajó con 13 docentes del I.S.T. Victoria Vásquez Cuvi, para lo cual no se hizo ninguna distribución sino más bien se trabajó con la población total.

IV.RESULTADOS

A.Análisis a los docentes del I.S.T. “Vicente León”

En el proceso de evaluación psicosocial se aplicó el cuestionario a 76 docentes, en el cual se obtuvo los resultados resumidos en la Tabla III.

TABLA III. Resultados por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial del personal docente del I.S.T. Vicente León.

Dimensiones del Cuestionario	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Dimensión 1. Carga Y Ritmo De Trabajo	53%	46%	1%
Dimensión 2. Desarrollo De Competencias	78%	22%	0%
Dimensión 3. Liderazgo	70%	21%	9%
Dimensión 4. Margen De Acción Y Control	66%	32%	3%
Dimensión 5. Organización Del Trabajo	79%	18%	3%
Dimensión 6. Recuperación	46%	50%	4%
Dimensión 7. Soporte Y Apoyo	41%	51%	8%
Dimensión 8. Otros Puntos Importantes	76%	22%	1%
Dimensión 8.1. Otros Puntos Importantes: Acoso Discriminatorio	72%	25%	3%
Dimensión 8.2. Otros Puntos Importantes: Acoso Laboral	33%	46%	21%
Dimensión 8.3. Otros Puntos Importantes: Acoso Sexual	80%	16%	4%
Dimensión 8.4. Otros Puntos Importantes: Adicción Al Trabajo	71%	29%	0%
Dimensión 8.5. Otros Puntos Importantes: Condiciones Del Trabajo	20%	43%	37%
Dimensión 8.6. Otros Puntos Importantes: Doble Presencia (Laboral – Familiar)	61%	32%	8%
Dimensión 8.7. Otros Puntos Importantes: Estabilidad Laboral Y Emocional	74%	25%	1%
Dimensión 8.8. Otros Puntos Importantes: Salud Auto Percibida	64%	24%	12%

En la presente tabla se puede identificar el porcentaje de los docentes en cada nivel de exposición de acuerdo a las dimensiones establecidas; por tal razón se observa que en las dimensiones con mayor afectación existe

más del 50% de la población, las mismas que son: Carga y ritmo de trabajo, Recuperación, Soporte y Apoyo, Acoso laboral y Condiciones del trabajo.

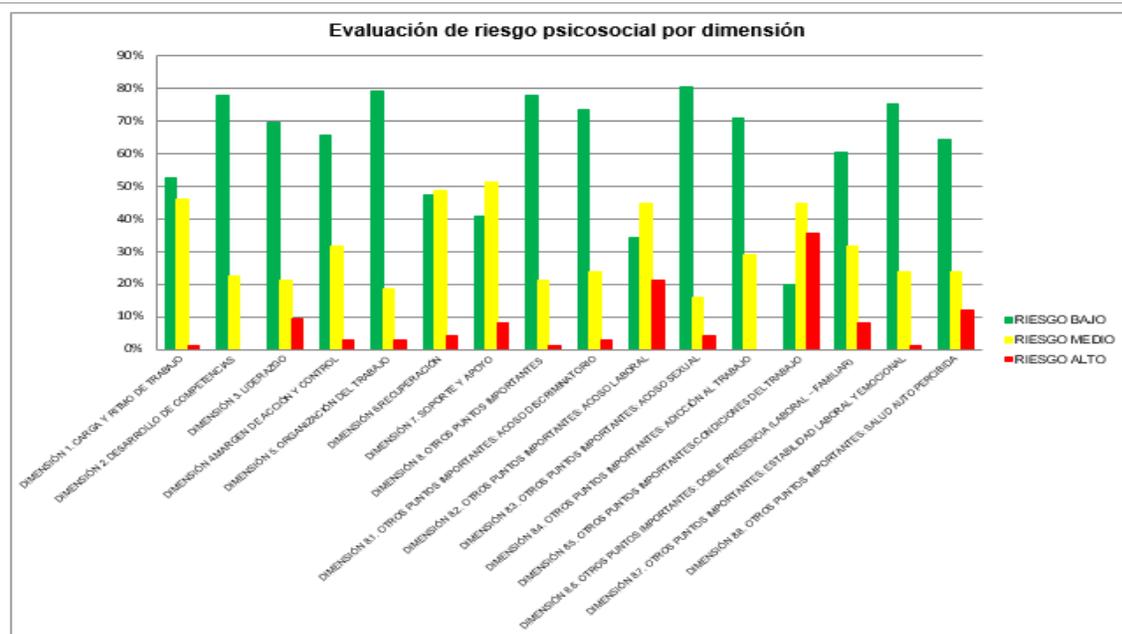


Figura 1. Diagrama de barras de la Evaluación de riesgos psicosociales por dimensionamiento en el I.S.T. Vicente León

En la Figura 1 se puede observar cada una de las dimensiones con su nivel de exposición en relación a los factores de riesgo psicosocial; la misma que se detalla según los colores de identificación de cada nivel (verde, amarillo y rojo).

En la Figura 1 se puede observar cada una de las dimensiones con su nivel de exposición en relación a los factores de riesgo psicosocial de todos los 76 docentes del I.S.T. Vicente León que participaron en la investigación, datos expuestos en la Tabla IV.

a.Resultado Global

Luego del análisis de los resultados por cada dimen-

TABLA IV. Resultados Globales del Cuestionario en el I.S.T. Vicente León.

Resultado Global De La Evaluación De Riesgo Psicosocial	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	72%	26%	1%

B.Análisis A Los Docentes Del I.S.T. “Victoria Vásquez Cuví”.

En el proceso de evaluación psicosocial se aplicó el

cuestionario a 13 docentes, en el cual se obtuvo los resultados de la Tabla V.

TABLA V. Resultados por dimensión de la evaluación de riesgo psicosocial en el I.S.T. Victoria Vásconez Cuvi.

Dimensiones Del Cuestionario	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Dimensión 1. Carga Y Ritmo De Trabajo	62%	31%	8%
Dimensión 2. Desarrollo De Competencias	54%	38%	8%
Dimensión 3. Liderazgo	62%	38%	0%
Dimensión 4. Margen De Acción Y Control	69%	31%	0%
Dimensión 5. Organización Del Trabajo	85%	15%	0%
Dimensión 6. Recuperación	62%	38%	0%
Dimensión 7. Soporte Y Apoyo	38%	46%	15%
Dimensión 8. Otros Puntos Importantes	100%	0%	0%
Dimensión 8.1. Otros Puntos Importantes: Acoso Discriminatorio	85%	15%	0%
Dimensión 8.2. Otros Puntos Importantes: Acoso Laboral	46%	46%	8%
Dimensión 8.3. Otros Puntos Importantes: Acoso Sexual	85%	15%	0%
Dimensión 8.4. Otros Puntos Importantes: Adicción Al Trabajo	100%	0%	0%
Dimensión 8.5. Otros Puntos Importantes: Condiciones Del Trabajo	77%	23%	0%
Dimensión 8.6. Otros Puntos Importantes: Doble Presencia (Laboral – Familiar)	62%	38%	0%
Dimensión 8.7. Otros Puntos Importantes: Estabilidad Laboral Y Emocional	85%	15%	0%
Dimensión 8.8. Otros Puntos Importantes: Salud Auto Percibida	92%	8%	0%

En la presente tabla se puede identificar el porcentaje de los docentes en cada nivel de exposición de acorde a las dimensiones establecidas; por tal razón se obser-

va que en las dimensiones con mayor afectación existe más del 50% de la población, las mismas que son: Soporte y Apoyo y Acoso laboral.

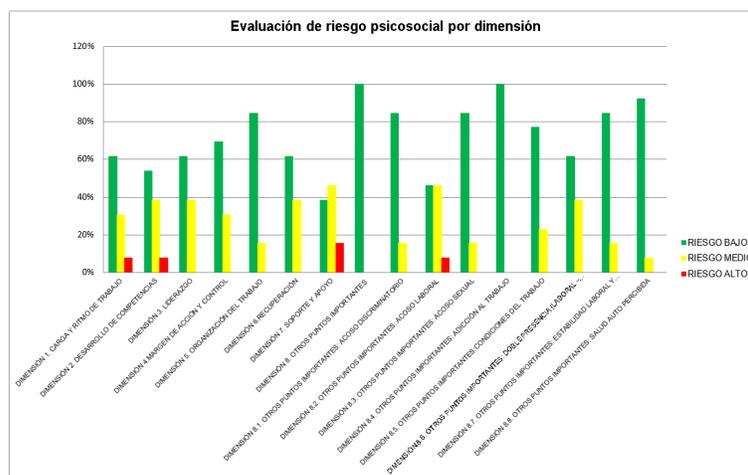


Figura 2. Diagrama de barras de la Evaluación de riesgos psicosociales por dimensionamiento en el I.S.T. Victoria Vásconez Cuvi

a.Resultado Global

En la Tabla VI podemos observar el nivel de expo-

sición psicosocial de los 13 docentes del I.S.T. Victoria Vásconez Cuvi que participaron en la investigación.

TABLA VI. Resultados Globales del Cuestionario en el I.S.T. Victoria Vásconez Cuvi.

Resultado Global De La Evaluación De Riesgo Psicosocial	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
	77%	23%	0%

La presente tabla representa los niveles de exposición de toda la población en relación a la evaluación de los factores de riesgo psicosocial, en donde el 77% de los docentes se encuentra en un nivel bajo muy favorable para la salud, el 23% en nivel medio y mientras que el 0% en nivel rojo desfavorable para la salud.

C.Discusión

Al identificar los factores de riesgos psicosociales en el Instituto Superior Tecnológico Vicente León y Victoria Vásconez Cuvi de la ciudad de Latacunga a través de un cuestionario validado por el Ministerio del Trabajo queda en evidencia el nivel de riesgo que estos casi 100 docentes tienen que soportar en su entorno de trabajo, presentando un riesgo medio especialmente en las dimensiones de soporte y apoyo, así como en carga y ritmo de trabajo, hecho que es rescatado del trabajo de Vargas, Quintero y Sánchez, mismo que trabajaron con un dimensionamiento socio ambiental el cual identificó como un factor de riesgo las relaciones interpersonales, demostrando el cómo pedir ayuda entre compañeros de trabajo es un reto diario afectando el trabajo colaborativo y el desempeño laboral [5].

En ambas instituciones de educación superior el resultado global de la evaluación dio en promedio 74.5% de riesgo bajo psicosociales, dato que es bastante favorable para la investigación, en cambio por otro lado tenemos en promedio un 24.5% de riesgos medios enfocados principales en acoso laboral, desarrollo de competencias, doble presión laboral y sobre todo en condiciones de trabajo, este último siendo más notable en el Instituto Vicente León. Razones por las cuales se debe mejorar el apoyo social a los docentes para que la institución educativa sea capaz de ofrecer un entorno emocional y socialmente agradable el cual facilite el desarrollo saludable en un ambiente acorde a la profesión docente y con ello evitar posibles cuadros psicosociales dañinos [6].

La revisión realizada evidencia que existe poca información al respecto de investigaciones dirigidas a docentes que son víctimas de factores de riesgo psicosocial laboral y sus efectos en el sector de educación superior. Es de interés prioritario el ampliar la información sobre

las interacciones de las condiciones laborales y exigencias psicológicas particulares a las que responden los docentes, esto incluso puede facilitar la identificación posibles enfermedades ocupacionales que pueden aparecer a raíz de estos riesgos e implicaciones en el cumplimiento de su misión educativa [7]. Además, también se necesita identificar factores de riesgo psicosocial más específicos del sector y tomar en consideración variables correspondientes a funciones particulares de los académicos en Instituciones de Educación Superior con el objetivo de crear un precedente sobre los detonantes del deterioro laboral y físico del sector educativo [8].

V.CONCLUSIONES

Luego de realizar la evaluación e interpretación de resultados del cuestionario de riesgo psicosocial se estableció las siguientes conclusiones:

- Debido a los factores psicosociales identificados y que están expuestos los docentes dentro de la institución (Vicente León y VVC), se puede evidenciar que son una causa para que los docentes sean víctimas de estrés y hostigamiento laboral, lo que origina que su rendimiento no sea el adecuado en relación a los requerimientos institucionales.

- Plantear estrategias que permitan dar solución o mejorar el desgaste psicosocial, de tal forma que el docente se encuentre emocionalmente estable y así lograr que su rendimiento académico sea excelente.

- Es importante la identificación, evaluación, intervención y monitoreo de los factores de riesgo psicosocial en todas las áreas con el fin de identificar los factores perjudiciales para la salud psicológica y fisiológica de los docentes.

REFERENCIAS

- [1]C. Marín y O. Piñeros, «Organizational management, human resources and mobbing: Findings in Colombia.,» *Advances in Intelligent Systems and Computing*, n° 791, pp. 110-115, 2018.
- [2]Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo., «Los riesgos psicosociales y el estrés en el trabajo, nota descriptiva,» 2016. [En línea]. Available: <https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-ris>

ks-and-stress. [Último acceso: 27 enero 2020].

[3]L. Luceño, B. Talavera, J. Martín y S. Escorial, «Factores de riesgo psicosocial como predictores del bienestar laboral: un análisis SEM,» *Ansiedad y Estrés*, vol. 23, n° 2-3, pp. 66-70, 2017.

[4]Ministerio del Trabajo, «NORMATIVA ERRADICACION DE LA DISCRIMINACION EN EL AMBIENTO LABORAL,» LEXISFINDER, Quito, 2017.

[5]G. I. Vargas Hurtado, A. Quintero Padilla y L. Sánchez Ramírez, «Los riesgos psicosociales como factores determinantes en el proyecto de la vida de los estudiantes de la Universidad Abierta y a Distancia,» *Espacios*,

vol. 39, n° 40, p. 8, 22 06 2018.

[6]D. R. Tacca Huamán y A. L. Tacca Huamán, «Factores de riesgos psicosociales y estrés percibido en docentes universitarios,» *Universidad Tecnológica del Perú*, vol. 7, n° 3, pp. 323-353, 2019.

[7]S. Heredia, M. Morales, R. Infante, D. Sánchez, C. Páez y S. Gabino, «Psychosocial risk factors in university teachers,» *Revista Espacios*, vol. 39, n° 49, 2018.

[8]J. Martínez, S. Tobón y A. Romero, «Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina,» *Innovación educativa (México, DF)*, vol. 17, n° 73, pp. 79-96, 2017.

RESUMEN CURRICULAR



José Israel Espín Chasi, Psicólogo Industrial, Docente y Coordinador de la Unidad de Bienestar Institucional en el I.S.T. Vicente León. Actualmente es docente del Instituto Superior Tecnológico Vicente León-Latacunga.



Luis Armando Chisaguano Chisaguano, Psicólogo Clínico de la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador. Actualmente docente en el Instituto Superior Tecnológico “Vicente León” Latacunga.



Jenny Maricela Criollo Salinas, Magíster en Educación mención Innovación y Liderazgo Educativo, Máster en Gestión y Auditoría Ambiental. Actualmente es Gerente General de EDUSUTEC CIA. LTDA.- Latacunga.

LAS ARTES Y SU INCIDENCIA EN LA EDUCACIÓN INTEGRAL DEL DESARROLLO COGNITIVO DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Mendoza Carrera, Jefferson Estuardo ¹, Montero Zamora, Edinzon Gustavo ², Castro Castillo Graciela Josefina³ y Burgos Medieta, Diana Jesús⁴

jmendozac4@unemi.edu.ec¹, emonteroz@unemi.edu.ec², gcastroc4@unemi.edu.ec³,
dburgosm1@unemi.edu.ec⁴

orcid.org/0000-0001-5470-8483¹, orcid.org/0000-0003-3198-675X⁴
Universidad Estatal de Milagro

Recibido (04/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: Este artículo pretende dar a conocer la importancia del arte y la cultura en los diversos niveles de enseñanza, donde el rol del docente se centra en el aprovisionamiento de los entornos educativos que facilite la inmersión en las diversas dimensiones que posee el arte. De la misma forma, se evidencia la importancia del diseño de proyectos escolares que garanticen la enseñanza a través del arte y la cultura como un medio facilitador del aprendizaje, así como del desarrollo integral del individuo. La metodología utilizada por medio de encuestas refleja resultados considerables para un mejor desempeño académico en las áreas artísticas, donde un 38% consideran esta área de educación como indispensable, ya que fomenta un alto porcentaje de creatividad, asimismo en los datos obtenidos es importante resaltar como un 45% considera que esta área artística debe ser implementada en todos los ámbitos de estudio. Finalmente esto da paso a que la Universidad Estatal de Milagro se encuentre comprometida en potenciar el arte y la cultura con sus diversos programas y proyectos escolares teniendo la aceptación y participación activa de autoridades, docentes y estudiantes, fortaleciendo las raíces ancestrales de todos los pueblos, esto como elemento dinamizador de la sociedad educativa y muestra tangible de la calidad educativa que provee a la sociedad.

Palabras Clave: Arte, Cultura, Desarrollo integral, aprendizaje.

THE ARTS AND THEIR IMPACT ON THE COMPREHENSIVE EDUCATION OF COGNITIVE DEVELOPMENT OF UNIVERSITY STUDENTS

Abstract: This article aims to publicize the importance of art and culture at the various levels of education, where the role of the teacher focuses on the provision of educational environments that facilitate immersion in the various dimensions that art has. In the same way, the importance of the design of school projects that guarantee teaching through art and culture as a facilitating means of learning, as well as the integral development of the individual, is evident. The methodology used by means of surveys reflects considerable results for a better academic performance in the artistic areas, where 38% consider this area of education to be indispensable, since it fosters a high percentage of creativity, also in the data obtained it is important to highlight how 45% consider that this artistic area should be implemented in all areas of study. Finally, this gives way to the Milagro State University being committed to promoting art and culture with its various school programs and projects, having the acceptance and active participation of authorities, teachers and students, strengthening the ancestral roots of all peoples, this as a dynamic element of the educational society and tangible sample of the educational quality that it provides to society.

Keywords: Art, culture, integral development, learning.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las tendencias pedagógicas, psicológicas e investigativas han coincidido en el aporte que genera la enseñanza a través del arte, como un agente enriquecedor del ser humano. Por consiguiente, las diversas disciplinas artísticas fortalecen el desarrollo integral del individuo, donde la música, artes audiovisuales, teatro, danza, artes plásticas fomenta las relaciones interpersonales del ser como un elemento adaptable y moldeable de la situación a la que se enfrenta, asumiendo el rol protagónico en el momento que lo amerite.

Bajo este contexto, el valor de la educación artística se cimienta en la facultad de aproximar al individuo al mundo y su gente, ya que es el encargado de enseñar de manera tangible lo que otras personas piensan, comprenden, admiten y toleran, por ende, la educación artística dentro del sistema de enseñanza nacional cumple con los principios básicos del Buen Vivir, el mismo que se centra en la integridad del ser humano y su relación con el entorno natural y social.

Según Freire, citado por el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes de Chile expresa que: “el conocimiento no se transmite, se construye” [1], es decir que el docente debe ser el facilitador de las experiencias diarias donde los educandos logren generar un aprendizaje significativo, permitiéndoles relacionarse con los diversos elementos que conforman la sociedad.

El arte encierra una serie de aspectos relevantes que deben ser considerados al momento de impartirlo dentro del salón de clases, entre los que destacan los valores, tradiciones, costumbres, creencias, formas de vida música, bailes típicos, ciencia y saberes de cada pueblo, ese legado que día a día se fue dejando las raíces a través del desarrollo y los patrimonios, no se quiere deslindar otras culturas que están inmersas en el desarrollo del país, por lo tanto la cultura tiene que ser reconocida como un todo, ya sea por su origen, la conciencia cultural en niños, jóvenes adolescentes para de esta manera defender y conservar la integridad de los pueblos a través de la enseñanza artísticas en todas sus dimensiones [2].

Sin lugar a dudas, el proceso de globalización ha permitido que las artes sean conocidas en todas las esferas sociales, es decir que las tradiciones y costumbres de un pueblo pueden llegar a ser estudiadas de manera integral dentro del sistema de enseñanza; cabe recalcar, que por años, el ser humano ha utilizado la expresión artística desde los ambientes de gozo y el deleite, sin forjar la verdadera importancia de construir el desarrollo integral del ser humano y fortalecer las bases sociales capaces de defender su integridad e identidad cultural, lo que amerita que el sistema de enseñanza tenga como

prioridad la práctica constante del arte y cultura [3].

Desde esta perspectiva, la falta de producción cultural en las artes escénicas, estudiantes con pocos conocimientos en las diferentes dimensiones artísticas, así como la falta de proyectos, carencia de profesores especializados en las artes dificulta la motivación de los educandos para acercarse al verdadero sentimiento artístico-cultural en una sociedad altamente digitalizada y con escaso interés de practicar este tipo de actividades.

Defender la herencia cultural permitirá mejorar el sistema de vida mostrando al mundo la diversidad, patrimonio, centros turísticos, difusión artística, todos los rasgos comunes que define a cada pueblo ya sea por su ubicación geográfica, por su dialecto, idioma, gastronomía, mitos, leyendas. Es producto de una transformación; hoy por hoy somos invadidos por otras costumbres, vestimenta, música, otros ideales culturales a punto de desaparecer y adaptarnos a una vida distinta, perdiendo la tradición por el elevado desinterés en la enseñanza de las artes y cultura.

El fomentar la identidad cultural y recuperar la identidad de los pueblos debe ser responsabilidad absoluta de los organismos competentes y con la contribución de quienes se encuentran inmersos en los sistemas de enseñanza, es decir que a través de las diferentes manifestaciones artísticas-culturales se logra fomentar y difundir el arte y la cultura desde las aulas en todos sus niveles educativos, cambiando las actitudes en cada pueblo para valorar lo nuestro, sea este en costumbres, producción, educación, incrementando programas de desarrollo cultural, designar un presupuesto a la investigación cultural, buscando nexos culturales con los diferentes pueblos del país para potenciar la participación socio cultural, establecer programas, proyectos en las instituciones educativas con proyección a la comunidad, comprometiendo de esta forma a los medios de comunicación en sus actividades diarias para difundir lo nuestro, la existencia de centros regionales de cultura en las diferentes zonas con la participación activa de la casa de la cultura núcleo de provincias, ciudades o cantones impulsando y convirtiéndose en instituciones vivas y participativas.

Es así que se ha planteado como objetivos el determinar la incidencia del área artística en el aprendizaje de los estudiantes y en el desarrollo cognitivo en los diversos ámbitos educativos, analizar la incidencia que tiene el área creativa en los estudiantes y en las metodologías de los docentes y categorizar las áreas de educación en la que los estudiantes sienten mayor afinidad.

Por tal motivo este artículo presenta un desarrollo en donde se detalla información referente a las artes y a la importancia de su ejecución por medio de proyec-

tos que beneficien a la comunidad estudiantil y a la sociedad en general, asimismo muestra la metodología a utilizar, la cual permite el implemento de herramientas propias para la obtención de posteriores resultados que faciliten conocer los índices poblacionales que consideran importante la práctica de las artes, finalmente se detallan las conclusiones mismos que van acorde a los resultados obtenidos y que darán paso a un análisis eficaz.

II. DESARROLLO

Es evidente la necesidad de rescatar las costumbres y tradiciones en los pueblos, notando en la sociedad como las nuevas generaciones son vulnerables en la adquisición de modas, tendencias musicales y comportamientos derivados del inmenso material extranjero que se difunde libremente por los diversos medios de comunicación a consecuencia de la globalización desde la perspectiva tecnológica [4].

Resulta importante rescatar nuestras costumbres, involucrando a cada uno de los actores sociales, especialmente los jóvenes en las diferentes dimensiones artísticas, entre las que se encuentran las artes plásticas, danza, teatro, música, grupos corales, por lo que el sistema de enseñanza, sin importar el nivel de educación debe proveer la realización o ejecución de proyectos escolares que impulsen los programas artísticos-culturales como un elemento transmisor de las costumbres de los pueblos, logrando moldear la conducta y comportamiento de los habitantes en relación al arte y cultura, asumiendo el rol protagónico para defender la identidad del pueblo de donde proviene [5].

Dentro de los diversos centros educativos es evidente el potencial humano en términos artísticos-culturales, notándose una problemática muy marcada con relación al presupuesto asignado para las mismas, así como la carencia de programas escolares que dinamicen la enseñanza y práctica artística-cultural en la localidad producto del poco interés de las instituciones encargadas de difundir las costumbres y tradiciones de los pueblos.

Bajo esta perspectiva, es evidente la necesidad de plantear programas culturales de danza, música, coro y teatro desde el concepto académico con la finalidad de que los mismos formen parte de una educación integral en los estudiantes, especialmente en las esferas universitarias, logrando de esta forma una reestructuración a la malla curricular en todas las carreras de las diferentes facultades.

Para lograr la transformación de la educación y el desarrollo artístico cultural, se requiere de un mayor dinamismo y proceso educativos plenamente establecidos, lo que coadyuvaría a otras áreas del conocimiento

y aprendizaje a desarrollando la creatividad fundamentándose en la práctica para acrecentar el conocimiento praxiológico y axiológico, conceptualizando cada actividad artística cultural con la vida diaria.

"La cultura se comprende mejor no como complejos de esquemas concretos de conducta costumbres, rutinas, tradiciones, conjuntos de hábitos, como ha ocurrido en general hasta ahora, sino como una serie de mecanismos de control, planes, recetas, fórmulas, reglas, instrucciones, ser sometidos a capacitaciones para un desarrollo integral." [6]

Según Torres Hernández [7] "los proyectos escolares simplifican la organización del quehacer en las instituciones educativas", es decir brinda una ubicación adecuada a la importancia de la enseñanza, el aprendizaje y su mejoramiento continuo como base elemental del ser humano. Ante lo mencionado, los proyectos escolares se constituyen en un instrumento que facilita la expresión de forma particular de los objetivos que pretenden alcanzar los directivos y docentes de los centros de enseñanza, con la participación activa de todos los directores educativos, donde la construcción de conocimientos se realice de manera progresiva, atendiendo de manera tácita a la diversidad escolar presente en el colectivo educativo.

Los proyectos escolares constituyen un instrumento que expresa la forma particular en que cada objetivo se cumple en base a la planificación estratégica, donde se proponen conseguir que sus estudiantes adquieran conocimientos y desarrollen las habilidades intelectuales y actitudinales que constituyen los propósitos de la educación actual. Puede decirse que un proyecto educativo consiste en la planificación de un proceso para que los alumnos alcancen ciertos objetivos de aprendizaje, surge a partir de la detección de una necesidad o de un problema y su finalidad es la satisfacción o resolución de lo detectado. Muchas veces, los problemas y las necesidades no son aparentes, independientemente de su gravedad. Por ello no se debe esperar a que se manifiesten, sino que conviene observar de cerca y con frecuencia la realidad de los distintos ámbitos de la sociedad para gozar del tiempo prudente de planeamiento y dar lugar a una ejecución efectiva y con resultados duraderos [8].

El Ministerio de Educación para conseguir estos fines ha resuelto emprender, revisar y ajustar los currículos de los diferentes niveles educativos y, al mismo tiempo, abrir nuevos espacios y oportunidades de educación mediante actividades dentro de la jornada regular con metodologías centradas en el estudiante, promoviendo la investigación y la integración de los intereses

individuales en los procesos académicos. De este modo, se aspira que la participación de los estudiantes pueda ocupar el mayor escenario posible y no circunscribirse en la convencionalidad de las clases magistrales, como

ha ocurrido en gran medida, promoviendo la innovación, el emprendimiento y la interdisciplinariedad.

En orden de prioridad los proyectos que ofertan el MINEDU son:



Figura 1. Proyecto escolar

Fuente: Ministerio de Educación, Ecuador

La cultura y las artes

Según el Ministerio de Educación- MINEDUC [9], “la cultura y el arte juega un papel fundamental en el proceso formativo del ser humano”, ya que a través de estas disciplinas se logra promover un conjunto de experiencias y aprendizajes básicos. De la misma forma, la Educación Cultural y Artística es considerada como un espacio que promueve el correcto conocimiento y la participación activa de la cultura, así como del arte contemporánea fusionados con las expresiones culturales locales de carácter ancestral.

Bajo este contexto, el arte y la cultura permiten atender a la diversidad cultural y social de los educandos, facilitando el desarrollo de un conjunto de habilidades y destrezas con criterio de desempeño, a la vez que contribuye en elevar los estándares de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas.

La Educación Cultural y Artística se encuentra centrada en:

- La vida cultural y ancestral de los pueblos.
- Trabaja con proyectos escolares integradores y disciplinarios inherentes al arte y cultura.
- Permite la vinculación de los aprendizajes de otras áreas.
- Facilita la participación activa de todos los elementos educativos.
- Genera espacios de inclusión.
- Permite el desarrollo integral de los educandos.

Saenz [10], en su artículo La necesidad de experimentar en el arte y la cultura, asegura que: “es primor-

dial la relación interdisciplinar en todas las esferas del conocimiento” por ende, el sistema educativo superior debe asumir la responsabilidad de proveer las experiencias necesarias a los estudiantes para que se sumerjan en la fantasía y esplendor del arte-cultural del país y en especial del cantón, considerándose que la Universidad es un referente social que moldea la conducta y comportamiento de los elementos activos sociales. “La cultura consiste en pautas de comportamiento, explícitas o implícitas, adquiridas y transmitidas mediante símbolos y constituye el patrimonio singularizado de los grupos humanos, incluida su plasmación en objetos; el núcleo esencial de la cultura son las ideas tradicionales (es decir, históricamente generadas y seleccionadas) y, especialmente, los valores vinculados a ellas; los sistemas de culturas, pueden ser considerados, por una parte, como productos de la acción, y por otra, como elementos condicionantes de la acción futura)” [11].

III.METODOLOGÍA

El diseño metodológico de la investigación es de tipo mixta ya que se presentan datos cuantitativos, los cuales permiten conocer porcentajes viables para determinar el proceso de aprendizaje que presentan los estudiantes por medio de las artes, asimismo cualitativo el cual permite describir las actitudes observadas en los estudiantes.

La población intervenida fue de estudiantes de la Universidad Estatal de Milagro de la provincia del Guayas. Por su defecto se tomó en consideración una muestra relevante de 290 estudiantes, mismos que res-

pondieron a la encuesta solicitada, con la finalidad de corroborar el desenvolvimiento académico por medio de las áreas relacionadas a las artes.

IV.RESULTADOS

Luego de la aplicación de la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

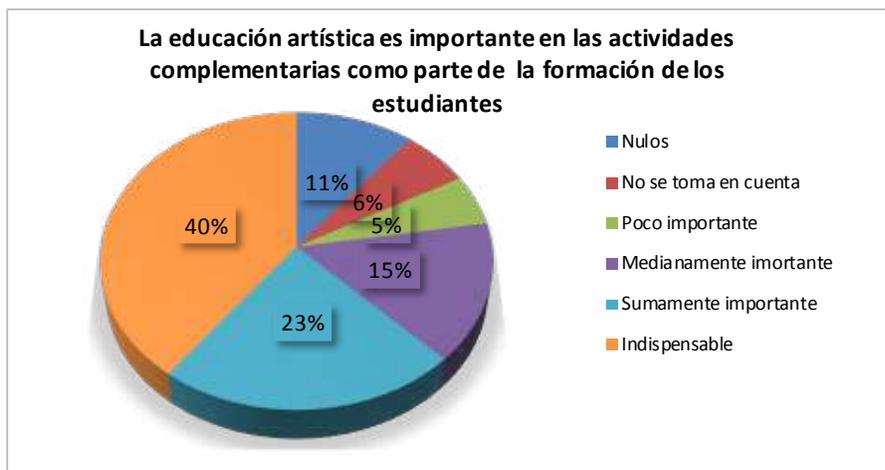


Gráfico I: Educación artística y su importancia en las actividades complementarias

El 40% de los estudiantes encuestados recalcan que es indispensable tener áreas de educación artística en las actividades complementarias, mismas que permiten que los estudiantes desarrollen habilidades sociales más

eficientes, por otra parte, el 15% de los estudiantes consideran que este tipo de educación no es relevante y lo consideran poco importante al igual que el 1% que considera que estas áreas no son tomadas en cuenta.

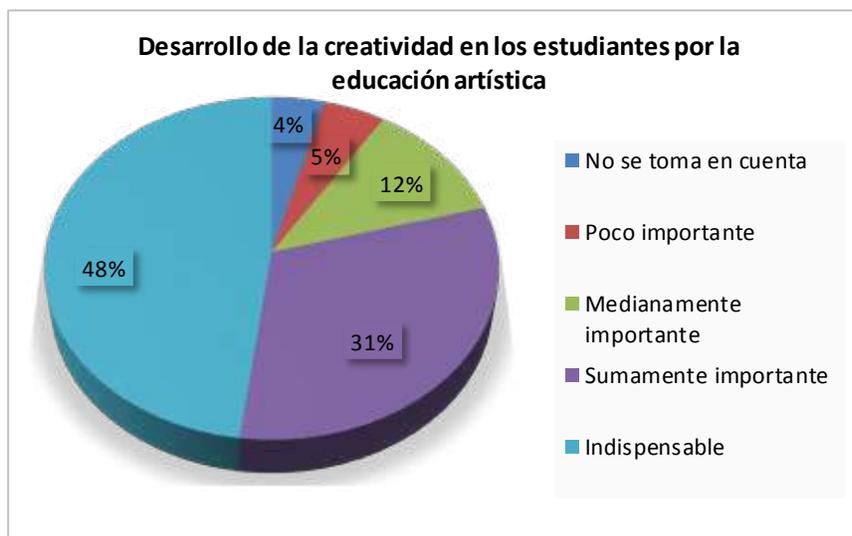


Gráfico II: Desarrollo de la creatividad

De los estudiantes encuestados el 48% consideran que el desarrollo de la creatividad por medio de la educación artística es indispensable para el proceso de

aprendizaje, mientras que el 5% consideran que es poco importante tener este tipo de desarrollar este tipo de habilidades y destrezas.

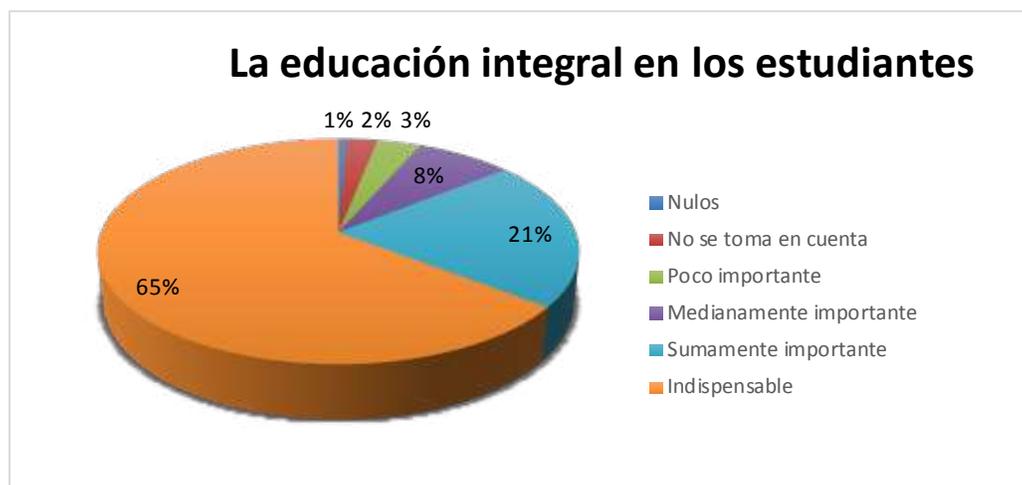


Gráfico III: Educación integral

El 64% de los estudiantes encuestados consideran que es indispensable tener una educación integral, misma que debe tener en consideración el desarrollo de destrezas artísticas en los estudiantes y así hacer posible

una educación mucho más integral, mientras que es 3% considera que es poco importante el desarrollo de esta educación integral.

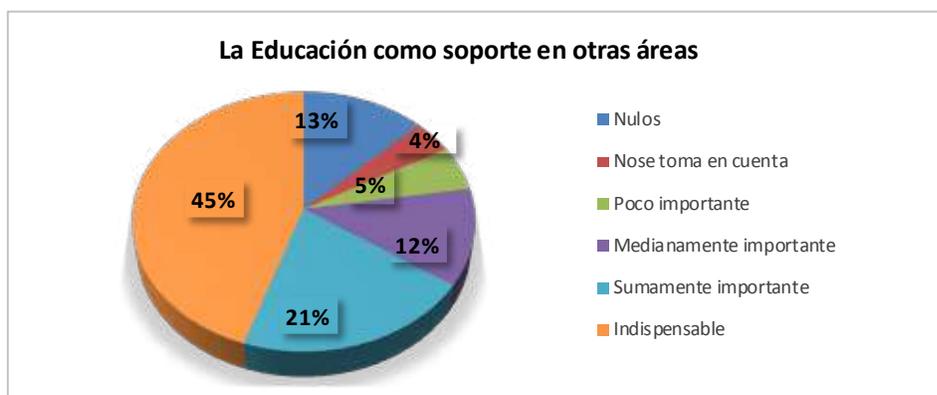


Gráfico IV: Educación y otras áreas

Dentro de la población encuestada se refleja que el 45% de los estudiantes consideran que es indispensable la educación como soporte en las diversas áreas de estudio, mientras que del 21% al 12% consideran como mediana y sumamente importante, por otro lado en el rango de 4% a 5% consideran que es poco importante este proceso de aprendizaje y que por ende es algo que no lo toman en cuenta y por ello no lo ven relevante.

V.CONCLUSIONES

La UNEMI consciente de los cambios culturales que sufre la población por el movimiento globalizador en las distintas áreas, debe mantener el aporte constante a las manifestaciones propias de la cultura ecuatoriana mediante el estudio de las artes plásticas, danza, teatro, coro polifónico y música para fortalecer los valores ancestrales del país y la región, el programa persigue

enseñar y exponer las diferentes manifestaciones culturales como formas de comunicación humana mediante la expresión del arte tradicional y moderno, como de opciones de formación creativa y desarrollo artístico.

Por otro lado, es evidente la carencia de grupos de artes en la ciudad, así como la falta de la conciencia social y trasmisión de las distintas realidades y situaciones que se presentan en la sociedad. Por ende, la UNEMI es líder en impulsar el desarrollo artístico y así motivar la evolución cultural en nuestra universidad, cantón y gran parte del país.

A partir de esta iniciativa se propicia la creación de oportunidades para los jóvenes de la comunidad universitaria a fin de comprometerse con las artes escénicas y difundirla en todos los sectores donde requieran de los servicios del grupo.

REFERENCIAS

- [1] P. Freire, «Educar para Transformar: el rol de la Educación Artística en el legado de Paulo Freire y Mario Pedrosa,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.estaciondelasartes.com/educar-para-transformar-el-rol-de-la-educacion-artistica-en-el-legado-de-paulo-freire-y-mario-pedrosa/>.
- [2] J. L. Mariscal, «Cruces e interacciones entre educación y gestión cultural,» de Educación gestión cultural., México, UDGvirtual., 2010, pp. 17-47.
- [3] S. Álvarez Castro y M. d. C. Dominguez Lacayo, «La expresión artística: Otro desafío para la educación rural,» Revista Electrónica Educare, p. 4, 2012.
- [4] J. García y N. Pulgar, «Globalización: aspectos políticos, económicos y sociales,» Revista de Ciencias Sociales, pp. 3-5, 2010.
- [5] C. Pérez y A. Célis, «Cultura y sociedad en la era global,» Revista de Ciencias Sociales, p. 10, 2011.
- [6] T. Austin Millán, Fundamentos Sociales y Culturales de la educación, Santiago de Chile: Editorial Universidad Arturo Vidal, 2011.
- [7] A. Torres Hernández, «¿Qué es el proyecto escolar?,» 09 Octubre 2013. [En línea]. Available: http://www.milenio.com/firmas/alfonso_torres_hernandez/proyecto-escolar_18_168763179.html.
- [8] Ministerio de Educación, «Ley Orgánica de Educación Intercultural,» Septiembre 2013. [En línea]. Available: http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/09/ACUERDO_332-13_OK.pdf.
- [9] A. Saenz, «La necesidad de experimentar en el arte y la cultura,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.laboralcentrodearte.org/es/recursos/articulos/la-necesidad-de-experimentar-en-el-arte-y-la-cultura>.
- [10] Ministerio de Educación- MINEDUC, «Educación Cultural y Artística,» 2014. [En línea]. Available: http://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/ECA_COMPLETO.pdf.
- [11] A. E. F. A. García Martínez y A. Escarbajal de Haro, La interculturalidad: desafío para la educación, 2012.

ALGORITMOS PARA EL CONTROL DE PARÁMETROS VENTILATORIOS EN EQUIPOS MECÁNICOS EMERGENTES

Miño Carlos¹., Cuaycal Andrés²., Quiroga Josue³., Gómez Karen⁴., Portilla Karla⁵
calolomino@gmail.com¹, andres.cuaycal@epn.edu.ec², josueesteban_12@hotmail.com³,
karen.gomez@ingbiotec.com⁴, karlapaola_portilla@yahoo.es⁵
<https://orcid.org/0000-0001-6664-2215>¹, <https://orcid.org/0000-0002-6425-9930>², <https://orcid.org/0000-0001-6819-56743>³, <https://orcid.org/0000-0003-0824-48624>⁴, <https://orcid.org/0000-0002-3069-42565>⁵.

¹Universidad Tecnológica Israel, Ingeniería Electrónica Digital y Telecomunicaciones

^{2,5}Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

³Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Ingeniería Electrónica

⁴Universidad Manuela Beltrán, Facultad de Ingeniería Biomédica.

Recibido (12/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: En este trabajo se presentan algoritmos para el control de parámetros requeridos en equipos de ventilación mecánica, considerando la emergencia sanitaria ocasionada por COVID-19. Estos algoritmos permiten el control de variables como el pico de presión inspiratoria (PIP), Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Frecuencia Respiratoria (FR), Tiempo Inspiratorio (Ti), Pausa Inspiratoria (Pause ins), Sensibilidad de Disparo (Trigger), Apnea en Modo Espontáneo (Apnea). El conjunto de estos parámetros ventilatorios se han implementación de un equipo de carácter emergente que permite asistir a pacientes con deficiencia respiratoria aguda.

Palabras Clave: Ventilador mecánico, Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Presión límite (PIP), COVID-19.

VENTILATORY CONTROL ALGORITHMS IN EMERGING MECHANICAL EQUIPMENT

Abstract: This work presents algorithms for the control of parameters required in mechanical ventilation equipment, considering the health emergency caused by COVID-19. These algorithms allow the control of variables such as Peak inspiratory pressure (PIP), Positive end-expiratory pressure (PEEP), Respiratory Frequency (FR), Inspiring Time (Ti), Inspiring pause (Pause ins), Trigger Sensitivity, Apnea in Spontaneous Mode (Apnea). All these ventilatory parameters have been implemented by an emergent team that allows assisting patients with acute respiratory deficiency.

Keywords: Mechanical Ventilator, Positive end-expiratory pressure (PEEP), Peak inspiratory pressure (PIP), COVID-19.

I. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de soporte vital por ventilación mecánica, es necesario el control de ciertos parámetros que garanticen el correcto funcionamiento de estos equipos. En el diseño de ventiladores de carácter emergente, se deben desarrollar algoritmos que permitan configurar el trabajo del equipo de acuerdo al criterio profesional. Estos parámetros son descritos a continuación.

A. Ventilador Mecánico

Un ventilador pulmonar artificial es un equipo médico diseñado para forzar una mezcla de gases (oxígeno y aire comprimido seco) en los pulmones con el fin de saturar la sangre con oxígeno y eliminar el dióxido de carbono de los pulmones.

El ventilador se puede usar tanto para la invasión (a través de un tubo endotraqueal insertado en las vías respiratorias del paciente o a través de la traqueotomía) como para la ventilación no invasiva de los pulmones, a través de una máscara. Los ventiladores modernos son equipos médicos de alta tecnología los cuales proporcionan soporte respiratorio para el paciente tanto en volumen como en presión. [1,2].

B. Parámetros de control ventilatorio

Los parámetros comunes a todos los modos de operación del ventilador son: Frecuencia respiratoria (FR), Presión positiva al final de la espiración (PEEP) [3], Presión inspiratoria máxima (PIP), Tiempo inspiratorio (Ti), Relación inspiración/espiración (I/E), Pausa inspiratoria, Sensibilidad de disparo (Trigger), Volumen Corriente (VC).

La Frecuencia respiratoria (FR), es la cantidad de respiraciones por minuto o, más formalmente, la cantidad de movimientos indicativos de inspiración y espiración por unidad de tiempo. En la práctica, la frecuencia respiratoria se determina, contando la cantidad de veces que el cofre sube o baja por minuto. El objetivo de medir la frecuencia respiratoria es determinar si las respiraciones son normales, anormalmente rápidas (taquipnea), anormalmente lentas (bradipnea) o inexistentes (apnea) [4].

La Presión positiva al final de la espiración (PEEP), indica la presión residual en el sistema respiratorio luego de la espiración, evitando crear un vacío en el mismo y prepararlo para la siguiente inspiración. Para mantenerla en el paciente, se usa una válvula que crea resistencia con umbral en la rama espiratoria del circuito. Esta resistencia permite la salida de gas sólo cuando éste supera una presión prefijada impidiendo que la presión en vías aéreas llegue a cero, su función es mejorar la oxigenación [5,6]. Está indicada en el Síndrome de

Distress Respiratorio del Adulto (SDRA) y en el Edema Agudo Pulmonar (EAP) Cardiogénico. Como desventajas de la aplicación de esta presión, se disminuye el gasto cardíaco, lo que puede producir sobredistensión y barotrauma. [2]

Presión inspiratoria máxima (PIP), es el nivel más alto de presión aplicado a los pulmones durante la inhalación [1]. En ventilación mecánica, el número refleja una presión positiva en centímetros de presión de agua (cmH₂O). En la respiración normal, a veces puede denominarse presión máxima inspiratoria (IPO), que es un valor negativo [7].

La presión inspiratoria máxima aumenta con cualquier resistencia de la vía aérea [8]. Los factores que pueden aumentar la PIP, son el aumento de las secreciones, el broncoespasmo, la mordida en el tubo de ventilación y la disminución de la distensibilidad pulmonar. La PIP nunca debe ser crónicamente superior a 40 (cmH₂O) a menos que el paciente tenga síndrome de dificultad respiratoria aguda [9,10].

Tiempo inspiratorio (Ti) es el tiempo a lo largo del cual hay un flujo inspiratorio hacia los pulmones. En este lapso se genera presión efectiva. Por lo general debe tener una relación con el tiempo espiratorio (relación I:E).

Relación inspiración/espiración (I/E), Es la fracción de tiempo que se dedica a la inspiración y la espiración en cada ciclo respiratorio. Habitualmente se utiliza una relación I/E de 1/2 a 1/3. La programación de la relación I/E es muy diferente según el modelo de respirador [11], [12]. En unos se programa la FR y la relación I/E; en otros, el Ti y el espiratorio en segundos; en otros, la FR y el porcentaje de Ti y de Te en porcentaje, y en otros, la FR y el Ti en segundos.

El Tiempo posterior al tiempo inspiratorio se denomina Pausa inspiratoria, en el cual ocurre un cierre de las válvulas tanto inspiratoria como espiratoria del ventilador mecánico [13], produciendo de esta manera que el volumen inspiratorio se mantenga por un lapso de tiempo en los pulmones [14].

La Sensibilidad de disparo o Gatillaje (Trigger) corresponde al esfuerzo umbral que debe hacer el paciente para que el ventilador entregue un período ventilatorio (en este caso una respiración asistida). Este valor umbral es lo que se conoce como sensibilidad. Según el mecanismo de gatillaje, los ventiladores (o sus modalidades) pueden ser controlados por Flujo o presión de acuerdo al requerimiento clínico. [16],[17]

Volumen corriente (VC), Es la cantidad de gas que el respirador manda al paciente en cada respiración. Se programa en las modalidades de volumen y en modalidades de doble control. Lo habitual es programar un VC

de 7–10ml/ kg (excepto en recién nacidos y pacientes con enfermedad pulmonar hipoxémica, en que se programan volúmenes menores). Hay que tener en cuenta que algunos respiradores compensan automáticamente el volumen de las tubuladuras (volumen de compresión) y otros no, por lo que, con el mismo volumen programado, el volumen efectivo puede ser diferente.

Modo de ventilación controlada por presión (VCP) es una modalidad común tanto en adultos como en pediatría. Normalmente está disponible tanto en ventilación obligatoria continua con control de presión (PC-CMV) como en ventilación obligatoria intermitente con control de presión (PC-IMV), que también es una característica de otros modos de uso común. Un profesional clínico establecerá la presión inspiratoria máxima para ayudar en la distensión de los alvéolos. Sin embargo, el volumen administrado puede variar debido a la capacidad respiratoria intrínseca del paciente, el cumplimiento torácico, la resistencia de las vías respiratorias e incluso otros ajustes del ventilador, como la relación I:E y el tiempo de elevación.[1].

II.DESARROLLO

Basado en criterios sobre el manejo de equipos de ventilación mecánica, y considerando los criterios del apartado anterior, se desarrollaron e implementaron los algoritmos que se presentan a continuación y que corresponden al desarrollo del ventilador “SURKAN”, de diseño y fabricación ecuatoriana.

A continuación, se presentan los algoritmos utilizados para el control de los parámetros de ventilación.

La PIP que se proporciona hacia los pulmones debe ser suficiente para expandirlos sin ocasionar daños al tejido pulmonar y es controlada por el algoritmo de la Figura 1. En cuyo proceso, se inicia leyendo el estado del ciclo, cuyo valor de 1, indica inspiración y 0, espiración. La presión sensada hace referencia a la presión obtenida del sensor de inspiración ubicado en la línea de entrada de aire al paciente. Está presión es utilizada en conjunto con la presión configurada para el cálculo del error que ingresa al controlador PID que regula la apertura y cierre de la válvula de inspiración.

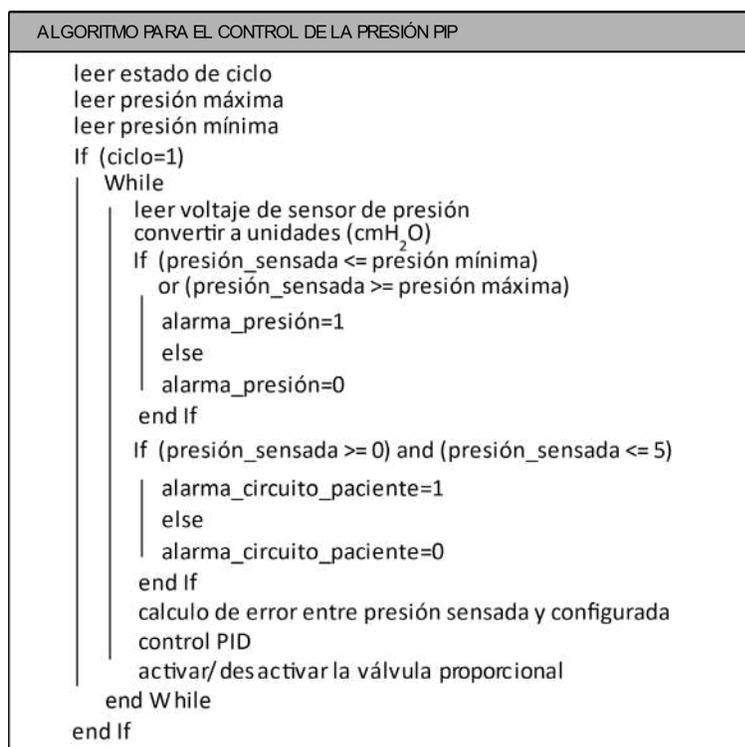


Figura 1. Algoritmo de control de la presión PIP

La PEEP es la encargada de mantener una presión residual que se en los pulmones luego del proceso de espiración. En la Figura 2 se puede visualizar el algoritmo empleado para controlar la PEEP. Se inicia leyendo el ciclo cuyo valor es 0 para la espiración. A continua-

ción, se lee continuamente la presión del pulmón la espiración y en el momento en que se alcance la presión PEEP, se cierra la válvula de espiración lo que permite mantener una presión residual en el pulmón.

```

ALGORITMO PARA EL CONTROL DE LA PRESIÓN PEEP

leer estado de ciclo
If (ciclo=0)
  While
    leer voltaje de sensor de presión
    convertir a unidades (cmH2O)
    comprar entre presión sensada y configurada
    If (presión_sensada <= presión configurada)
      cerrar válvula espiratoria
    end If
  end While
end If

```

Figura 2. Algoritmo para el control de la presión PEEP

Se consideró la FR, solamente para el cálculo de los tiempos de inhalación, pausa inspiratoria y espiración en cada ciclo, considerando la actualización de estos valores sin el uso de un bucle. En la Figura 3 se puede visualizar el algoritmo empleado para identificar la FR y los cálculos correspondientes.

Así pues, se divide la frecuencia para 60 obteniendo el tiempo completo en segundos en la cual debe eje-

cutarse un ciclo inhalatorio-espiratorio. Posteriormente, restamos dicho resultado del tiempo inhalatorio que es ingresado por el usuario para conseguir el tiempo espiratorio.

Adicionalmente el usuario puede configurar una pausa inspiratoria en cada ciclo, si es así, esta pausa será calculada y restada del tiempo inspiratorio igualmente configurado.

```

ALGORITMO PARA EL CONTROL DE LA FRECUENCIA RESPIRATORIA

leer la frecuencia respiratoria
leer el tiempo inspiratorio
leer pausa inspiratoria
tiempo ciclo=frecuencia respiratoria/60
tiempo espiratorio=tiempo ciclo - tiempo inspiratorio
If (pausa inspiratoria > 0)
  tiempo espiratorio= tiempo inspiratorio - pausa inspiratoria
end If

```

Figura 3. Algoritmo para el control de la Frecuencia Respiratoria, tiempo inspiratorio y Pausa inspiratoria

El tiempo T_i y la pausa inspiratoria, son parámetros dependientes de la frecuencia respiratoria configurada a través de la interfaz con el usuario. En la Figura 3 se puede visualizar el algoritmo empleado para identificar el tiempo inspiratorio y la pausa inspiratoria.

Para el control del (Trigger) se utiliza el algoritmo mostrado en la Figura 4 y es sensible al esfuerzo del paciente para respirar y según el cual, el equipo le asiste iniciando el ciclo inspiratorio. El algoritmo comienza

con la lectura del ciclo con valor de 0 para la espiración, posteriormente, realiza la lectura continua de la presión del pulmón y si ésta es menor al valor configurado de Trigger, se inicia el ciclo de inspiración. Además, se configura una variable que tome en cuenta la existencia de apnea, y se inicia un contador de tiempo. Si el paciente deja de respirar por su propia cuenta se producirá una alarma.

```

ALGORITMO PARA ACTIVAR EL DISPARO (TRIGGER)

leer estado de ciclo
leer trigger
leer apnea
If (ciclo=0)
  leer voltaje de sensor de presión
  convertir a unidades (cmH2O)
  comparar presión_sensada con presión_trigger
  If (presión_sensada <= presión_trigger)
    detener ciclo de espiración
    iniciar ciclo inspiratorio
    apnea = 1
    alarma_paciente_respirando=1
    contador de segundos=0
  else
    contador de segundos
    If (contador=apnea)
      alarma_paciemnte_respirando=0
      apnea=0
    end If
  end If
end If
end If

```

Figura 4. Algoritmo para activar el disparo Trigger.

III.METODOLOGÍA

Para el desarrollo inicialmente se desplegó la lógica de programación por cada uno de los procesos a controlar por separado [18]. Se empezó con el control de las válvulas de apertura y cierre según los tiempos de inspiración, pausa inspiratoria y frecuencia respiratoria, obteniendo el tiempo de espiración mediante cálculos.

Para el acondicionamiento de los sensores usados para este fin se tuvo en cuenta; uno para presión neta a la inspiración, dos sensores que entregan un diferencial de presión los cuales permiten la estimación del valor de flujo inspiratorio y espiratorio, finalmente un sensor de nivel de oxígeno FiO₂. Se utilizó un convertidor análogo digital para obtener sus valores en voltaje, que luego son transformados a valores de presión, flujo o niveles de oxígeno respectivamente.

Se inició el control, empezando con el valor de presión obtenida y por medio de un control PID [19] para controlar la PIP. Adicionalmente se configuró el parámetro PEEP y por comparación con el valor del sensor, se controló dicho valor en el equipo. De similar manera, el trigger o sensibilidad de disparo, se configuró de tal manera que al detectar un esfuerzo de respiración por parte del paciente, éste, genera una presión negativa que es detectada por el sensor de presión y es posible iniciar, dependiendo el nivel de esta sensibilidad, un nuevo ci-

clo respiratorio comandado por el paciente.

Una vez que se ha controlado de manera independiente cada uno de los parámetros de ventilación requeridos, se integró todo en un solo código a ejecutarse. Manejando procesos independientes pero que se comunican entre sí para un control completo de los parámetros en el equipo y evitar retardos en operación.

El desarrollo realizado tomó en cuenta el criterio de expertos en el uso de las alarmas, las mismas que se incorporaron dependiendo de los valores obtenidos por cada sensor y estos, no se encuentran en el rango especificado, activan alarmas de carácter visible y sonora en el equipo. Las alarmas incorporadas son por presión alta y baja, desconexión del circuito paciente, cuando el paciente intenta realizar respiraciones espontáneas y niveles críticos de FiO₂.

IV.RESULTADOS

Los algoritmos de control mostrados en la Sección III se desarrollaron tomando en cuenta la facilidad de implementación en una plataforma embebida y la interfaz del usuario. De acuerdo a consideraciones propias de la ventilación mecánica controlada por presión y con recomendación de médicos se eligieron y probaron los rangos de los parámetros de control. Los algoritmos propuestos son fácilmente implementables en una pla-

taforma embebida y se comprobó su eficiencia en un ventilador mecánico emergente mostrando resultados satisfactorios tomado en cuenta las pruebas realizadas en pulmones artificiales y en simuladores humanos de alta fidelidad. A continuación se muestran los parámetros de ventilación con sus respectivos rangos de trabajo.

El algoritmo presentado en la Figura 1 permitió configurar la PIP en un rango de 5 hasta 40 cmH₂O. con ayuda del algoritmo de la figura 2 se configuró la PEEP en un rango de 5 hasta 25 cmH₂O.

El algoritmo mostrado en la Figura 3 permite configurar la FR en un rango de 5 hasta 40 rpm, el tiempo inspiratorio en un rango es de 0.1 hasta 3 segundos, mientras que la pausa inspiratoria variaría entre 25% hasta 75 %.

EL control de activación del disparo Trigger, se logró con el algoritmo de la figura 4, actuando cuando se determina en un rango de -0.5 hasta -2.5 cmH₂O. Se tomó en cuenta una presión negativa ya que ésta se da al instante que el paciente realiza un esfuerzo para la inspiración.

Los algoritmos de control mencionados a lo largo del documento fueron probados en el ventilador mecánico emergente mostrado en la Figura 5. Este ventilador cuenta con los componentes electrónicos, mecánicos y neumáticos para la correcta implementación de los algoritmos mostrados en el presente trabajo.



Figura 5. Ventilador mecánico emergente “SUR-KAN”

V.CONCLUSIONES

Los algoritmos descritos en el presente trabajo muestran un buen desempeño en el control de las variables dentro de los rangos descritos con anterioridad y logrando un adecuado control por presión del ventilador.

El uso de un controlador PID, para alcanzar la PIP solicitada por el usuario, permite seguir la referencia en un tiempo menor a se ha utilizado un controlador PID permitiendo alcanzar el parámetro de presión a un valor adecuado de acuerdo al tiempo de inspiración seleccionado.

Los parámetros de PEEP, FR, Ti y Trigger, al ser controlados en procesos separados, permiten realizar el modo de ventilación mecánica asistido/controlado por presión. La inclusión de los sensores mencionados a más de ellos, sirven de base para futuras implementaciones de control por volumen que será implementado en trabajos futuros.

REFERENCIAS

- [1]V. García, A. Sandoval., C. Días., C. Salgado., " Ventilación mecánica invasiva en EPOC y asma Invasi- ve mechanical ventilation in COPD and asthma.", Researchgate, Enero 2017.
- [2]F. Gutierrez, "Ventilación mecánica", Acta Médica Peruana, vol. 28, no. 2, Junio 2011.
- [3]M. Sánchez, M. Quintana, D. Palacios, V. Hortiguela, C. Schulk, J. Garcia, A. Canabal, M.J. Pérez, A. Velasco, M.A. Arrense, "Relación entre el gradiente alveolo-arterial de oxígeno y la PaO₂/FiO₂ introduciendo la PEEP en el modelo.", Medicina Intensiva, vol. 36, no. 5, Junio- Julio 2012.
- [4]JJ.Marini, AP. Wheeler. "Respiratory monitoring. Critical" Care Medicine. The Essentials., 2010.
- [5]C. M. Reina, "Ventilación mecánica controlada y asistida y controlada.", Science Direct, vol. 59, pp. 82-85, 2003.
- [6]P. Jouvét, C. Farges, G. Hatzakis, A. Monir, F. Lesage, L. Dupic, "Weaning children from mechanical ventilation with a computer-driven system (closed-loop protocol): a pilot study." *Pediatr Crit Care Med.*, pp. 425-432, 2007.
- [7]A. Güldner, T. Kiss, A. Serpa Neto, SN Hemmes, JCanet, Spieth PM, "Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers." *Anesthesiology.* 2015.
- [8]J. Shults, J. Martsma, S. Slutsky, O. Gajic. "What tidal volumes should be used in patients without acute lung Injury?.", ASA Publications: *Anesthesiology*, vol.106, 2007.
- [9]A. Carrillo, J. Lopez, "Parameters of mechanical ventilation.", National Library of medicine, Julio 2003.
- [10]F. Aranda, J. Aliste, F. Altermatt, J.P. Álvarez, F. Bernucci, "Recomendaciones para el manejo de pacientes con COVID-19 con indicación terapéutica de venti-

lación mecánica que eventualmente son conectados a máquinas de anestesia.”, Revista Chilena de Anestesia, vol.49, no.3, 2020.

[11]Grace K, “The Ventilador: selection of mechanical ventilators.” Critical Care Clinics, Vol. 14, no. 4, Octubre 1988.

[12]J.A. Farias, I. Alía, A. Retta, F. Olazarri, A. Fernández, A. Esteban, “An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children.”, Intensive Care Med., pp. 752-757, 2002.

[13]M. El-Khatib, G. Jamaledine. “A new oxygenation index for reflecting intrapulmonary shunting in patients undergoing open-heart surgery”. Chest. 2004.

[14]J. Lopez, A. Carrillo,”Ventilación mecánica: indicaciones, modalidades y programación y controles.”, GE Healthcare, vol. 6, no. 6, 2008.

[15]F. Gutiérrez, “Diagnóstico, Monitoreo y Soporte

Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda”; Simposio: Atención Inicial Del Paciente Crítico Para No Especialistas (Parte 1). Revista Acta Médica Peruana, no. Especial, 2011.

[16]A. Garnero, H. Abbona, F. Gordo-Vidal y C. Hermosa-Gelbard, “Modos controlados por presión versus volumen en la ventilación.”, Medicina Intensiva, Doima, pp. 7, 2012.

[17]D. Arellano, “Ventilación mecánica: Generalidades y Modalidades tradicionales.”, Kinesiología, 2006.

[18]R. Guerequeta y A. Vallecillo, “Técnicas de diseño de algoritmos”, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, 1998.

[19]L. Samet, N. Masmoudi, M. Kharrat y L. Kamoun, “A digital PID controller for real time and multi loop control: a comparative study”, IEEE XPLORE, Septiembre 1998.

RESUMEN CURRICULAR



Carlos Miño, Ingeniero en Electrónica Digital y Telecomunicaciones "Universidad Tecnológica Israel" Ecuatoriano. Intereses enfocados en Electrónica, Programación, Sistemas embebidos.



Karen Gómez Ambrosio, Ingeniera Biomédica “Universidad Manuela Beltrán” Colombiana. Intereses enfocados en Desarrollo, producción y mantenimiento de Equipo médico.



Andrés Cuaycal, Ingeniero Electrónica y Control de la “Escuela Politécnica Nacional” Ecuatoriano. Intereses enfocados en sistemas embebidos y robótica.



Karla Portilla, Ingeniera Electrónica y Control de la “Escuela Politécnica Nacional” Ecuatoriana. Intereses enfocados en mantenimiento de equipamiento médico.



Josué Quiroga, Ingeniero Electrónico “Universidad Politécnica Salesiana” Ecuatoriano. Intereses enfocados en Simulación Médica, Electrónica, Biomédica.

DISEÑO DE VENTILADOR MECÁNICO EMERGENTE EN MODO ASISTIDO/CONTROLADO Y ESPONTÁNEO POR PRESIÓN

Naranjo César¹, Flor Omar², Tapia Jeysson³, Flores Evelyn⁴, Coba Alfredo⁵, Chango Eduardo⁶
cnestronic@gmail.com,omar.flor@udla.edu.ec,jeyssontap@hotmail.com, eveflores.uio@gmail.com,
alfredocoba@mail.com, eduardo.chango@outlook.com

<https://orcid.org/0000-0002-6494-5260>¹,<https://orcid.org/0000-0002-3455-5982>²,<https://orcid.org/0000-0003-4859-7662>³,<https://orcid.org/0000-0002-7425-9360>⁴,<https://orcid.org/0000-0002-3143-89595>,
<https://orcid.org/0000-0001-6658-7738>⁶

¹Universidad Internacional del Ecuador, Ingeniería Mecatrónica

²Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Ingeniería Industrial.

^{3,6}Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería Electrónica y Control.

⁴Universidad de las Américas, Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones

⁵Electrónica Solutions & Services, asesoría y soluciones tecnológicas integrales

Recibido (04/05/20), Aceptado (22/05/20)

Resumen: En este trabajo se presenta el diseño de un ventilador mecánico de carácter emergente y que permite el control de variables como el pico de presión inspiratoria (PIP), Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Frecuencia Respiratoria (FR), Tiempo Inspiratorio (Ti), Pausa Inspiratoria (Pause ins), Sensibilidad de Disparo (Trigger), Apnea en Modo Espontáneo (Apnea). Para el diseño, se consideró la experiencia previa en el manejo de ventiladores mecánicos de uso médico y el uso de componentes inoxidables (acero 316) de tipo industrial y equipo médico. Este ventilador permite control mandatorio, selección y monitoreo de parámetros mínimos necesarios para dar soporte vital a pacientes con deficiencia respiratoria aguda.

Palabras Clave: Ventilador mecánico, Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Presión límite (PIP), COVID-19.

EMERGENCY MECHANICAL VENTILATOR DESIGN IN ASSISTED/CONTROLLED AND SPONTANEOUS PRESSURE MODE

Abstract: This work presents the electronic and mechanical design of an emerging mechanical ventilator that allows the control of variables such as Peak inspiratory pressure (PIP), Positive end-expiratory pressure (PEEP), Respiratory Frequency (FR), Inspiring Time (Ti), Inspiring pause (Pause ins), Trigger Sensitivity, Apnea in Spontaneous Mode (Apnea). For the design, previous experience in the handling of medical mechanical fans and the use of industrial-type stainless steel (316 steel) components and medical equipment was considered. This ventilator allows mandatory control, selection and monitoring of minimum parameters necessary to provide life support to patients with acute respiratory deficiency.

Keywords: Ventilator, Positive end-expiratory pressure (PEEP), Peak inspiratory pressure (PIP), COVID-19.

I. INTRODUCCIÓN

A. Ventilador mecánico.

Ante un colapso del sistema respiratorio, debido a múltiples patógenos, un ventilador mecánico, es un equipo que brinda asistencia respiratoria a pacientes que no tienen la capacidad de hacerlo por sus propios medios [1,2]. Para la conexión del ventilador con el paciente sedado, se utiliza un tubo endotraqueal [3] el cual transportará el flujo de gas en la inhalación y espiración. La respiración es controlada totalmente por el ventilador a través de su presión o volumen. El médico especialista en cuidados intensivos, determina los tiempos de inspiración y espiración de acuerdo a la condición del paciente. Los datos son configurados en el dispositivo y de esta manera se permite la ventilación, [4,5].

Los modos de ventilación mecánica más comunes son: Ventilación controlada (VC) Ventilación asistida (VA), ventilación con presión de soporte (VPS) [6].

En la ventilación controlada [7], es el equipo el cual controla el número de ciclos pautados con la presión o volumen previamente configurado. Este proceso se realiza de forma independiente al esfuerzo que pueda realizar el paciente en la inspiración. Para su configuración, el usuario debe introducir el valor de la frecuencia respiratoria y el volumen corriente o a su vez, la presión [8,9].

B. Mecánica de ventiladores.

El diseño de los ventiladores mecánicos contempla un sistema de gas comprimido, cuya mezcla de aire y oxígeno [10,11] atraviesan un circuito de inspiración, que posee regulación de caudal o presión, así como válvulas de seguridad que garantizan la protección frente a sobrecargas. Un ventilador convencional, cuenta con la posibilidad de variar la presión o volumen en la línea inhalatoria [12], que provee de aire hacia los pulmones. La estructura debe albergar una serie de sensores de presión, oxígeno y volumen empleados en el ámbito electrónico, para su monitoreo y control [13].

Como una segunda etapa en el proceso de ventilación, un circuito de espiración permite que el gas que ha entrado y expandido los tejidos pulmonares, retorne transportando el monóxido de carbono residual en los pulmones. Al igual que en la inspiración, en esta etapa también se requiere la medición del flujo y presión que retorna [14]. Para evitar la contaminación del aire inspirado hacia el entorno exterior, se emplea un filtro adecuado.

C. Electrónica de ventiladores.

A pesar de las múltiples marcas y gamas de ventiladores, empleados en instituciones de salud, las variables

que deben controlarse son la presión y flujo inspirado; mientras que, sensores y señales que abren y cierran pasos de flujo deben ser acondicionadas. Las válvulas controladas de manera proporcional, constituyen los elementos finales de control y permiten variar adecuadamente los parámetros y lograr el funcionamiento correcto del ventilador [15]. La respiración mecánica maneja presiones de 0 a 60 cmH₂O y flujos de hasta 120LPM, por lo que los sensores deben permitir la adquisición de estas señales, para que un dispositivo con un microprocesador, establezca la señal de control adecuada que será enviada a las válvulas para su accionamiento.

D. Parámetros de control y ventilación.

Los parámetros fundamentales que se deben proveer en la ventilación mecánica son dos: Presión máxima y presión de meseta. La primera se alcanza cuando el ventilador proporciona aire a los pulmones del paciente, mientras que la segunda se alcanza al final de la inspiración. En la operación, además deben incluirse parámetros que sirven de soporte para el control y monitoreo como el Volumen Corriente (VC), Frecuencia Respiratoria (FR), Volumen Minuto (VM), Tiempo Inspiratorio (Ti), Relación Inspiración/Espiración (I/E) según [16].

El Volumen Corriente (VC), es la cantidad de gas que el respirador envía al paciente en cada inspiración. Lo habitual es programar un VC de 7–10ml/kg (Excepto en neonatos y pacientes con enfermedad pulmonar hipoxémica, en quienes se programan volúmenes menores). Debe tomarse en cuenta que algunos respiradores compensan automáticamente el volumen de las tubuladuras (Volumen de compresión) y otros no, por lo que, con el mismo volumen programado, el volumen efectivo puede ser diferente. [17]

La Frecuencia Respiratoria (FR), o número de respiraciones por minuto, administrado por el ventilador, depende de la edad y la patología del paciente. Se emplean FR de 40–60rpm en neonatos, 30–40rpm en lactantes, 20–30rpm en niños, 12–15rpm en adolescentes, y 8–14rpm en adultos.

El Volumen Minuto (VM), es el volumen de gas que el respirador envía al paciente en cada minuto de ventilación. Es el producto del VC por la FR. El VM es el parámetro que está más directamente relacionado con la ventilación y, por lo tanto, con la presión arterial de dióxido de carbono (PaCO₂). En algunos respiradores se programa el VM en vez del VC [17]. Por tanto, para mejorar la ventilación se puede modificar, dependiendo del estado del paciente, el VC, la FR o ambas.

El período de entrada del gas en la vía respiratoria (Tubuladuras, tubo endotraqueal, tráquea y bronquios)

y pulmones, se conoce como Tiempo Inspiratorio (T_i). Este parámetro se programa tanto en las modalidades de volumen como en las de presión. En la ventilación por volumen, la inspiración está dividida en 2 fases: En la primera se produce la entrada del gas (T_i) y en la segunda, el Tiempo de pausa inspiratoria (T_p), en a que el aire se distribuye por el pulmón. En esta fase el flujo se hace 0. La pausa inspiratoria corrobora que la ventilación sea más homogénea ya que permite una redistribución del gas por todos los alveolos, a pesar de que tengan distintas constantes de tiempo (Resistencia y elasticidad). En la ventilación por presión, no se programa el T_p [18].

Relación Inspiración/Espiración (I/E). Es la relación del tiempo que se dedica a la inspiración y la espiración en cada ciclo respiratorio. Habitualmente se utiliza una relación I/E de 1/2 a 1/3. La programación de la

relación I/E defiere según el modelo del ventilador. En unos se programa la FR y la relación I/E; en otros, el T_i y el tiempo espiratorio en segundos; en otros, la FR, el porcentaje de T_i y T_p en porcentaje; y en otros, la FR y el T_i en segundos. [18]

II. DESARROLLO

A. Diseño mecánico.

Considerando las dos líneas de inspiración y espiración que se requieren en el proceso, se planteó la distribución de la figura 1, en la que se esquematizan los componentes principales y que se han ensamblado en una distribución que permite practicidad en su reemplazo de componentes.

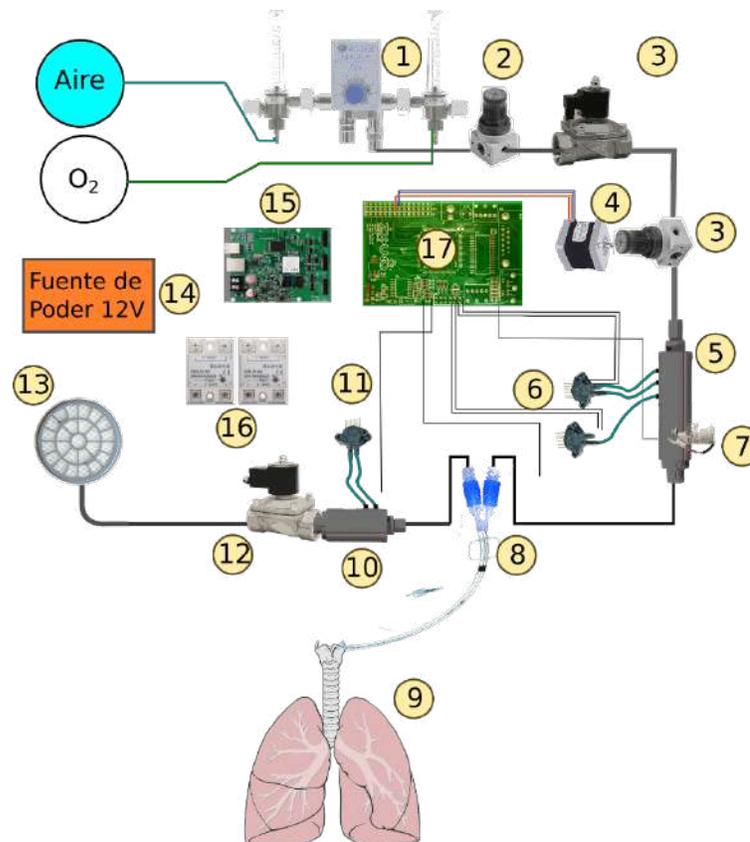


Figura 1: Esquema del diseño de ventilador mecánico emergente.

En la figura 1, se enumeran los componentes: (1) Mezclador de aire y oxígeno, (2) reguladora de presión de precisión, (3) válvula reguladora de presión, (4) motor de pasos NEMA 17, (5) manifold de inhalación, (6) sensores de presión, (7) sensor de oxígeno, (8) circuito paciente, (9) sistema respiratorio del paciente, (10) manifold de espiración, (11) sensor de presión, (12) electroválvula, (13) filtro EPA, (14) Fuente de poder –

12VDC, (15) placa controladora, (16) relés y (17) placa controladora.

La línea de espiración inicia con la alimentación de las fuentes de aire y oxígeno, cuyos flujos, con ayuda de (1), se mezclan en proporciones que deben ser variables para su utilización. El gas mezclado atraviesa una válvula de regulación de caudal (3), que por cuestiones de seguridad evitará un exceso de flujo por parte de las

fuentes como medio de protección inicial para el equipo. Una segunda válvula acondicionada al componente (4), cumple la función de válvula proporcional, la misma que regula la apertura y cierre para el ciclo inspiratorio. El componente (5), permite la incorporación de los sensores (6) y (7) y conduce el aire hacia (8) y (9).

El circuito de exhalación empieza por (9) propulsado por la recuperación elástica del sistema pulmonar, que envía el aire inspirado a (10), en cuya estructura se encuentra acondicionado (11) y posterior a ellos, la válvula (12) y finalizando por el filtro (13).

B. Diseño electrónico.

El ventilador mecánico desarrollado se basa en un sistema embebido Raspberry, ya que al ser un equipo complejo en funcionamiento, requiere ser amigable con el usuario. El sistema operativo Raspbian, presenta facilidades para desarrollar la interfaz. El valor de la pre-

sión, se obtuvo mediante tomas conectadas en la línea inspiratoria, usando un amplificador de instrumentación y el sensor MPX2010DP. El sensor utilizado, puede medir entre 0 a 100cm de agua, posee una salida analógica acondicionada de 0 a 25mV y se alimenta con 12VDC. Las medidas de flujo se tomaron basándonos en un sistema de placa orificio, uno colocado en la línea inspiratoria y otro, en la línea espiratoria. Para obtener los datos de flujo, se utilizó el mismo sensor MPX2010DP, pero aprovechando la característica diferencial del mismo; sin embargo, al tener diferencias de presiones muy bajas, se acondicionó la señal mediante un amplificador de instrumentación AD620, a fin de optar por una entrada diferencial, permitir la regulación de la ganancia y el offset mediante arreglos de potenciómetros. En la figura 2, se presenta el esquema eléctrico del sensor MPX2010DP.

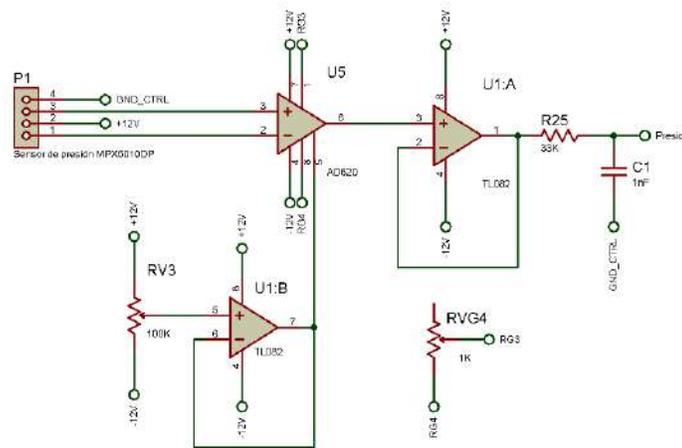


Figura 2. Sensor de presión/flujo MPX2010DP

Para la determinación del porcentaje de oxígeno que tiene la mezcla gaseosa y que es enviado al paciente (FiO₂), se utiliza una celda de oxígeno de grado médico, la cual se ha considerado de fácil acceso e intercambiable por el desgaste que sus reacciones químicas ocasionan. La señal obtenida se acondicionó con el uso de un amplificador AD620, que permite que el voltaje inicial que emite la celda (8mV a 40mV), se amplifique a valores en voltios (0 a 3V), permitiendo así, ser interpretado por el conversor análogo digital ADS1115 [19] e ingresado a la placa controladora Raspberry mediante el protocolo de comunicación I2C.

Para enviar las señales de manejo a los elementos

finales de control, los mismos que son dos válvulas todo o nada y una válvula proporcional que fue adaptada con un regulador de presión de alta precisión y un motor a pasos Nema17, pues al ser un equipo médico, este debe garantizar que los elementos finales de control sean lo más precisos y fiables. Para enviar las señales que manejan el motor a pasos se utiliza el driver de motor TB6600, que permite interpretar directamente las señales digitales de la Raspberry; para manejar las válvulas (figura 3) todo o nada se optó por acondicionar la señal mediante optoacopladores PC817 y Mosfets IRF840, los mismos que permiten manejar sin problema a las válvulas de 24V y de 26W aproximadamente.

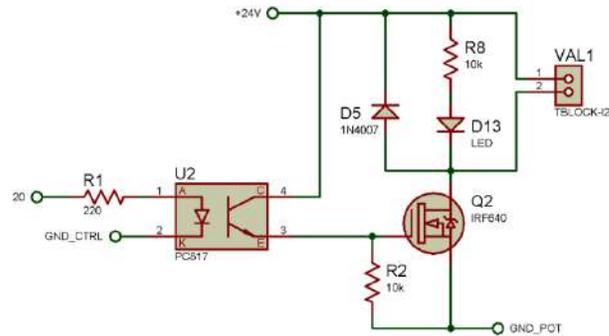


Figura 3. Esquema de control de válvulas.

En el diseño de la placa final se consideró una disposición modular, para facilitar el reemplazo de los módulos de sensores, si estos sufren algún daño. La placa

controladora de la figura 4, posee un sistema de acople fácil con la placa controladora Raspberry, eliminando al máximo el cableado dentro del equipo.

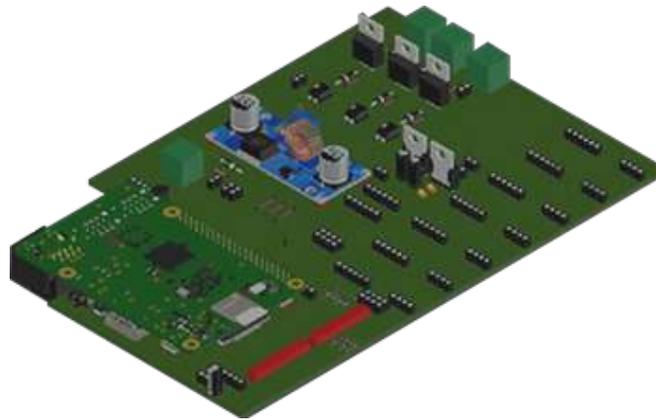


Figura 4. Placa electrónica modular.

III.METODOLOGÍA

Para el diseño planteado, se consideró aspectos mecánicos y eléctricos, el primero con referencia a las líneas de aspiración/espriación y el segundo, respecto al sistema de control necesario para el proceso de apertura/cierre de válvulas, empleo de sensores y comunicación con la interfaz.

A.Diseño Mecánico

El diseño mecánico propuesto, basó su estudio en dos aspectos fundamentales, el primero fue el diseño del sistema neumático de baja presión, y el segundo, la disposición de componentes que permitan un ensamble sencillo, modular y a la vez compacto para su traslado.

Las líneas de inspiración y espriación se basaron en una adaptación sencilla a los componentes neumáticos y médicos, dado que la presión de funcionamiento fue muy reducida para el empleo de criterios de dimensionamiento de redes de aire comprimido, sin embargo,

el dimensionamiento se basó en la funcionalidad que ofrecía para el buen desempeño de los sensores de la parte electrónica y resistencia de inspiración por parte del futuro paciente.

La disposición de componentes, procuró la optimización del espacio con la limitante de brindar la suficiente holgura para proveer de ventilación requerida para el funcionamiento de partes eléctricas y electrónicas.

B.Diseño Electrónico

Teniendo claras las variables que se deben medir y las que se deben controlar, además de tener presente el cómo se va a controlar, se establece cuáles son los elementos electrónicos que deberán agregar para que el equipo funcione como un sistema complejo pero eficiente, es así que por esta razón se usan los sensores MPX2010DP [20], pues estos sensores miden la presión en el rango requerido y además una de sus cualidades es

que presentan compensación de temperatura; la medición de flujo se obtiene en base al principio de diferencial de presión que presenta el método de medición de placa de orificio [21], la medición de FiO₂ que consiste en un proceso químico el cual, como salida proporciona un voltaje variable en el rango de las decenas de milivoltios. Todas las señales que se tienen de las mediciones de las variables (presión, flujo, FiO₂) fueron acondicionadas para lo cual se utilizó un amplificador de instrumentación AD620 [22] y con una configuración que permitió editar la ganancia y el offset, para que

de esta forma la señal analógica en milivoltios, pueda ser amplificada al rango de voltios y pueda ser leída por el conversor analógico digital ADS1115 [19]. Finalmente la señal es transmitida al sistema microprocesador Raspberry Pi3, el mismo que genera la respuesta del controlador que debe ser enviada al elemento final de control que consiste en un motor a pasos acoplado a un regulador de presión de alta fidelidad (figura 5), que permite controlar finamente la presión de aire que le llega al paciente que está entubado al sistema.

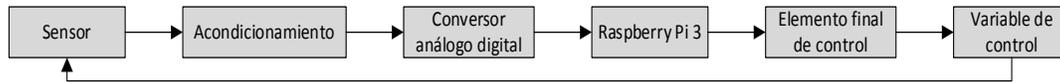


Figura 5. Esquema de control del circuito que acciona la válvula reguladora de presión

V.RESULTADOS

El dispositivo que se ha obtenido como el resultado del diseño planteado mecánica y electrónicamente y su configuración presentada en la figura 6, brinda las características funcionales adecuadas para la fabricación de un ventilador mecánico emergente. Los componentes seleccionados y su ubicación en el circuito, permiten un adecuado control de los parámetros ventilatorios. La incorporación de equipos industriales de carácter inoxidable, como válvulas de control de aire constituidas por acero 316, a pesar de ser de uso industrial, presentan buen desempeño en el uso médico al igual que el acero 304 [23]. La distribución de componentes, permite una adecuada implementación del control electrónico, sin que existan interrupciones de flujo ni afectaciones por la incorporación de sensores en las líneas de inspiración y espiración.

La incorporación de una pantalla táctil para el monitoreo y control de variables es una herramienta indispensable en equipos modernos [24, 25], no solamente por el diseño innovador, sino porque brinda mejor visualización, sencilla manipulación y flexibilidad en su programación y mayor facilidad de limpieza.

La incorporación de alarmas en el equipo, las mismas que son activadas por la placa controladora, cuando los parámetros salen fuera de los rangos especificados por el especialista, fueron de carácter obligatorio y solamente se solucionó mediante programación y empleando la pantalla táctil como alarma visual, a más de un dispositivo sonoro.

A la derecha del equipo (figura 6) se observa el mixer (1), mediante el cual se ingresa el gas mezclado para el proceso inspiratorio. En la parte frontal se observan dos tomas, la derecha para la inhalación y la izquierda para

la espiración.



Figura 6. Ventilador mecánico emergente.

La estructura que envuelve los componentes, ilustrada en la figura 6, elaborada en acero inoxidable 304 y protegido por pintura electrostática, brinda una configuración tal que en su exterior elimina la presencia de pernos y tornillos, facilitando su limpieza exterior.

VI.CONCLUSIONES

El ventilador diseñado, mediante su configuración, ha permitido un ensamblaje y funcionalidad adecuada para brindar un proceso de inhalación y espiración, controlando en todo momento, los valores de presión y con seguridades adecuadas ante variaciones de presión y variaciones eléctricas; por tanto, sirve de base para

futuros desarrollos de ventiladores que pueden ser incorporados en unidades de cuidados intensivos una vez que se cuente con el aval de los expertos y permisos para su implementación.

El hardware implementado en el ventilador contiene los elementos físicos requeridos para incorporar todas las modalidades ventilatorias que sean requeridas en lo posterior, que estarán disponibles mediante actualización del software.

La optimización y uso de elementos mecánicos de fácil acceso permite que los tiempos de armado del diseño sean convenientes frente a la demanda de estos equipos en una emergencia sanitaria como la actual pandemia producida por la COVID-19. Su diseño, que incorpora entradas de alimentación universal y salidas de dimensiones médicas estándar, facilitan la producción masiva de estos ventiladores.

RECONOCIMIENTO

Se agradece el apoyo a los valientes integrantes ecuatorianos del grupo "YO NO ME RINDO", al apoyo en todo momento del Club Rotary, Ministerio de Cultura, Municipio de Quito y a personas que velaron por el bienestar de los integrantes a lo largo de esta tarea, que busca apoyar de manera desinteresada, en esta emergencia que vive el mundo entero por la pandemia ocasionada por el COVID19.

REFERENCIAS

- [1]F. Gutierrez, "Ventilación mecánica", Acta Médica Peruana, vol. 28, no. 2, Junio 2011.
- [2]F. Gutiérrez, "Diagnóstico, Monitoreo y Soporte Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda"; Simposio: "Atención Inicial Del Paciente Crítico Para No Especialistas" (Parte 1). Revista Acta Médica Peruana, no. Especial, 2011.
- [3]Y. Rodríguez, D. Rodríguez, A. Monsalve, K. López, A. Arévalo, "Recomendaciones clínicas para la atención del paciente agudo y crítico con COVID-19", Abril 2020.
- [4]Grace K, "The Ventilador: selection of mechanical ventilators." Critical Care Clinics, Vol. 14, no. 4, Octubre 1988.
- [5]J.A. Farias, I. Alía, A. Retta, F. Olazarri, A. Fernández, A. Esteban, "An evaluation of extubation failure predictors in mechanically ventilated infants and children.", Intensive Care Med., pp. 752-757, 2002.
- [6]A. Chavez, R. De la Cruz, A. Zaritsky., "Spontaneous breathing trial predicts successful extubation in infants and children.", Pediatr Crit Care Med., pp. 324-328, 2006.
- [7]C. M. Reina, "Ventilación mecánica controlada y asistida y controlada.", Science Direct, vol. 59, pp. 82-85, 2003.
- [8]P. Jouvét, C. Farges, G. Hatzakis, A. Monir, F. Lesage, L. Dupic, "Weaning children from mechanical ventilation with a computer-driven system (closed-loop protocol): a pilot study." Pediatr Crit Care Med., pp. 425-432, 2007.
- [9]F. Scopesi, M.G. Calevo, P. Rolfe, C. Arioni, C. Traggiai, F.M. Risso, "Volume targeted ventilation (volume guarantee) in the weaning phase of premature newborn infants.", Pediatr Pulmonol., pp. 864-870, 2007.
- [10]M. Sánchez, M. Quintana, D. Palacios, V. Hortiguera, C. Schulk, J. Garcia, A. Canabal, M.J. Pérez, A. Velasco, M.A. Arrense, "Relación entre el gradiente alveolo-arterial de oxígeno y la PaO₂/FiO₂ introduciendo la PEEP en el modelo.", Medicina Intensiva, vol. 36, no. 5, Junio- Julio 2012.
- [11]J. Aboab, B. Lous, B. Jonson, L. Brochard., "Relation between PaO₂/FiO₂ ratio and FiO₂: a mathematical description.", Int Care Med, 2006
- [12]J. Marini, AP. Wheeler. "Respiratory monitoring. Critical" Care Medicine. The Essentials., 2010.
- [13]M. El-Khatib, G. Jamaledine. "A new oxygenation index for reflecting intrapulmonary shunting in patients undergoing open-heart surgery". Chest. 2004.
- [14]F. Aranda, J. Aliste, F. Altermatt, J.P. Álvarez, F. Bernucci, "Recomendaciones para el manejo de pacientes con COVID-19 con indicación terapéutica de ventilación mecánica que eventualmente son conectados a máquinas de anestesia.", Revista Chilena de Anestesia, vol.49, no.3, 2020.
- [15]A. Güldner, T. Kiss, A. Serpa Neto, SN Hemmes, JCanet, Spieth PM, "Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: a comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers." Anesthesiology. 2015.
- [16]J. Lopez, A. Carrillo,"Ventilación mecánica: indicaciones, modalidades y programación y controles.", Elsevier, vol. 6, no. 6, 2008.
- [17]J. Shults, J. Martsma, S. Slutsky, O. Gajic. "What tidal volumes should be used in patients without acute lung Injury?", ASA Publications: Anesthesiology, vol.106, 2007.
- [18]A. Carrillo, J. Lopez, "Parameters of mechanical ventilation.", National Library of medicine, Julio 2003.
- [19]Catalogo ADS11x Ultra-Small, Channel with Programmable Gain Amplifier, Adafruit component, Adafruit, producto ID: 1085.
- [20]Catálogo Motorola , 10 kpa on chip temperature compensated calibrated silicon pressure sensors Available: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-df/>

pdf/86195/MOTOROLA/MPX2010DP.html

[21]Creus. A. Neumática e Hidráulica. España: Marcombo, S.A., 2007.

[22]Catalogo AD620. Precision, Dual-Channel Instrumentation Amplifier, Adafruit componen, Adafruit, producto ID: 1085.

[23]I. Tolosa, F. Garcíandía, F.Zubiri, F. Zapirain, A. Esnalao, “ Study of mechanical properties of AISI 316 stainless steel processed by “selective laser melting”, International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 51. 639-647. 10.1007/s00170-010-2631-5,

2010, DOI: 10.1007/s00170-010-2631-5

[24]Catálogo Electronic ventilator / intensive care / transport / multi-mode , AxCent Medical Available: <https://www.medicaexpo.com/prod/axcent-medical-gmbh/product-122394-861419.html>

[25]Catálogo Electronic ventilator / pneumatic / electro-pneumatic / intensive care, Hamilton Medical Available: <https://www.medicaexpo.com/prod/hamilton-medical/product-75118-474522.html>

RESUMEN CURRICULAR



César Naranjo, Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad Internacional del Ecuador, investigador apasionado por el diseño y fabricación de sistemas Mecatrónicos automatizados para uso en la industria alimentaria bajo normativa ISO 9001:2015 CEO de la empresa CNESTRONIC ubicada en Quito.



Alfredo Coba, Ingeniero electrónico de la Escuela Politécnica del Ejército, apasionado por la investigación y desarrollo de equipos especiales, con amplia experiencia en las áreas de telecomunicaciones e inmótica, asesor de la empresa Electronic Solutions & Services.



Omar Flor, Ingeniero Mecánico de la Escuela Politécnica del Ejército, Máster en Automática, Robótica y Telemática en la Universidad de Sevilla-España, docente e investigador en la Universidad de las Américas en Quito-Ecuador.



Evelyn Flores, Estudiante de Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones de la Universidad de las Américas, especialista en optimización de sistemas neumáticos y diseño e instalación de redes de aire comprimido a nivel industrial. Quito Ecuador



Jeysson Tapia, Ingeniero en Electrónica y Control de la Escuela Politécnica Nacional, apasionado por la tecnología, la automatización y más aún por la instrumentación biomédica, con experiencia en instrumentación, control y manejo de sensores. Quito – Ecuador.



Eduardo Chango, Estudiante de Ingeniería en Electrónica y Control, enfocado en sistemas de control industrial y electrónica de potencia aplicado en sistemas de movilidad inteligente Quito Ecuador