

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO
VALDIZÁN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**DISEÑO DE UN PROTOTIPO SEPARADOR DE YEMAS DE HUEVO PARA
LA INDUSTRIA PANIFICADORA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS: DURAN CRISTOBAL, Yermi

GASPAR LAZARO, Freddy Eduardo

ASESOR: Dr. Rubén Rojas Portal

HUÁNUCO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

La tesis lo dedicamos a Dios por tenernos bajo su protección y con todo el amor y cariño a nuestros padres por su sacrificio y esfuerzo, por darnos una carrera para nuestro futuro y porque creyeron en nuestra capacidad, siempre han estado brindándonos su comprensión y cariño.

A nuestros hermanos (as) por ser una fuente de motivación e inspiración para podernos superarnos cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara a un futuro mejor.

A nuestros compañeros, amigos del presente y pasado quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a toda aquella persona que durante estos cinco años estuvieron a nuestro lado apoyándonos y lograron que nuestro sueño se haga realidad.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogernos en sus aulas y brindarnos formación profesional.

A nuestros familiares, amigos y a todas las personas que han contribuido en el presente trabajo de investigación.

Al Dr. Rubén Rojas Portal por el apoyo incondicional, en el asesoramiento del presente trabajo.

A toda la plana de catedráticos de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial con gratitud y reconocimiento constante por sus enseñanzas y orientaciones durante nuestra permanencia en las aulas universitarias.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal, innovar en uno de los equipos de la agroindustria, mediante el planteamiento del diseño y construcción, del prototipo separadora de huevo, la cual busca reducir pérdidas, mejorar la producción, entre otros. Para demostrar la calidad de la yema y el albumen del huevo de la misma se utilizó la evaluación organoléptica esto se dio con la ayuda de los panelistas lo cual nos permitió obtener un resultado para calificar el prototipo separador de yema de huevo. Durante la investigación se utilizaron diferentes pruebas que permitieron determinar las características adecuadas para el óptimo funcionamiento del prototipo separador de huevo. Una de las características fue la velocidad del prototipo, que garantizarían el funcionamiento y el rendimiento de la máquina. En la primera parte del diseño de la máquina se utilizó el programa SolidWorks 2018, en las que se tuvieron consideración el ángulo de la pieza rectangular, las cuchillas, el soporte, entre otros componentes. En la segunda parte experimental se evaluó el rendimiento de la separadora de huevo, con la separadora de yema de huevo se observó el recorrido y el movimiento del martillo, determinándose las velocidades angulares de 1620 rpm cuyos resultados indican en función a la potencia consumida de 3,29 kW/h. Como cuarto punto se efectuó, el análisis económico y financiero que indicó la tesis, puesto que la relación beneficio costo del prototipo separadora de yema de huevo es más favorable en comparación de la mano del hombre. En conclusión, el prototipo que se realizó tiene una buena eficiencia y un costo de operación razonable que hace que la adquisición de esta máquina sea rentable en la industria panadera, las características sensoriales y microbiológicas que se realizó con las yemas ya procesadas son aceptadas por los consumidores y los parámetros microbiológicos están dentro de los rangos establecidos por (Ministerio de salud, 2008).

Palabras claves: albumen, generatriz, capacidad de producción

SUMMARY

The main objective of the research was to innovate in one of the agribusiness teams, through the design and construction approach, of the egg separating prototype, which seeks to reduce losses, improve production, among others. To demonstrate the quality of the egg yolk and its albumen, the organoleptic evaluation was used. This was done with the help of the panelists, which allowed us to obtain a result to qualify the egg yolk separating prototype. During the investigation, different tests were used to determine the characteristics suitable for the optimal functioning of the egg separating prototype. One of the characteristics was the speed of the prototype, which would guarantee the operation and performance of the machine. In the first part of the design of the machine, the SolidWorks 2018 program was used, in which the angle of the rectangular piece, the blades, the support, among other components were considered. In the second experimental part the performance of the egg separator was evaluated, with the egg yolk separator the path and the movement of the hammer were observed, determining the angular speeds of 1620 rpm whose results indicate based on the power consumed of 3 , 29 kW / h. As a fourth point, the economic and financial analysis indicated by the thesis was carried out, since the cost-benefit ratio of the egg yolk separating prototype is more favorable compared to the hand of man. In conclusion, the prototype that was made has a good efficiency and a reasonable operating cost that makes the acquisition of this machine profitable in the bakery industry, the sensory and microbiological characteristics that were made with the yolks already processed are accepted by the consumers and microbiological parameters are within the ranges established by (Ministerio de salud, 2008).

Key words: Albumen, generatrix, production, capacity.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
II.	MARCO TEÓRICO	13
2.1.	Fundamentación teórica	13
2.1.1.	El huevo	13
2.1.2.	Formación del huevo	13
2.1.3.	Cáscaras	14
2.1.4.	Albúmina	15
2.1.5.	Yema	15
2.1.6.	Valor nutritivo y funcional del huevo	16
2.1.7.	Densidad nutritiva.....	16
2.1.8.	Proteína y aminoácidos.....	17
2.1.9.	Lípidos.....	17
2.1.10.	Vitaminas	19
2.1.11.	Minerales.....	20
2.1.12.	El prototipo.....	20
2.1.13.	Generalidades de la tecnología del prototipo de la separadora de clara y yema de huevo	21
2.1.14.	Componentes principales de un equipo clasificador	22
a)	Chasis	22
b)	Bandeja para recolección de huevos.....	23
c)	Bastidor móvil.....	23
d)	Rodillos o faja transportadora	24
e)	Tapa del bastidor móvil	25
f)	Accionamiento mecánico.....	26
g)	Ensamble de la separadora	26
2.2.	Antecedentes.....	27
2.3.	Hipótesis.....	29
2.3.1.	Hipótesis general	29
2.3.2.	Hipótesis específicas	29
2.4.	Variables y operacionalización de variables	29
2.4.1.	Variable independiente.....	29
2.4.2.	Variable dependiente	29
2.4.3.	Variables intervinientes.....	29
2.5.	Operacionalización de variables.....	30

III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. Lugar de ejecución	31
3.2. Tipo y nivel de investigación	31
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	31
3.3.1. Población	31
3.3.2. Muestra	31
3.4. Tratamientos de estudio	32
3.5. Prueba de hipótesis	32
3.5.1. Diseño de la investigación	32
3.5.2. Datos a registrar	32
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	32
3.5.4. Análisis documental	33
3.6. Materiales y equipos	33
3.6.1. Herramientas	33
3.6.2. Equipos	33
3.6.3. Herramientas normalizadas	33
3.6.4. Elementos construidos	34
3.6.5. Materia prima para la evaluación	34
3.7. Conducción de la Investigación	34
3.7.1. Diseño y construcción del prototipo separador de yema de huevo	35
3.7.2. Eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo con relación al hombre	37
3.7.3. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo de separador de yemas	38
3.7.4. Determinación del costo de operación del prototipo separador de yema de huevo	38
IV. RESULTADOS	39
4.2. Eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo con relación al hombre	43
4.3. Determinación de la eficiencia del prototipo atreves del funcionamiento de la máquina	45
4.4. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo separador de yema	47
4.5. Determinación del costo de operación del prototipo separador de yema de huevo	49

V. DISCUSIÓN	51
5.1. Del desarrollo y construcción del prototipo separadora de yema de huevo	52
5.2. De las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo separador de yema	53
5.3. De la eficiencia del prototipo atreves del funcionamiento de la máquina. ..	54
5.4. Del costo beneficio.	55
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES	57
VIII. LITERATURA CITADA	58
IX. ANEXOS	61

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura que se concentra principalmente en la costa y cercana a los centros de consumo más importantes; tiene una destacada participación dentro de la estructura del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria y viene destacando como una actividad económica en continuo crecimiento, convirtiéndose en una de las más importantes proveedoras de proteína animal a nivel nacional y regional. La avicultura enfrenta nuevos desafíos a los productores debido a los requerimientos nutricionales de la población. En el mes evaluado, setiembre, el Sub Sector Pecuario muestra un crecimiento de 3,4 % respecto al similar mes del año 2018 influenciado, principalmente, por el comportamiento positivo de la actividad avícola que tuvo un incremento de 4,1% (ave 4,1% y huevo 4,0%). (Miniagri 2019)

El huevo tiene una enorme riqueza nutricional, es un alimento sano y completo. La variedad de nutrientes presentes en él lo hacen insustituible y es una muy buena fuente de proteína, de un alto valor biológico y fácil de digerir. El balance de los aminoácidos es tan bueno, que los científicos la utilizan como patrón para comparar otras fuentes de alimentos. (Mann, 2004).

Adicionalmente es la fuente principal de fosfolípidos de la dieta diaria, y de ácido linoleico el cual es un ácido graso esencial que el organismo humano no puede sintetizar. El aporte de vitaminas y minerales es significativo, ya que cubre un gran porcentaje las recomendaciones de un adulto. Adicionalmente, la acción antioxidante de algunas vitaminas y minerales del huevo ayudan a proteger el organismo de los procesos degenerativos y enfermedades cardiovasculares (Mann, 2004).

El número de empresas que se dedican a la producción de maquinaria en Peru es escaso, como consecuencia, la mayor parte de la maquinaria es importada. Todo ello queda reflejado en el déficit de la balanza comercial agregada. Las exportaciones son tímidas, y en la mayoría de los casos se tratan de maquinaria usada con destino a países menos desarrollados.

El proceso de la industrialización del huevo consiste en mejorar la calidad y sanidad del huevo con cáscara, así como también obtener un producto con mayor facilidad de manipuleo para las industrias alimenticias que utilizan al huevo como materia prima. El mejoramiento de la calidad y sanidad del producto se logra básicamente mediante el proceso de pasteurización ya que se eliminan las bacterias patógenas. Mediante un control de calidad, se logra un producto libre de Salmonella (enfermedad que ataca al huevo fresco).

La investigación se justifica porque representará una alternativa que contribuye a dar valor agregado al huevo de gallina, así mismo a su escasa industrialización, impulsando el desarrollo agroindustrial de la región Huánuco. En la actualidad el proceso de la separación de la yema y albúmen de huevos se logra de dos formas: haciendo el uso de la mano del hombre, así como también con el uso del prototipo separadora de yemas de huevo que existen actualmente en el mercado, la primera forma de obtención de la yema de huevo es un proceso donde se requiere numerosa mano de obra y tiempo, esto hace que el separado sea menos eficiente por ende menos rentable. Es por ello que se necesita desarrollar tecnologías que reduzcan el tiempo de producción, mano de obra e incrementen el rendimiento, además que el producto final mantenga la calidad del huevo. Por lo que se plantea el diseño y construcción de una máquina separadora de yema de huevo aplicando el método de martillo, que consiste en el aprovechamiento de la fuerza del martillo para la separación de la yema de huevo. La característica principal de esta máquina es la fuerza que se necesita para separar la yema y el albúmen debido a que esta debe ser desprendida de la cascara sin dañar la yema de huevo.

El interés de la investigación está ligado al desarrollo de nuevas tecnologías, así como también a la innovación en métodos de separación de la yema de huevo. Por otra parte, aprovechar y establecer parámetros en relación a la velocidad angular presente en las características del prototipo separador de yema de huevo. La investigación se desarrolló en dos etapas principales; la primera etapa consistió en el diseño del prototipo separador de yema de huevo en el que se empleó el método de separado de la yema de huevo así mismo para su construcción se consideró: la ergonomía, fácil limpieza y fácil operatividad, así mismo la fabricación y ensamblado de las piezas fueron construidas de acuerdo a los requisitos que establece las normas en cuanto a la construcción de máquinas para la industria alimentaria. En la segunda etapa se evaluaron las diferentes revoluciones por minuto de la faja transportadora de la separadora de yema. Durante la ejecución de la investigación, uno de los obstáculos fueron la carencia de equipos de precisión para la construcción de la máquina separadora de yema las cuales se trataron de minimizar, para lograr el buen funcionamiento de la máquina, La investigación tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Desarrollar un prototipo separador de yemas de huevo para reducir el tiempo

Objetivos específicos

- Desarrollar y construir un prototipo de la separadora de yema de huevo
- Determinar la eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo con relación al hombre.
- Evaluar las características organolépticas del huevo utilizando el prototipo separador de yema de huevo.
- Determinar el costo de operación del prototipo separadora de yema huevo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación teórica

Desde épocas muy antiguas, el ser humano ha buscado servirse de los recursos que lo rodean para lograr la satisfacción de sus necesidades. Ha creado cada vez más complicados aparatos partiendo de las características básicas de elementos presentes en la naturaleza, así como el rudimentario martillo del cavernícola dejaba satisfecho a su dueño siempre que requería golpear algo, la avanzada máquina, como una clasificadora automática de huevos, logra complacer a su operario al momento de clasificar y empacar huevos. (Larburu, 1997).

La calidad del servicio, entendiendo ésta como el grado de satisfacción que se logra dar a una necesidad mediante la prestación de un servicio, por su propia esencia implica la presencia de dos personas o entidades diferentes: el que recibe el servicio y el que lo proporciona. La calidad de servicio podrá ser evaluada y siempre estará en relación directa con las expectativas del receptor del mismo (Larburu, 1997).

2.1.1. El huevo

Una gallina selecta produce, aproximadamente, un huevo de 60 gramos cada 24 horas. Es decir, es capaz de ofrecernos cada día un alimento de alto valor nutricional en base a la formación de una yema, rodeada por clara o albumen y todo ello protegido a través del depósito de diferentes membranas y la cáscara. La cáscara es una estructura muy compleja que contribuye al sistema de defensa frente a la contaminación microbiana del huevo y es un excelente envoltorio natural que preserva el valor nutricional del huevo entero. Todo ello no es sorprendente si recordamos que el huevo forma parte del sistema de reproducción del ave y contiene todos los compuestos, nutrientes y no, necesarios para el desarrollo del embrión. Para que el huevo sea producido y sea de calidad, tanto a nivel organoléptico como nutricional, todos los factores que intervienen en su formación deben actuar e interrelacionarse de forma adecuada y precisa (Instituto de estudios del huevo, 2002).

2.1.2. Formación del huevo

Desde épocas pasadas, el huevo constituía en uno de los principales alimentos en la dieta del ser humano gracias a que contiene todos los nutrientes necesarios debido a que se trata del proceso natural de reproducción de un ave. La formación de un huevo

supone un gran esfuerzo fisiológico por parte de la gallina que es capaz de depositar alrededor de 7.7 gramos de proteína, 7 gramos de lípidos, 2 gramos de calcio y 40 gramos de agua, entre otros, casi cada día (Instituto de estudios del huevo, 2002).

A continuación, se hará una descripción de las distintas estructuras que forman parte de los tres principales componentes de un huevo: cáscara, yema y albúmen conocido también como “clara”. En la Figura 1 uno se muestra la estructura del huevo.

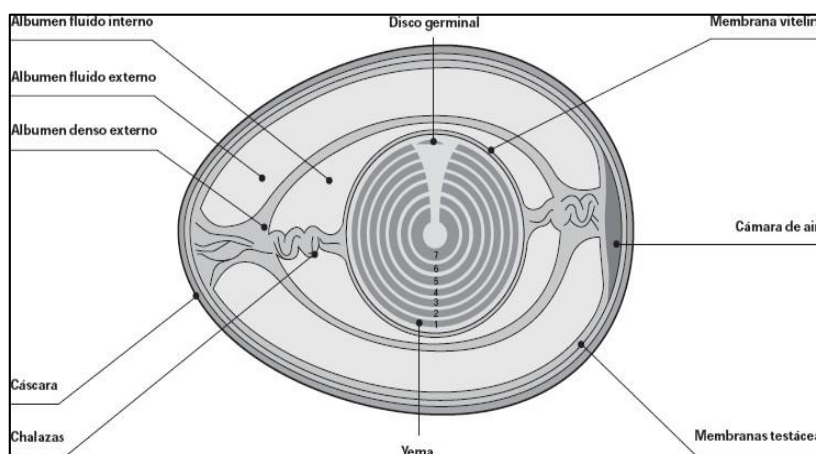


Figura 1. Estructura del huevo

Fuente. Instituto de estudios del huevo (2002)

2.1.3. Cáscaras

Constituye la protección exterior del huevo y se sitúa sobre las membranas testáceas que forman la cámara de aire del huevo, proporcionan protección contra la penetración bacteriana y está cubierta por una cutícula orgánica. Tiene un grosor aproximado de 0.35 mm, siendo el 90% de carbonato cálcico, poseen hasta 15000 poros que permiten el intercambio gaseoso con el exterior. (Instituto de estudios del huevo 2002).

La calidad o resistencia de la cáscara depende principalmente del metabolismo de la gallina y, a su vez, de una adecuada alimentación. Otros factores que influyen sobre la calidad de la cáscara son la genética, el estado sanitario y la temperatura ambiente.

El huevo puede perder agua en forma de vapor y dióxido de carbono por los poros y esto incide en su frescura, la cámara de aire que se forma en el polo grueso del huevo es un índice de la pérdida de líquido interno por lo que en huevos de clase A o grandes, la cámara de aire no debe tener una altura mayor a los 6 milímetros (Instituto de Estudios del huevo 2002).

2.1.4. Albúmina

La formación del albumen se inicia en el magno, pero acaba en el útero al cabo de unas 8 horas. La clara está formada por una solución acuosa (90% agua) de proteína y minerales y supone alrededor de un 60% del total del peso del huevo a diferencia de los componentes de la yema que provienen del hígado, las proteínas que constituyen el albumen son sintetizadas en el magno y están bajo la regulación de las hormonas del ovario.

Las proteínas del huevo tienen características funcionales y nutricionales específicas e incluso unas de ellas únicas en la naturaleza. La clara consta de dos partes, una densa que rodea a la yema y otra líquida que es cercana a la cáscara y dependiendo de su frescura estas se vuelven menos densas con el paso del tiempo (Instituto de estudios del huevo, 2002).

2.1.5. Yema

La yema tiene aproximadamente un 50 % de agua y es una fuente importante de ácidos grasos, vitaminas y minerales, incluyendo también carotenoides y proteínas. Los carotenoides consumidos por la gallina son los principales responsables del color (amarillo-anaranjado) de la yema, así como de las variaciones de tono e intensidad. La yema está rodeada por una membrana transparente, la membrana vitelina, constituida por cuatro capas, dos de origen ovárico y las dos más externas sintetizadas en el oviducto. Cuanto más fresco es el huevo más resistente es la membrana vitelina y la yema se mantiene en una posición central suspendida por las chalazas. En la superficie de la yema encontramos el disco germinal que dará lugar al embrión si el huevo es fecundado. (NTE INEN, 1973). En la Tabla 1 se muestran los componentes del huevo comercial.

Tabla 1. Componentes del huevo comercial de gallina.

	Cascara (membrana)	Albumen	Yema	Huevo entero (sin cascara)
Agua	1,5	88,5	49,0	73,6
Proteína	4,2	10,5	16,7	12,8
Lípidos	-	-	31,6	11,8
Otros compuestos orgánicos	-	1,1	1,1	1,0
Compuestos inorgánicos	94,3	1,6	1,6	0,8

Fuente: NTE INEN (1973)

2.1.6. Valor nutritivo y funcional del huevo

El huevo es un ingrediente habitual en la alimentación del hombre desde su origen. Se caracteriza por su alta densidad nutritiva, una excelente relación calidad-precio y ser un ingrediente básico y versátil a nivel culinario. El huevo tiene unos contenidos moderados en calorías y ácidos grasos (AG) saturados. A nivel proteico presenta un perfil en aminoácidos ideal para las necesidades del organismo. Además, contiene una alta proporción de AG insaturados, todas las vitaminas excepto la vitamina C y minerales esenciales de forma concentrada. Estos macro y micronutrientes están conservados y protegidos por la cáscara.

Pero además el huevo presenta compuestos con demostrado y aceptado valor funcional, como son la colina, la luteína y la zeaxantina. También podemos considerar de valor funcional la vitamina E y los AG poliinsaturados (AGPI) omega-3, que sólo están presentes en cantidades importantes en huevos enriquecidos. Es decir que el huevo presenta compuestos que han sido identificados como fisiológicamente activos y con demostrados efectos positivos para mantener y potenciar la salud, así como para prevenir la aparición de determinadas patologías.

2.1.7. Densidad nutritiva

Destaca su moderado contenido energético, ya que un huevo de 60 gramos aporta 73 kcal, que corresponde únicamente al 7 % de la ingestión de energía recomendada. En paralelo, presenta una alta densidad nutritiva, sobre todo en referencia a los AGPI y a micronutrientes como el hierro y las vitaminas B₂, B₁₂, A, E y folato. Por ello, el consumo de huevos es especialmente adecuado en personas que ingieren una limitada cantidad

de alimento y/o energía pero que necesitan asegurar la ingestión de nutrientes esenciales (personas de edad avanzada, niños, dietas de adelgazamiento, etc.) (Mayes y Takeballie, 1983).

2.1.8. Proteína y aminoácidos

Un huevo aporta unos 6 gramos de proteína, repartidos fundamentalmente entre la yema (16 %) y la clara (74 %). La calidad de la proteína que aporta un alimento viene determinada por su digestibilidad y su composición aminoacídica. La composición proteica del huevo es considerada de alto valor biológico, ya que contiene todos los aminoácidos esenciales y en la proporción adecuada “ideal” para cubrir las necesidades de las personas. Por ello, se utiliza como patrón de referencia para la evaluación de la calidad proteica de los alimentos. Además, se considera una fuente de proteína altamente digestible, ya que más del 95 % de la proteína del huevo es digerida y resulta disponible para cubrir las distintas necesidades del organismo (Mayes y Takeballie, 1983).

2.1.9. Lípidos

El huevo contiene aproximadamente un 10 % de fracción grasa (5,5 gramos por huevo de 60 gramos) depositada exclusivamente en la yema, de la cual un 66 % son triglicéridos, un 28 % son fosfolípidos y un 5 % colesterol. Es remarcable el alto nivel de fosfolípidos del huevo que representan, aproximadamente, 2 gramos por huevo y destaca la presencia de fosfatidilcolina o lecitina. Las vitaminas liposolubles y los carotenoides forman parte de un 1 % de los lípidos de la yema.

En relación al porcentaje de ácidos grasos en el huevo entero comestible, un 3% son AG saturados (AGS), un 4 % son AG monoinsaturados (AGMI) y un 2 % son AGPI, en concreto un 1,3 % de ácido linoleico esencial. No sólo la cantidad sino también la relación entre AG tiene una importante repercusión en la salud. Como vemos la relación AGPI/AGS es de 0,57-0,73, siendo muy favorable, ya que se sitúa por encima de los valores mínimos recomendados (0,35).

Está bien establecido que la modificación del perfil en AG del pienso permite cambiar la composición en AG de la yema. En este sentido, en la actualidad encontramos en el mercado huevos en cáscara enriquecidos en AGPI omega-3. Esto es posible gracias a la incorporación de aceite de linaza o pescado en la ración de las gallinas. Esto permite aumentar los niveles de AG eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), que

son AGPI omega-3 de cadena muy larga cuyo consumo ha demostrado reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y mejorar las funciones visuales y mentales. Para poder indicar que un huevo tiene “mayor contenido de omega 3” debe contener más de 131 miligramos de omega-3 totales. En el caso del DHA+EPA el contenido debe superar 87 miligramos por huevo, ya que estas cifras corresponden a un 30 % más de lo aportado por un huevo estándar.

En cuanto al colesterol, el contenido medio es de 414 miligramos por 100 gramos de huevo entero (210 miligramos en un huevo de unos 60 gramos) y está depositado en la yema. Esta cantidad contribuye de manera importante a la ingesta diaria de este compuesto. Está demostrado que existe una relación entre el riesgo de enfermedades cardiovasculares y la presencia de altos niveles de colesterol en la circulación sanguínea, especialmente colesterol integrado en lipoproteínas de baja densidad (LDL). Pero el colesterol de la dieta no es el principal responsable de los niveles de colesterol circulantes. De hecho, se señala que la cantidad y el tipo de grasa ingerida tienen más responsabilidad que el colesterol ingerido, aumentando los niveles plasmáticos de colesterol LDL en paralelo con el incremento del consumo de AGS.

En concreto, diferentes estudios realizados han demostrado que no existe una asociación entre el consumo de huevos y la aparición y desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Las recomendaciones nutricionales de la American Heart Association (AHA, 2000) mantienen el máximo de 300 miligramos de colesterol por persona y día, pero han rectificado y no limitan el consumo de huevos. Es importante destacar que otros compuestos del huevo como los AGPI, antioxidantes (carotenoides, vitamina E, selenio), fosfolípidos (lecitina y esfingomielina), vitaminas del grupo B y folato pueden contribuir a contrarrestar el posible efecto negativo del consumo de colesterol.

Un huevo contiene aproximadamente 250-300 miligramos/100 gramos de colina, mayoritariamente integrada en el fosfolípido fosfatidilcolina o lecitina de la yema. La ingesta adecuada propuesta es de 550 y 425 miligramos/día para hombres y mujeres, respectivamente. La colina es esencial para el normal desarrollo y funcionamiento cerebral, contribuyendo al mantenimiento del funcionamiento neurológico normal, el impulso nervioso y el funcionamiento cognitivo. Por ello la ingestión y biodisponibilidad de la colina durante el último periodo de gestación y primera etapa de la vida tiene una importante repercusión sobre el desarrollo y mantenimiento de la capacidad de memoria. En paralelo, el consumo de colina mejora la función mental en personas con déficit de acetilcolina, como son los enfermos de Alzheimer y personas mayores con demencia presenil. También hay evidencias de que la fosfatidilcolina o lecitina así como

la esfingomielina de la yema del huevo, tienen efectos hipocolesterolémicos y antiaterogénicos ya que reduce la absorción de colesterol.

La luteína y la zeaxantina son pigmentos carotenoides no provitamínicos que se encuentran en la yema de huevo. Tienen una gran importancia comercial ya que, junto con las xantofilas rojas, son responsables del color de la yema de huevo. Se ha demostrado que estos carotenoides tienen un importante efecto antioxidante, antimutagénico y anticarcinogénico. Por ello los huevos se han considerado alimentos funcionales. En concreto, se ha demostrado que la ingestión de luteína y la zeaxantina reduce el riesgo de cataratas y previene la degeneración macular. El huevo es el único alimento de origen animal que aporta luteína y zeaxantina, y aunque su contenido es inferior al de algunas fuentes de origen vegetal, la biodisponibilidad es superior. Se ha descrito que 100 gramos de yema contienen 1723 µg de luteína y 1257 µg de zeaxantina. Además, su contenido aumenta de forma directamente proporcional a su concentración en el pienso de las gallinas (Parzanese, 2013).

2.1.10. Vitaminas

El huevo contiene todas las vitaminas con excepción de la C. Las vitaminas liposolubles (A, E, D y K) se encuentran exclusivamente en la yema. El resto de las vitaminas hidrosolubles se encuentran en yema y albumen. La biotina, ácido pantoténico, B₁, B₆, ácido fólico y la B₁₂ se concentran mayoritariamente en la yema, mientras que el 50% de la B₂ está depositado en el albumen.

El consumo de 100 gramos de huevo satisface más del 15 % del CDR de diferentes vitaminas y por ello se puede declarar en su etiquetado que es fuente de vitamina A (28,4 %), vitamina D (36%), vitamina E (15,8 %), riboflavina (26,4%), niacina (20,6 %), ácido fólico (25,6 %), vitamina B12 (84 %), biotina (40 %) y ácido pantoténico (30 %).

Hay que destacar que el huevo es uno de los pocos alimentos que aporta cantidades apreciables no solo de vitamina D o colecalciferol, sino también del metabolito 25-(OH)-colecalciferol, de mayor actividad biológica.

La vitamina E o tocoferol es conocida por su gran poder antioxidante, ya que neutraliza la acción degenerativa de los radicales libres y previene la oxidación celular. El huevo presenta 1,9 miligramos/100 gramos de vitamina E, lo que representa el 15,8 % de la CDR. Es uno de los nutrientes que ha sido comprobado y conseguido su enriquecimiento a través de la alimentación de la gallina y que tiene demostrada acción funcional.

El ácido fólico tiene efectos parecidos a la colina en relación a su importancia durante la gestación. El huevo contiene 51,2 µg/ 100 gramos de folato, lo que permite una contribución del 25,6 %CDR de este nutriente.

Las necesidades del hombre en biotina se sitúan entre 30 y 100 µg/día. El huevo presenta 20 µg/100 gramos, lo que puede ayudar a cubrir las necesidades. Es importante recordar que sólo en el caso del huevo crudo, la avidina impide la absorción de la biotina. La avidina es una proteína de la clara que se inactiva con el tratamiento térmico (Mayes y Takeballie, 1983).

2.1.11. Minerales

Tanto la clara como la yema de huevo contienen una amplia variedad de minerales, destacando la contribución a la ingesta diaria recomendada de fósforo (30,9 %), hierro (15,7 %), zinc (20 %) y selenio (18,2 %). Es remarcable que el zinc aportado por el huevo se absorbe mejor que el de los alimentos de origen vegetal. También es destacable la riqueza en selenio, ya que está bien establecido su papel frente al estrés oxidativo.

Por último, hay que señalar que existen evidencias científicas de que el huevo contiene numerosos compuestos con actividad biológica que pueden tener un papel en la terapia y prevención de enfermedades crónicas e infecciosas. Se han descrito la presencia de compuestos con actividades antimicrobianas, inmunomoduladores, propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antihipertensivas, entre otras. De hecho, algunas de estas sustancias ya se aíslan y producen a escala industrial como la lisozima y la avidina de la clara o inmunoglobulinas (IgY) y fosfolípidos, como la lecitina, de la yema (Parzanese, 2013).

2.1.12. El prototipo

La noción de prototipo procede de la lengua griega. En concreto, es fruto de la suma de dos componentes de dicha lengua, El prefijo “protos-”, que puede traducirse como “el primero” y el sustantivo “tipos”, que es sinónimo de “modelo” o “tipo” este término se emplea para nombrar al primer dispositivo que se desarrolla de algo y que sirve como modelo para la fabricación de los siguientes o como muestra.

Lo habitual es que un prototipo se emplee a modo de prueba antes de proceder a la producción en serie del elemento en cuestión. La finalidad de un prototipo es que sus desarrolladores puedan advertir eventuales fallas en el funcionamiento y descubrir

falencias. Tras las pruebas y los análisis necesarios del prototipo, el fabricante contará con la información que precisa para comenzar con la producción general.

El prototipo también puede usarse como modelo para ser exhibido. Un fabricante de automóviles, por ejemplo, puede producir un prototipo de coche futurista para mostrar en una exposición. Un prototipo también puede ser desarrollado por el Departamento de Investigación de una empresa con el objetivo de convencer a sus responsables sobre la importancia de su fabricación.

Dentro del ámbito de las relaciones de pareja, también se usa el término prototipo. En concreto, se emplea para referirse a las características que debe poseer una persona para que le pueda gustar a otra. Un ejemplo sería el siguiente: “Eva nos dijo cuál es su prototipo de chico: alto, rubio, de ojos azules, delgado y amante del deporte” (Cruz, 2005).

2.1.13. Generalidades de la tecnología del prototipo de la separadora de clara y yema de huevo

Este prototipo que separa la clara de la yema. El dispositivo está equipado con un alimentador por gravedad y un conjunto de cuchillas que rompen los huevos. Un método de ruptura que imita el trabajo de las manos humanas y hace que el contenido del huevo no esté en contacto con la cáscara, siendo el método más higiénico de romper los huevos.

Provista de dos modos de funcionamiento precisos y rápidos: Modo de Precisión: se debe utilizar para procesar huevos de pobre calidad, las claras son acuosas y la yema es muy débil. La cuchilla de la máquina ejecuta en modo estricto, rompen la cáscara suave y lentamente, de modo que la yema fluye suavemente de la cáscara rota y el número de yemas rotas cae drásticamente.

Modo de precisión: se debe utilizar para procesar huevos de pobre calidad, las claras son acuosas y la yema es muy débil. La cuchilla de la máquina ejecuta en modo estricto, rompen la cáscara suave y lentamente, de modo que la yema fluye suavemente de la cáscara rota y el número de yemas rotas cae drásticamente.

Modo rápido: está diseñado para romper los huevos de calidad corriente. En este tipo de huevos tienen la clara más densa y la yema es compacta. En este modo, la máquina funciona a su máxima eficiencia.

Equipada con regulador de velocidad variable. En cualquier momento y en cualquier modo, puede ralentizar o acelerar la velocidad de trabajo con el potenciómetro.

La máquina también tiene la capacidad de ajustar la altura de las cuchillas y la fuerza de su bateo. Esta propiedad a menudo resulta útil cuando se ha de romper huevos con cáscaras débiles.

Todas las piezas de la máquina que tienen un contacto con los huevos están hechas de acero inoxidable AISI 304. (Robert, 2011).

2.1.14. Componentes principales de un equipo clasificador

Según Charles (1991), los componentes de un equipo son:

a) Chasis

La base o chasis de la máquina clasificadora está compuesta en estructura tubular de acero de 38,1 mm (1 ½") x 38,1 mm (1 ½"), cada una de sus partes son unidades mediante soldadura. Esta estructura se compone por las 4 patas principales que transmiten de forma directa la fuerza del resorte proveniente del bastidor móvil al piso, también contiene los laterales que unen las cuatro patas para darle estabilidad a la estructura y a su vez permite ubicar la tolva de salida, el motor, el soporte del extractor industrial y el soporte del recipiente final de las mariposas. El chasis posee 4 láminas de acero de 9,52 mm (3/8"), que funcionan como tapas encapsulando el polvillo y permitiendo que sea extraído totalmente del proceso por medio del ventilador industrial.

Las patas principales poseen una perforación que permite colocar el perno de anclaje al concreto, y en su parte superior contiene el soporte de apoyo para cada uno de los resortes helicoidales.

Dado que la estructura tubular es hueca en su interior, dependiendo del lugar de instalación de la máquina sobre todo del piso donde será ubicada, se podría rellenar internamente de arena preferiblemente o de concreto en otro caso. De esta manera, la máquina tendría una mayor fijación al piso y permitir que la vibración del sistema se concentre totalmente en el bastidor móvil y la energía en su totalidad sea absorbida por los resortes sin afectar la estructura. En la Figura 2 se aprecia el chasis de una maquina

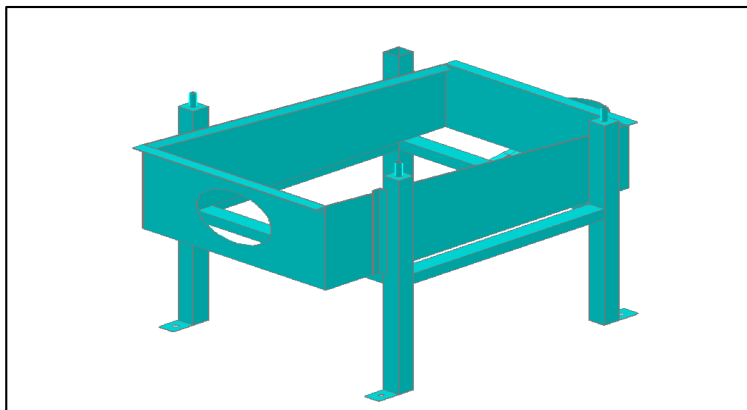


Figura 2. Chasis

Fuente: Charles (1991)

b) Bandeja para recolección de huevos

Los huevos que se precipitan a través de los tamices deben ser recibidos y conducidos a un depósito. Para esto se coloca una bandeja en lámina de acero galvanizada inclinada, la cual se va estrechando al final mediante unas láminas angulares. Esta configuración permite entregar el producto en un recipiente que es colocado en el piso donde se recogen finalmente los huevos. En la Figura 3 se presenta la bandeja de recolección de huevos.

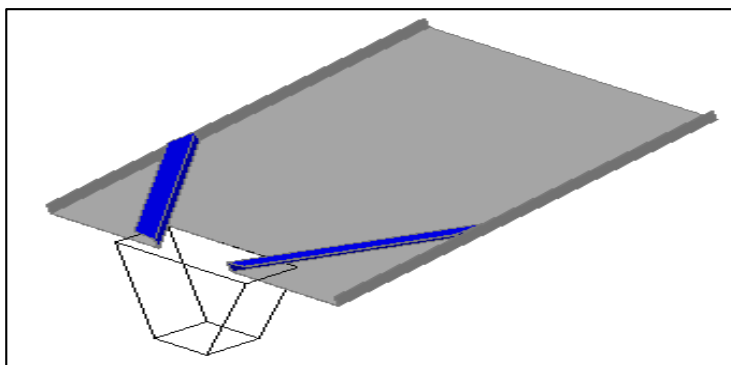


Figura 3. Bandeja para recolección de huevos.

Fuente: Charles (1991)

c) Bastidor móvil

El bastidor es la estructura que contiene todas las partes móviles que deberán vibrar como un solo cuerpo apoyándose en los resortes.

Para la construcción del bastidor se utilizan los siguientes materiales:

- Lámina 9,52 mm
- Lámina 0,09 mm
- Angulo de 20 mm*20 mm

La lámina de 9,52 mm en dos partes conforma la cara más larga de la estructura, esta es soldada a la lámina de 0,09 mm para formar el cajón del bastidor. En el centro del cajón debe colocarse un ángulo perimetral que le de rigidez, para que al momento de templar las mallas la lámina no ceda y se permita un temple de malla ideal. Ya definido el cajón se procede a colocar en las paredes laterales el ángulo que soportará la tapa superior. El bastidor móvil de una maquina se aprecia en la Figura 4.

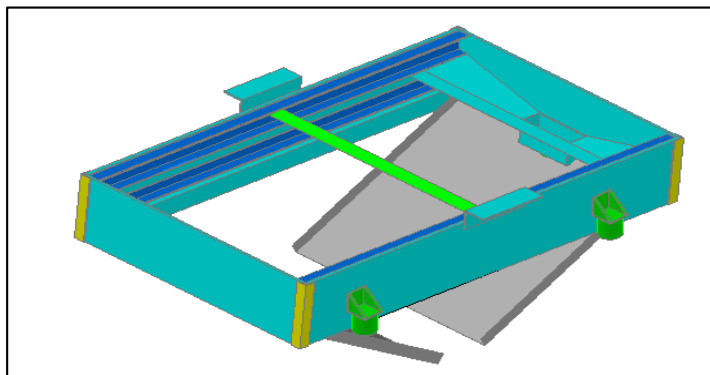


Figura 4. Bastidor móvil.

Fuente: Charles (1991)

d) Rodillos o faja transportadora

Las recolectoras son motores que mueven dos rodillos, los cuales a su vez mueven fajas recolectoras de huevos; que son bandas que recorren la galera a lo largo, recolectando el huevo que sale de la jaula de la gallina. Las fajas recolectoras desembocan en un transportador secundario, el cual a su vez desemboca en un transportador principal que suministra huevo a la clasificadora.

Inmediatamente de pasar el huevo por el orientador llega a la mesa. En la mesa se saca manualmente, el huevo que viene sucio y quebrado. Al salir de la mesa llega a un transportador de rodillos de hule, en los que cada rodillo tiene cavidades, para poder transportar varios huevos a la vez. Estos rodillos giran sobre su eje, lo que provoca que los huevos giren también, con el propósito de poder observar el huevo en toda su área.

El transportador de rodillos de hule, conduce los huevos hasta el ovoscopio, donde se tiene luces de alta intensidad, que permite observar si el huevo tiene fisuras, las cuales se reflejan con la luz. Además, permite observar si el huevo tiene sangre en su interior. El ovoscopio se encuentra en un cubículo con vidrios oscuros, que permite tener un contraste con la luz reflejada por los huevos con fisuras, los cuales se extraen manualmente por una persona, del transportador.

Al salir del ovoscopio, los huevos siempre conducidos por el transportador de rodillos llegan a seis básculas, que realizan un pesado preciso de cada huevo. Cada báscula

tiene una cavidad en su extremo superior donde cae el huevo proveniente del transportador de rodillos de hule. La cavidad esta sostenida por un pistón, el cual se mantiene erguido por 5 libras de presión de aire, proveniente de un compresor externo.

e) Tapa del bastidor móvil

En el diseño del bastidor móvil se tiene en cuenta que se trabaja con mariposas, por eso el proceso requiere que los insectos no se escapen, no se maltraten, mueran aplastados o simplemente se queden en la máquina. Por las razones anteriores de diseño, la tapa del bastidor móvil permitirá contrarrestar los problemas mencionados.

La tapa está construida de lámina de 2,5 milímetros de espesor, con visores en acrílico que permitan visualizar el flujo dentro de la máquina. Esta tapa también contiene el orificio de entrada de las mariposas y huevos, el cual es construido en forma que, cómodamente, pueda ser colocado el recipiente que contiene las mariposas y que no permita que en el momento del depósito se pierdan insectos y huevos. Inicialmente se pensó en tres entradas, pero analizando el flujo interno de la máquina y el espacio con que se cuenta de diseño, se optó por una sola entrada pues se tenía un mejor flujo, hacia la operación más cómoda y se adaptaba fácilmente al diseño. La Figura 5 nos muestra la tapa de un bastidor móvil.

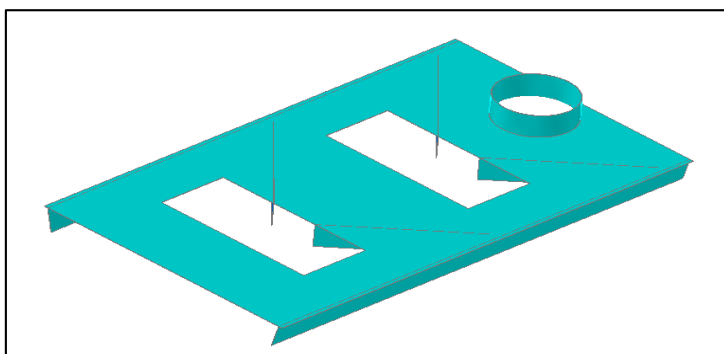


Figura 5. Tapa de bastidor móvil.

Fuente: Charles (1991)

f) Accionamiento mecánico

La máquina clasificadora recibe el movimiento por medio de un accionamiento mecánico, compuesto por un motor eléctrico, dos poleas, una correa trapezoidal y un eje con una masa excéntrica, la cual produce la vibración del bastidor móvil debido al desbalanceo en el eje. La Figura 6 muestra un accionamiento mecánico.

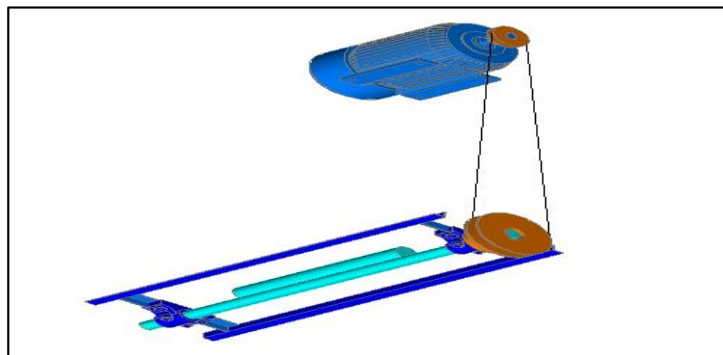


Figura 6. Accionamiento mecánico

Fuente: Charles (1991)

g) Ensamble de la separadora

Una vez terminada la etapa de diseño y cálculo de la máquina clasificadora de huevos de Sitotroga, se realizaron los planos para la construcción de la misma, obteniendo un modelo estructural tal y como se muestra en la Figura 7.

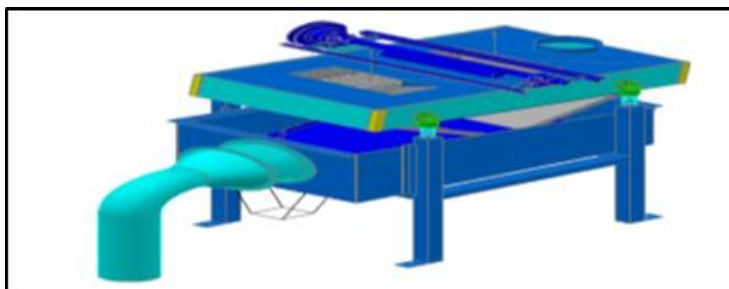


Figura 7. Ensamblaje de separadora.

Fuente: Charles (1991)

2.2. Antecedentes

- Según Zurita (2010) en su estudio titulado “Diseño, construcción y automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad”. El objetivo elaborar este diseño realizado para la estructura de la máquina fue el apropiado y suficiente para poder soportar el peso propio de los componentes de la clasificadora, así como la carga que proviene de los huevos e incluso peso extra que podría ser colocado sobre las bandejas de clasificación. Los programas paramétricos de simulación fueron una herramienta fundamental sobre todo en la comprobación de cálculos en piezas que son irregulares y que no tuvieron una sección definida como un perfil o una viga.

También determinan que el peso es directamente proporcional al tamaño del huevo en el momento de la clasificación, ya que el producto viene desde la granja con un nivel excelente de frescura y no pierde densidad.

- Según Quintero (2014) en su estudio titulado “Diseño y construcción de una máquina clasificadora para obtención de huevos de sitotroga en la empresa bioagro”. El presente trabajo de grado tiene como objetivo el diseño y construcción de una máquina clasificadora de huevos de Sitotroga, la cual funciona bajo el principio de desbalanceo mediante una masa excéntrica, utilizando los conceptos de vibraciones mecánicas y diseño de máquinas adquiridos durante la formación como ingeniero mecánico.

Concluye que, durante la etapa de diseño, se decidió que el bastidor móvil de la máquina clasificadora tuviera posibilidad de realizar la alimentación de material a separar, sólo de un tarro a la vez, con el fin de evitar volúmenes de material que simplemente fueran transportados al depósito de mariposas sin clasificación alguna. Esta configuración le permite a la máquina clasificadora tener un flujo de material constante, que es separado en los tres elementos que lo componen, cumpliendo con la meta propuesta al inicio del presente trabajo de grado, la obtención de los huevos de Sitotroga. Los tamices seleccionados para la máquina clasificadora, cumplen su función adecuadamente, ya que al momento de realizar pruebas en el proceso de obtención de huevos de Sitotroga, ninguna mariposa pasa a través del primer tamiz o malla y como era de esperarse, permite el paso del polvillo y los huevos hacia la siguiente etapa de clasificación de la máquina. 83 El sistema de extracción de la máquina clasificadora cumple con los requerimientos planteados al inicio del proyecto, ya que durante la operación de la máquina no se ve polvillo en el ambiente, lo cual indica que el polvillo está siendo conducido efectivamente hacia el drenaje que se dispuso para este fin. La extracción de polvillo controlada del proceso le

permite a la empresa Bioagro, mejorar sus condiciones de salud ocupacional, disminuyendo el factor de riesgo químico por inhalación de polvo, por parte de los funcionarios del proceso. Al realizar pruebas de funcionamiento de la máquina clasificadora, se pudo evidenciar una reducción en el tiempo de obtención de huevos de Sitotroga de 5 minutos por cada tarro estandarizado del laboratorio con producto a separar, las mariposas quedaron en un depósito aparte y ambos productos estaban libres del polvillo que fue extraído del proceso hacia un drenaje, completando el ciclo de funcionamiento esperado en el diseño de la máquina. La adquisición de la maquina clasificadora de huevos de Sitotroga, le permite a la empresa Bioagro la tecnificación de uno de sus procesos artesanales, obteniendo mejores resultados y un mayor aprovechamiento de sus recursos con la estandarización del proceso. Lo cual le ayuda a generar valor a la empresa, aumentando su competitividad y permitiéndole tener un crecimiento basado en un desarrollo sostenible.

- Según Monzón (2009) en su estudio titulado “Desarrollo de un manual de procedimientos de mantenimiento para una clasificadora automática de huevos”. El objetivo de la clasificadora automática de huevos es lo último en eficiencia y rendimiento en el proceso de clasificar y empacar huevos, con una capacidad de clasificar hasta 36.000 huevos por hora, o 10 huevos por segundo. Los huevos son transportados directamente en línea desde un sistema automático de galeras, hacia la clasificadora, por medio de transportadores de rodillos eslabonados. Los huevos también pueden ser cargados por separado fuera de línea hacia la clasificadora por medio de una bomba de vacío, que succiona bandejas de 30 huevos, a través de un cargador. Algunas operaciones pueden contener una combinación de línea desde las unidades de las galeras y fuera de línea usando cargadores automáticos. Los huevos que provienen de galeras, ingresan a la clasificadora por medio de los transportadores principales, los cuales desembocan en un orientador, cuya función como su nombre lo indica, es orientar el caudal de los dos transportadores y encausarlo en uno solo. El orientador consta de dos sensores de movimiento, un sensor para cada transportador. El propósito de cada sensor es detener el transportador principal, los secundarios y las recolectoras de las galeras, cuando el orientador se encuentre saturado de huevo.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

- Con el diseño y construcción de la maquina separadora lograremos la eficiencia en el proceso de separación de albumen y yema de huevo.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Características técnicas del prototipo separador que influyen en la obtención de yema de huevo en menor tiempo.
- La eficiencia del prototipo separador de yema puede ser mejor en relación al hombre.
- Las características organolépticas del huevo utilizando el prototipo pueden ser las mejores en calidad.

El costo de operación del prototipo puede ser accesible para la separación de yema de huevo.

2.4. Variables y operacionalización de variables

2.4.1. Variable independiente

- Especificaciones técnicas

2.4.2. Variable dependiente

- Eficiencia

2.4.3. Variables intervinientes

- Características organolépticas
- Carga microbiana
- Costo de operación

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
Variable independiente		
	Especificaciones técnicas	<ul style="list-style-type: none"> • Peso • Potencia de motor • Material
Variable Dependiente		
	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> • m/s (metro por segundo) $t_1 = v_1 = \frac{10 \text{ h}}{1 \text{ min}}$ $t_2 = v_2 = \frac{15 \text{ h}}{1 \text{ min}}$ $t_3 = v_3 = \frac{40 \text{ h}}{1 \text{ min}}$ $t_4 = v_4 = \frac{50 \text{ h}}{1 \text{ min}}$ $t_5 = v_5 = \frac{6 \text{ h}}{1 \text{ min}}$
Variables intervinientes		
	Características organolépticas	<ul style="list-style-type: none"> • calidad del producto terminado • Superficie limpia de la yema de huevo • Separación de cascara al total • Yema intacta
	Carga microbiana	<ul style="list-style-type: none"> • Salmonella • Ecoli
	Costo de operación	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad/tiempo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Construcción del prototipo y evaluación de las muestras de la presente investigación se realizó en:

- Taller de estructuras metálicas David ubicada en el paradero 14 Paucarbamba Huánuco.
- Las modificaciones y pruebas correspondientes del prototipo en la E.P. de Ingeniería Agroindustrial, laboratorio de automatización.
- En el laboratorio de microbiología de alimentos de la E.P. de Ingeniería Agroindustrial, se realizaron los análisis de salmonella.
- Laboratorio de análisis por instrumentación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, realizaremos la evaluación de pH y acidez de la yema y albumen.

3.2. Tipo y nivel de investigación

- Tipo de investigación: Aplicada
- Nivel de investigación: Experimental

Se realizó en las instalaciones de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial en la provincia y departamento de Huánuco.

3.3. Población, muestra y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población está conformada por la máquina que serán construidas con las características aptas para este proceso y contribuya adecuadamente con el objetivo que nos planteamos.

3.3.2. Muestra

Se trabajará con las velocidades y tiempo que se tomará para el procedimiento desde el corte de la cascará hasta la separación completa de la yema y albumina de huevo.

3.4. Tratamientos de estudio

En la Tabla 3, se presenta los tratamientos en estudio que se ejecutó en la investigación.

Tabla 3. Tratamientos para la investigación

Tratamientos	Descripción del tratamiento
T ₁	$v_1 = \frac{10 h}{1min}$
T ₂	$v_2 = \frac{15 h}{1 min}$
T ₃	$v_3 = \frac{40 h}{1min}$
T ₄	$v_4 = \frac{50 h}{1min}$
T ₀	$v_5 = \frac{6 h}{1min}$

3.5. Prueba de hipótesis

a) Hipótesis nula

Ho: No existen diferencias entre los tratamientos en estudio relacionados al uso del prototipo.

$$Ho: T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$$

b) Hipótesis de investigación

H1: Al menos uno de los tratamientos en estudio relacionados al tiempo y la velocidad de la maquina es diferente.

H1: Al menos $T_n \neq 0$

3.5.1. Diseño de la investigación

Se utilizará la prueba de Friedman

3.5.2. Datos a registrar

Se registro el resultado evaluando la eficiencia con respecto al equipo serán la velocidad, el avance y costo operativo del prototipo y las características organolépticas con respecto al huevo.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

La información se obtuvo mediante datos de fuentes secundarias y datos de fuentes primarias.

Para la obtención de datos de las fuentes secundarias, se utilizó la técnica de investigación documental o bibliográfica que comprenderá.

3.5.4. Análisis documental

Nos permitió el análisis del prototipo que es el material a estudiar y precisarlo desde un punto de vista formal y luego desde su contenido.

a. Análisis de contenido

Se realizó el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

b. Fichaje

Se utilizó para registrar aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenadas sistemáticamente nos servirán de valiosa fuente para elaborar el marco teórico, donde los instrumentos de investigación serán las fichas de investigación (comentario y resumen), fichas de registro (bibliográficas, hemerográficas e internet) así mismo se utilizarán otros instrumentos como memorias USB, CDs, DVDs y otros medios de almacenamiento. De la misma manera, se obtendrán los datos de las fuentes primarias, utilizando la técnica de la observación e investigación, esta técnica nos permitirá obtener información sobre los indicadores de las variables dependientes.

Los instrumentos serán los equipos y materiales mencionados en los métodos a emplearse en la investigación, una libreta de apuntes y una computadora para procesar los datos a obtener.

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Herramientas

- Destornilladores, llaves, brocas, disco de corte, lijas de pulir, martillo y herramientas para torrear

3.6.2. Equipos

- Soldador eléctrico (MMA, TIG), taladro, pulidora, torno, compresor, dobladora y cizalla

3.6.3. Herramientas normalizadas

- Motor eléctrico 1/2 Hp 3600 rpm
- Chumacera SN-506
- Pulsador on/off
- Lámina 1,2 mm

- Lámina 1,5 mm
- Tubo muelle 0,25 mm
- Tubo cuadrado 1,1/2 mm X 1.5 mm

3.6.4. Elementos contruidos

- Los elementos contruidos componen la máquina separadora y la mayoría de las piezas se elabora independiente, pero al final hacen parte del conjunto dentro del ensamble. Estos elementos son:
- Soporte para las chumaceras
- Soportes para los resortes en el bastidor móvil
- Tapa bastidor móvil
- Tolva de entrada
- Eje de la máquina
- Estructura de soporte
- Tolva de recolección de huevos
- Estructura soporte para motor

3.6.5. Materia prima para la evaluación

Material biológico: Huevos de gallina.

3.7. Conducción de la Investigación

El trabajo de investigación, está enfocado en diseño y construcción de un prototipo de un separador de yemas de huevo para la industria panificadora.

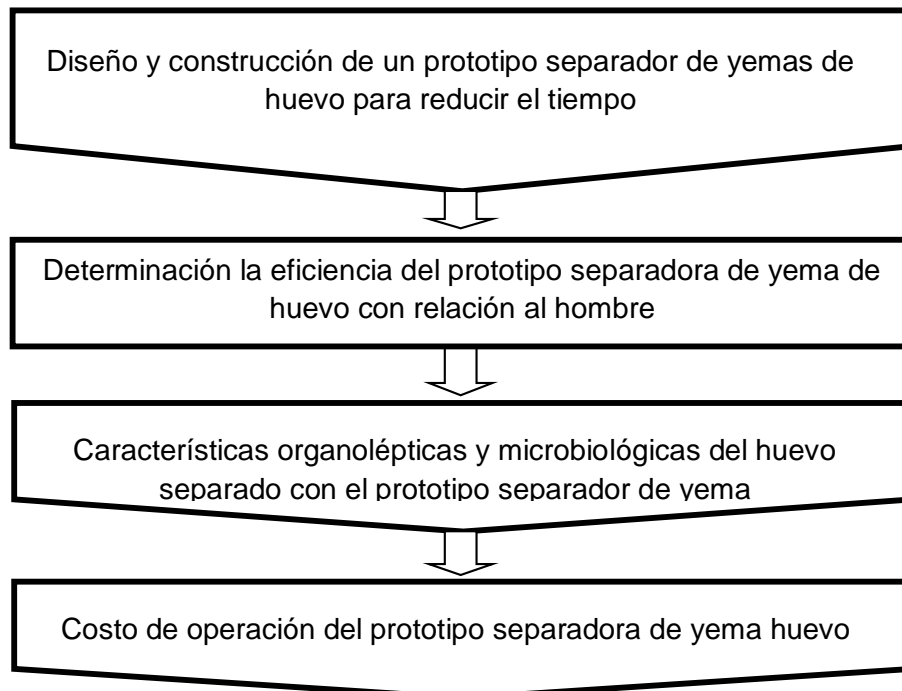


Figura 8. Conducción de la investigación.

3.7.1. Diseño y construcción del prototipo separador de yema de huevo

- Para realizar el diseño de las piezas se utilizó el programa SolidWorks 2018.

Tolva o recipiente de almacenamiento del huevo.

El diseño del recipiente donde se almacena el huevo posterior al corte tiene forma cuadrangular con una inclinación de caída hacia el martillo.

El material usado para la construcción de esta pieza es de acero inoxidable AISI 304, el tipo de soldadura usada para la construcción fue TIG. Para la construcción del recipiente se usó planchas de acero inoxidable 1/16, para la base del recipiente se cortó la plancha de forma cuadrangular de 0,40 x 0,55 metros. Este tiene una inclinación hacia la entrada de la faja respectivamente para el corte, que permite al recipiente un descargue por gravedad.

Estructura para soporte de la máquina

La estructura para soporte de los componentes de la máquina fue diseñada adoptando una forma rectangular, con el objeto de brindar estabilidad y resistencia, su principal función es servir de sostén, para la estructura principal y el motor, la estructura se construyó en acero inoxidable AISI 304, con tubo cuadrado de 1,1/2 pulgadas, la altura de la estructura es de 0,64 metros de longitud, 0,84 metros de ancho y de fondo 0,43 metros, las que fueron unidas con soldadura TIG.

Estructura principal de transporte y corte

La estructura principal de forma rectangular, se construyó con plancha acero inoxidable AISI 304 de 1/16, se cortó la plancha en cuatro partes: 2 de 0,91 metros y 2 de 0,21 metros con la parte superior doblada de 0,04 metros, tiene en su interior tres ejes de 0,32 metros x 30 milímetros de diámetro con sus respectivas chumaceras de fijación para su mayor estabilidad. Para el sistema de corte se construyó un martillo acero inoxidable desmontable para facilitar su limpieza, quedando ensamblado en uno de los ejes directo al motor con la caja reductora incorporada. Dentro de la estructura principal está incluido la faja de metal compuesto por varios cuadrantes de 12 x 12 unidos por medio de bisagras.

En la parte exterior del costado sujeto a la estructura se encuentra una cremallera con piñón pieza fundamental que de acuerdo al velocímetro realiza función viceversa para el respectivo corte gradual. En la parte inferior-posterior se encuentra un conducto para eliminación de la cascara aun recipiente respectivamente.

Tina interna de recepción de la yema y clara del huevo

Es la encargada de recepción de la yema y clara previo al corte efectuado por la máquina para su desplazamiento, tiene forma rectangular, el material utilizado es de acero inox 304, con plancha de 1/20 las medidas respectivamente son 0,44 metros x 0,07 metro x 0,14 metros.

Soporte de motor

El soporte del motor está diseñado para resistir el peso del motor y regular la tensión en la faja se construyó con plancha doblada de 1/16, el material utilizado es de acero inox 304.

Variador de velocidad

El Variador de Velocidad es un dispositivo mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores que de acuerdo a un potenciómetro incorporada seleccionas la frecuencia requerida en rpm.

Conducto de paso

Se ha construido con plancha de 1/20, el material utilizado es de acero inox 304 sirve como canal de paso de la yema y el albumen para la respectiva separación.

Cada pieza manufacturada tiene una posición y lugar en el cual se acoplo con exactitud, para luego ser ajustadas.

Soporte de la máquina y recipiente

El recipiente se acoplo con el soporte de la máquina unido por cuatro pernos y ajustados con arandelas.

Estructura principal conformada por:

Posición del motor

Está sujeto al soporte estructural con ajuste de 4 pernos, equidistante se encuentra el velocímetro para la graduación del motor.

Ejes y chumaceras

Los ejes están sujetos a las chumaceras empernados cada uno consta de unas 6 chumaceras y 3 ejes, el eje principal se encuentra al centro donde se ubica el martillo o cuchilla de corte, en los extremos del cuerpo de la estructura principal se encuentra los ejes con una catalina de cadena respectivamente fija y seguidamente se coloca las cadenas que irán ajustadas de acuerdo a lo requerido.

Tina de recipiente interior

El recipiente de forma rectangular se fabricó a base de dos barras que servirán para sujetar a la mencionada tina.

La cremallera y su piñón

Se encuentra a un costado del exterior del cuerpo principal con diferentes piezas de unión y conexión respectivamente

Los conductos

Se fabrico de acuerdo a una inclinación requerida para que la yema con la clara sea transportada y separada hacia un recipiente.

3.7.2. Eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo con relación al hombre.

- Se realizaron pruebas preliminares de encendido y funcionamiento respectivamente.
- Se determinaron con respecto a tiempo y velocidad la eficiencia de la separación de la yema de huevo.

- Se evaluaron el funcionamiento general desde la entrada del producto por gravedad, rompimiento de la cascara de huevo, fijación y traslado por gravedad hasta una determinada bandeja de recepción.

3.7.3. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo de separador de yemas

- En cuanto a lo organoléptico se determinó mediante evaluaciones físicas al producto final que esté libre de partículas contaminantes y todo el proceso desde que el huevo se coloca en el prototipo hasta que este separado en partes como el albumen la yema y la cascara y en qué condiciones queda hasta terminado el proceso.
- Evaluamos la superficie limpia, cascará completa y yema intacta todo ello observando y de manera descriptiva y con las fotografías para la conformidad del caso, esto se realizó en el laboratorio de automatización de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial porque en ello también se evaluó al prototipo.
- Las evaluaciones microbiológicas se realizaron en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.
- Evaluamos si nuestro producto final obtenido contiene la bacteria de la salmonela y ecoli para ello usaremos el método del hisopado para el conteo en colonias en el laboratorio de microbiología de alimentos (AOAC, 2010).
- Evaluamos que la superficie se encuentra libre de contaminación física.
- Evaluamos que la separación de la cascara del huevo queda libre de la yema y el albumen.

3.7.4. Determinación del costo de operación del prototipo separador de yema de huevo

- Se realizó la evaluación correspondiente del costo operativo del prototipo incurrir a un sistema ya instalado o adquirido, durante su vida útil, con objeto de realizar los procesos de producción, se denominan costos de operación, e incluyen los necesarios para el mantenimiento del sistema.

IV. RESULTADOS

4.1. Diseño y construcción del prototipo separador de yema de huevo

El diseño y construcción del prototipo consistió en 9 partes para construir el prototipo y el diseño de las piezas mediante el programa SolidWorks 2018.

4.1.1. Base del carril de los huevos de la máquina.

En la Figura 9, se observa la faja en cuya parte central está la abertura donde van los huevos está compuesto de un material de acero inoxidable que conforman por laminas y unas dos cadenas encargadas de girar para seguir con el proceso para la obtención del albumen y la clara de huevo.

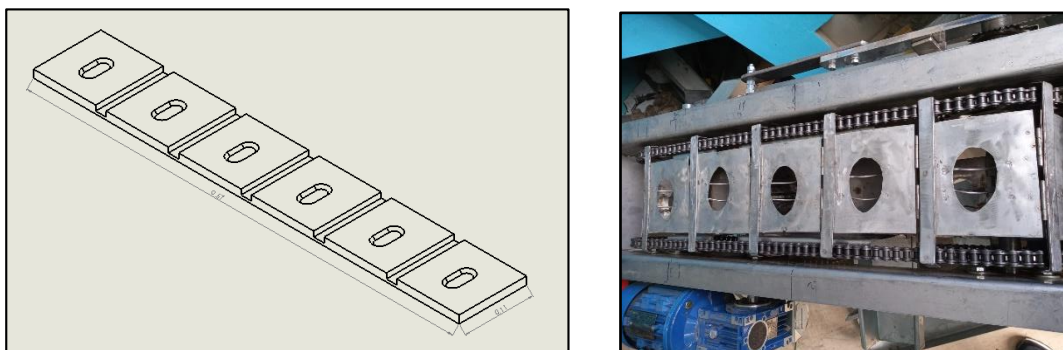


Figura 9. Base del carril de los huevos y el motor de la maquina separadora de huevo.

4.1.2. Tolva o recipiente de almacenamiento del huevo

En la Figura 10, se realizó mediante una lámina de acero inoxidable y tomando las medidas según el proyecto que a continuación se muestran para la obtención de la tolva o recipiente del huevo que nos permite seguir el proceso del huevo en el prototipo.

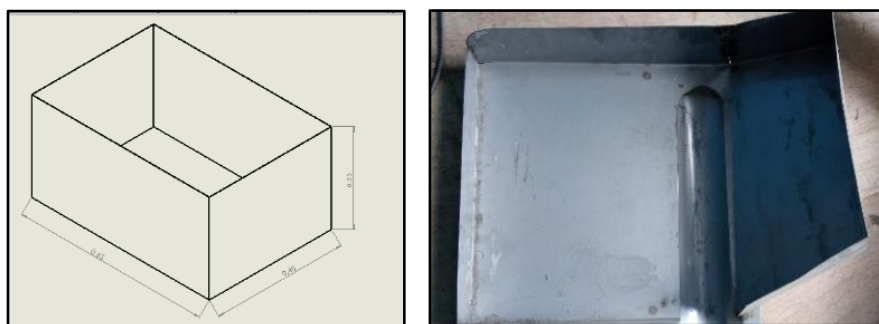


Figura 10. Tolva de acero inoxidable.

Sus partes son:

Forma: cuadrado

Material: acero inoxidable 1/16 AISI 304

Altura: 0,40 metros

Lado: 0,80 x 0,55 metros

4.1.3. Recipiente de almacenamiento de la yema de huevo.

El material usado para la construcción de esta pieza es de acero inoxidable AISI 304, el tipo de soldadura que se usó para la construcción fue TIG. Para la construcción del recipiente se usó planchas de acero inoxidable 1/16, para la base del recipiente se cortó la plancha de forma cuadrangular de 0,40 metros x 0,55 metros. Este tiene una inclinación hacia la entrada de la faja respectivamente para el corte, que permite al recipiente un descargue por gravedad. Esto nos permite un mejor rendimiento y calidad de trabajo para el prototipo.

4.1.4. Estructura para soporte de la máquina

En la Figura 11, del soporte de la maquina separadora de yema de huevo. En la estructura de soporte de la máquina se observó que la forma de la estructura, y el material usado permiten la reducción de vibraciones, así como también le proporcionan estabilidad, siendo este el principal objetivo de su diseño, la altura considerada en la construcción es ergonómica para el trabajo.

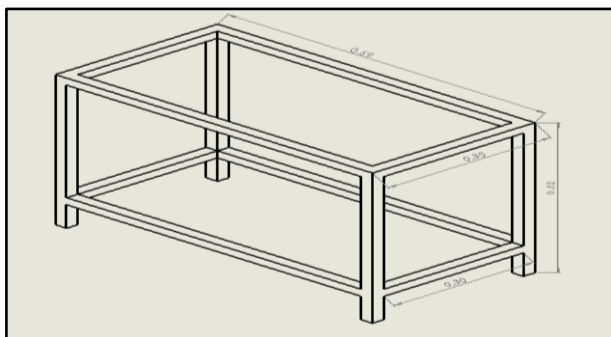


Figura 11. Soporte para la máquina separadora de yema de huevo.

Sus partes son:

Forma: rectángulo

Material: acero inoxidable 1/16 AISI 304

Altura: 0,64 metros

Ancho: 0,84metros

Largo: 0,43 metros

4.1.5. Estructura principal de transporte y corte

En la Figura 12, La estructura principal de transporte y corte es el responsable del funcionamiento del prototipo de la separadora de huevo ya que depende de estas piezas para el óptimo trabajo, además se observó al momento del funcionamiento del prototipo que la separación del huevo se dio con normalidad y calidad sin ningún tipo de interrupción.

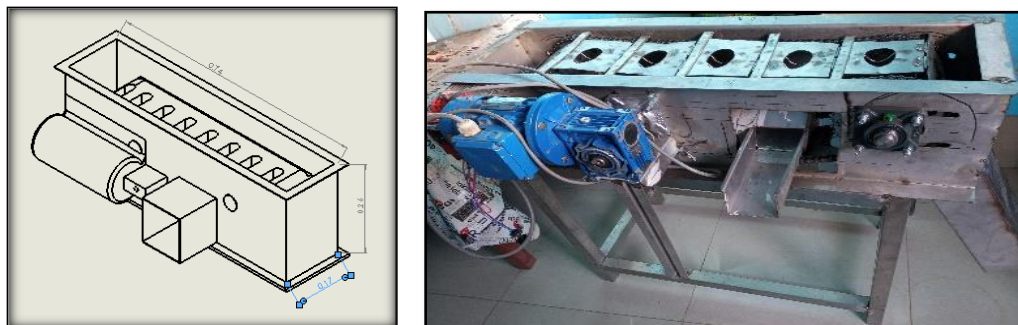


Figura 12. Estructura principal de la máquina que realiza el transporte y corte de los huevos.

Sus partes son:

Material: acero inoxidable AISI 304 de 5/64

Piezas: plancha de acero, ejes, chumaceras, martillo (cuchilla), bisagras, motor con caja de velocidades, fajas, cremallera, piñón

Peso: 40 kilogramos

4.1.6. Tina de recepción de la yema y clara del huevo

En la Figura 13, La tina es rectangular con plancha de 1/16, acero inox 304, ya que este material permite una asepsia de calidad para el producto terminado y cumpliendo con su objetivo por su forma y calidad.

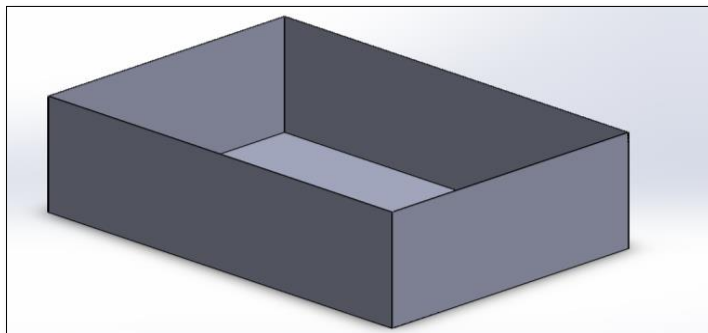


Figura 13. Tina de recepción de la yema y la clara de huevo.

Sus partes son:

Forma: rectangular.

Medidas: 0,44 x 0,7 x 0,14 metros.

Material: con plancha de 1/16, acero inox 304.

4.1.7. Soporte de motor

Se construyó con material de acero inox 304 la lámina de acero fue doblada de 5/64, dando una seguridad y estabilidad para el normal funcionamiento al peso del motor y a no moverse para su perfecto funcionamiento del prototipo.

4.1.8. Variador de velocidad

En la Figura 14. El Variador de Velocidad es un dispositivo mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores que de acuerdo a un velocímetro incorporada seleccionas la frecuencia requerida en rpm. que es un convertidor de frecuencia robusto con funcionalidad básica compacto que funciona con control de tensión y frecuencia (V/f) en redes monofásicas de 200 V a 240 V.



Figura 14. Variador de velocidad

4.1.9. Conducto de paso

En la figura 15, se construyó para el conducto de paso de los huevos tiene una inclinación de 35 grados para que realiza un normal recorrido y tiene el material de acero inox para su mejor eficiencia en calidad del producto final que tendrá el prototipo de la separadora de yema de huevo.



Figura 15. Canal de paso de la yema y la clara para la respectiva separación.

4.2. Eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo con relación al hombre

En la Tabla 4, se muestran diez preguntas con un gráfico de dos respuestas donde se evidencia la tendencia a dos respuestas (SI, NO) utilizada para que cada uno de los 15 panelistas para dar una calificación de la calidad de la maquina y de esa manera poder determinar la calidad del producto.

Tabla 4. Evaluación del diseño del prototipo de la separadora de yema de huevo

Preguntas	N° de personas que respondieron	
	SI	NO
1. ¿La máquina es de fácil limpieza y desinfección?	15	0
2. ¿Las superficies son lisas y sin rugosidades ni cavidades que puedan albergar materia orgánica?	04	11
3. ¿Las uniones entre dos superficies son lisas y sin rugosidades?	0	15
4. ¿El diseño y la fabricación reduce al máximo los salientes, rebordes y repliegues de los ensamblajes?	15	0
5. ¿Las piezas son desmontables para facilitar su limpieza?	15	0
6. ¿Las superficies internas son empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar la limpieza completa?	14	1
7. ¿El diseño y fabricación evita toda infiltración de sustancias, o penetración de seres vivos, en particular de insectos en las zonas que no puedan limpiarse?	15	0
8. ¿El material de fabricación está acorde con los requisitos normativos para la fabricación de máquinas de uso alimentario?	15	0
9. ¿El diseño de la máquina es ergonómico y de fácil manejo?	12	3
10. ¿Las máquinas cumplen con requisitos de seguridad?	1	14

En la figura 16, se muestran los resultados obtenidos para determinar la eficiencia del trabajo, en la gráfica superior se evidencia la tendencia hacia los ejes radiales extremos de las preguntas propuestas, donde se puede observar que las preguntas tuvieron aceptación en mayor proporción.

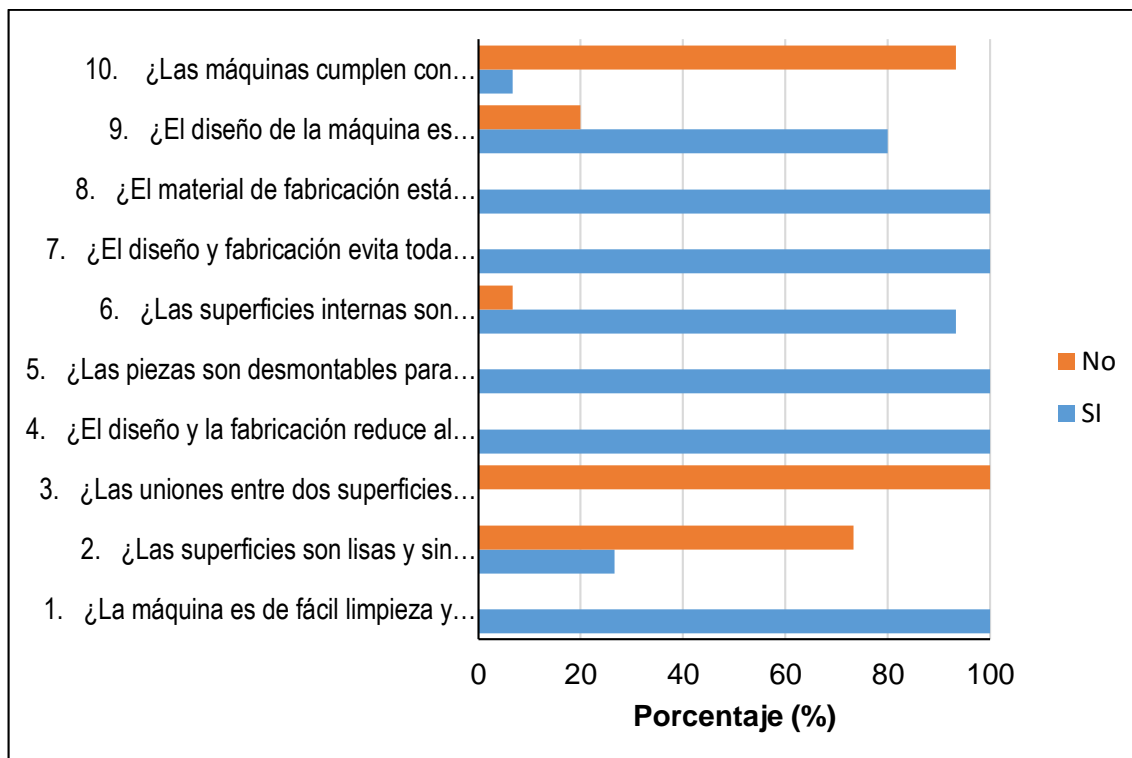


Figura 16. Evaluación del diseño del prototipo de la separadora de yema de huevo

4.3. Determinación de la eficiencia del prototipo a través del funcionamiento de la máquina.

En la Tabla 5, se muestran seis preguntas con un gráfico de dos respuestas donde se evidencia la tendencia a dos respuestas (SI, NO) utilizada para que cada uno de los 15 panelistas para dar una calificación del funcionamiento y proceso del trabajo de la calidad prototipo separador de yema de huevo y de esa manera poder determinar la calidad del producto.

En la Figura 13, se muestran dos gráficas de los resultados obtenidos para determinar la funcionalidad del prototipo de la separadora de yema de huevo y albumen, en la gráfica superior se evidencia la tendencia hacia los ejes radiales extremos que nos indican si las preguntas, tuvieron aceptación.

Tabla 5: Resultados de la evaluación del funcionamiento del prototipo separador de yema de huevo

Preguntas	N° de personas que respondieron	
	SI	NO
1. ¿El diámetro de ingreso al prototipo, permite el paso continuo de los huevos?	15	0
2. ¿El funcionamiento del prototipo tuvo interrupciones al momento de trabajo?	0	15
3. ¿El martillo de corte del huevo funciona correctamente?	14	1
4. ¿La inclinación del canal por donde se transporta la yema y clara permite una fácil salida?	15	0
5. ¿El conducto separador de yema y clara no se mezclan al momento del trabajo?	0	15
6. ¿El ruido generado por el prototipo separadora de la yema de huevo es aceptable?	11	4

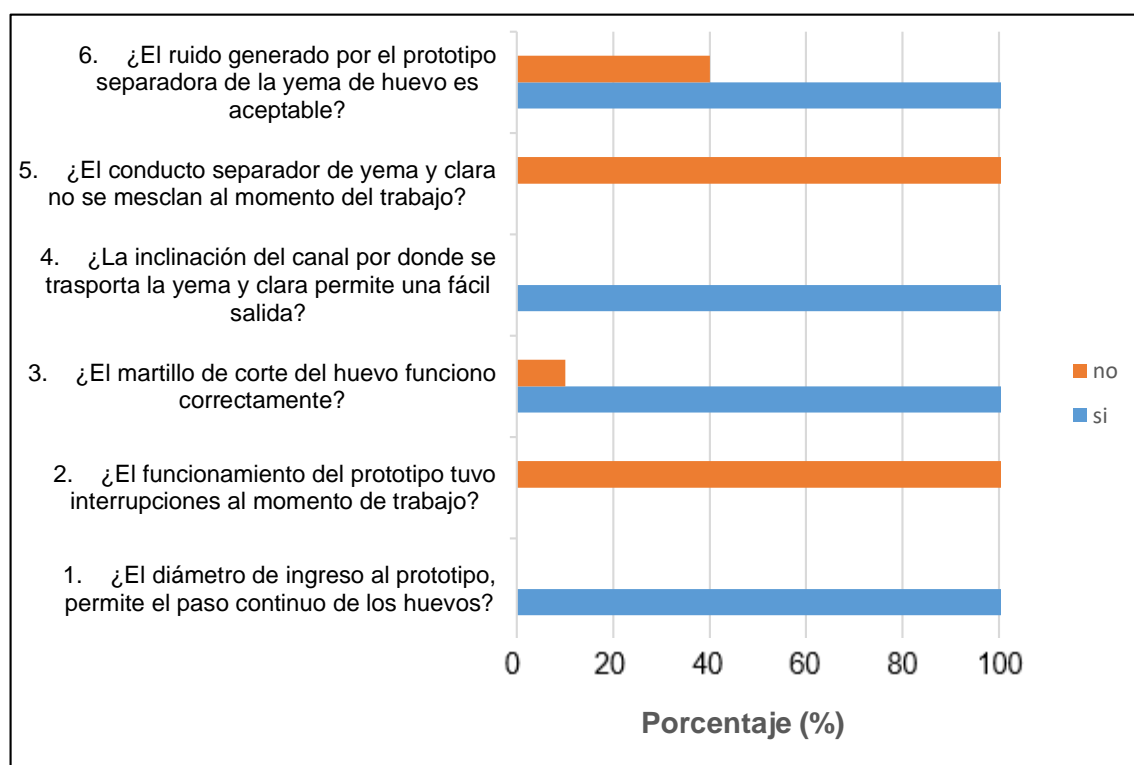


Figura 13. Resultados de la evaluación del funcionamiento del prototipo separador de yema de huevo.

4.3.1. Determinación de la eficiencia en tiempo y velocidad del prototipo.

En la tabla 6, se muestran las diferencias de la maquina y la mano del hombre donde se puede observar que es mucho más eficiente la máquina en relación al tiempo y velocidad en la separación de la yema y el albumen del huevo de la gallina.

Tabla 6. Tiempo y velocidad de la eficiencia de la separación de la yema de huevo.

Tiempo y velocidad de la eficiencia de la separación de la yema de huevo		
Tiempo	Maquina	Hombre
30 segundos	20 huevos	4 huevos
1 minuto	40 huevos	8 huevos

4.4. Evaluación de las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo separador de yema.

Estas características organolépticas se realizaron de acuerdo a la tabla 7 que muestran los resultados obtenidos por los panelistas en los criterios sensoriales, estas características siendo propias del prototipo y el trabajo que realiza se evaluó cada uno de los más relevantes.

Tabla 7. Resultados obtenidos por los panelistas en los criterios sensoriales.

Nº	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿Al momento del trabajo del prototipo la superficie se encuentra limpia?	15	0	
2	¿La cascara del huevo se mezcla con el producto final?	14	1	
3	¿El martillo no se atasca al momento del trabajo?	15	0	
4	¿La yema de huevo llega intacta al final del recorrido?	13	2	
5	¿La inclinación del recorrido permite la salida del producto facilitando un mejor rendimiento?	14	1	
6	¿En la bandeja del producto final se observan restos de cascara del huevo?	15	0	

En la tabla 8, Como $\alpha > p$ es decir $0.05 > 0.00$ entonces se rechaza el H_0 y se concluye que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que al menos uno de las preguntas no tiene mucha aceptación.

Tabla 8. Pruebas Estadísticas de Friedman.

Estadísticos de prueba^a

	15
Chi – cuadrado	127,581
Gl	10
Sig. Asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

En la figura 14, se realizaron dos gráficas de los resultados obtenidos para determinar las características organolépticas del prototipo de la separadora de yema de huevo y albumen, en la gráfica superior se evidencia la tendencia hacia los ejes radiales extremos donde vemos los resultados de las preguntas propuestas, donde se puede observar si tuvo aceptación o no por los calificadores.

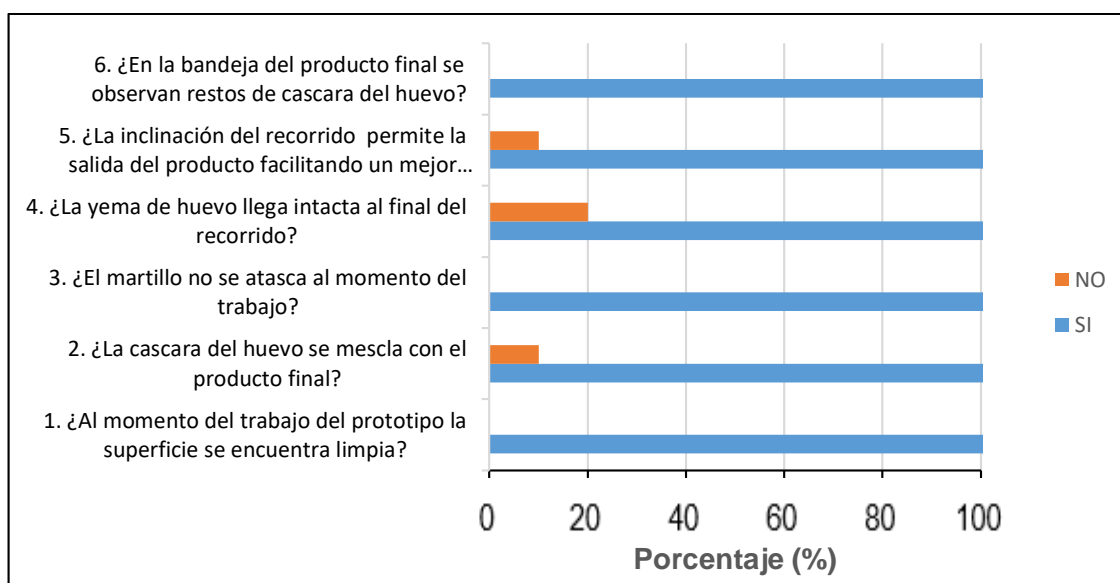


Figura 14. Determinación de las características organolépticas del prototipo.

Los análisis microbiológicos se realizaron mediante los ensayos microbiológicos fueron en cuanto a recuento de bacterias salmonella sp y Escherichia coli se realizó de acuerdo a la norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (proyecto de actualización de la RM N° 615-2003 SA/DM), con base en la técnica de recuento de colonias en placa a 25 °C, norma equivalente a la ISO 7954. Los resultados se reportaron como salmonella sp y Escherichia coli, a continuación, mostramos en la tabla 9.

En la tabla 9, se muestran los resultados obtenidos de la facultad de ingeniería agroindustrial del laboratorio de microbiología donde nos indicó los siguientes resultados en la tabla 9, que nos indica que el producto final del separador de yema y albúmen del huevo de la gallina es apto para el consumo humano.

Tabla 9. Los resultados del laboratorio microbiológico nos dieron los siguientes:

Análisis microbiológicos				
Agente microbiano		Resultados	Limite por g. o mL	
			M	M
Escherichia coli. (UFC/g)		10	10	10 ²
Salmonella sp (UFC/g)		Ausencia	Ausencia/25 g	

4.5. Determinación del costo de operación del prototipo separador de yema de huevo.

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos realizados para mantener un proyecto, el funcionamiento del equipo.

4.5.1. Costo de producción del prototipo separador de yema de huevo.

En la tabla 10, nos muestra que el costo de producción con la máquina separadora de yema de huevo se realizó en base a 1 hora de trabajo, donde el costo total es de 847,00 soles para procesar 160 kg de huevos.

Tabla 10. Costo de producción del prototipo separador de yema de huevo

Proceso	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materia prima	160 Kg	5,00	800,00
Personal de lavado	1	5,00	5,00
Personal de venta	1	5,00	5,00
Personal de maquina	1	7,00	7,00
Depreciación máquina		2,10	2,10
Energía		0,80	0,80
personal de envasado	1	5,00	5,00
Envases	20	0,30	6,00
Etiquetas	20	0,50	10,00
Empaque	20	0,30	6,00
Total			847,00

4.5.2. Costo de producción con la mano de hombre para separar la yema de huevo

En la tabla 11, nos indica que el costo de producción con la mano del hombre sobre la separación de yema y el albumen del huevo de la gallina se realizó en base a 160 kilogramos de huevo con un costo total de 891 soles.

Tabla 11. Costo de producción con la mano de hombre para separar la yema de huevo

Proceso	Cantidad	Costo Unitario	Total
Materia prima	160 kg	5,00	800,00
Personal de lavado	1	5,00	5,00
Personal de venta	1	5,00	5,00
Personal de seleccionar la yema y el albumen	7	7,00	49,00
Energía		0,15	0,15
personal de envasado	2	5,00	10,00
Envases	20	0,30	6,00
Etiquetas	20	0,50	10,00
Empaque	20	0,30	6,00
Total			891,15

4.5.3. Relación beneficio-costo.

En la tabla 12, nos muestra la relación beneficio costo para el prototipo separadora de yema de huevo es eficiente tanto en tiempo como en un proceso más económico a comparación de la mano del hombre.

Tabla 12. Relación beneficio-costo

Método	Costo total	Kg	b/c
Con la máquina	847	5,29	b>1
Mano del hombre	891,15	5,56	b<1

En la tabla 13 se puede verificar los gastos del prototipo cuales fueron en su velocidad de 1620rpm este motor de potencia de ½ Hp tiene un gasto de 1,38 kW de energía.

Tabla 13. Costos operarios del prototipo separador de yema de huevo

VELOCIDAD 1620 rpm					
Muestra	Pico de Amperaje	Amperaje	Voltaje	Potencia consumida	
				kW	Hp
Huevo	2.2	0.58	220	1,38	1/2

V. DISCUSIÓN

5.1. Del desarrollo y construcción del prototipo separadora de yema de huevo

Según la Directiva 2006/42/CE (2006), todas las superficies en contacto con los productos alimenticios, serán lisas y no tendrán ni rugosidades ni cavidades que puedan albergar materias orgánicas.

La máquina presenta imperfecciones, en las uniones debido a que no se contaba con equipos de precisión para el soldado, el cortado, además que el material utilizado no tenía el espesor adecuado, resultado de este la máquina tiene algunas partes en las que no son completamente lisas.

Deberán poder limpiarse y desinfectarse fácilmente, cuando sea necesario, previa retirada de aquellas partes que sean fácilmente desmontables.

La máquina cumple con este requerimiento ya que todas las piezas son desmontables, facilitando este su limpieza y desinfección.

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que se pueda evitar toda infiltración de sustancias, toda acumulación de materias orgánicas o penetración de seres vivos, en particular, de insectos, en las zonas que no puedan limpiarse.

El material que se usó para la construcción del prototipo separadora de huevo fue acero inoxidable AISI 304. INDURA S.A, (2010). Menciona que este tipo de aceros tienen elevada resistencia a la corrosión, por lo tanto, evita la infiltración de sustancias. Además, que la máquina por ser desmontable todas las piezas evita la penetración de seres vivos.

La máquina se debe diseñar y fabricar de manera que los productos auxiliares que representen un peligro para la salud, incluidos los lubricantes utilizados, no puedan entrar en contacto con los productos alimenticios. En su caso, la máquina se debe diseñar y fabricar de manera que pueda comprobarse el cumplimiento permanente de esta condición.

El lubricante que se usa en la máquina no entra en contacto con el alimento, ya que se cuenta con un sistema de protección por medio de un conducto interno, por lo tanto, se cumpliría el requerimiento de seguridad y calidad.

Según INDURA S.A. (2010), la mayoría de los aceros inoxidables auténticos comunes tales como 308(L), 309(L), 316(L) y 347 son utilizados para el procesamiento de

alimentos. Siendo la máquina construida con acero inoxidable AISI 304 para cumplir con los requerimientos de máquinas para la industria alimentaria.

El prototipo separador de yema de huevo requiere de ciertas condiciones para su funcionamiento desde la elección del motor y la capacidad del mismo para realizar el trabajo. La relación que existe entre la fuerza y el rpm son inversamente proporcionales debido a que el motor realiza mayor fuerza a menor velocidad, es decir al cambiar la relación por cremallera de entrada y salida (viceversa), la potencia resultante cambia, ya que, si dividimos la potencia entre la velocidad, y la velocidad es mayor, la fuerza obtenida disminuye o aumenta de acuerdo a la velocidad.

5.2. De las características organolépticas y microbiológicas del huevo separado con el prototipo separador de yema

En el proyecto la evaluación sensorial mediante el análisis al prototipo y los huevos por medio de los sentidos (examen de las propiedades organolépticas de un producto mediante los órganos de los sentidos), la evaluación organoléptica fue para ver el funcionamiento correcto del prototipo y la calidad del producto una vez separada de la yema y albumen de huevo salieron libres de contaminación de la cascara del huevo y otras partículas y sin roturas de la yema de huevo por lo cual se obtuvo un producto de calidad, esto se debe a que se utilizó métodos de separado de yema y albumen con un cuidado riguroso tanto con el prototipo separadora de yema de huevo y con la mano del hombre.

Es el análisis estrictamente normalizado de los alimentos que se realiza con los sentidos. Se emplea la palabra "normalizado", porque implica el uso de técnicas específicas perfectamente estandarizadas, con el objeto de disminuir la subjetividad en las respuestas. Las empresas lo usan para el control de calidad de sus productos, ya sea durante la etapa del desarrollo o durante el proceso de rutina. Por ejemplo, si cambian un insumo es necesario verificar si esto afecta las características sensoriales del producto y por ende su calidad. Ese es un buen momento para hacer un análisis y cotejar entre el producto anterior y el nuevo. Barda N. (2014).

De la evaluación microbiológica se consideró cada etapa de las normas del laboratorio de microbiología que se cumplan y de esa manera tener un análisis auténtico para la credibilidad de la tesis y garantizar la calidad del producto obtenido a través del prototipo separadora de yema y albumen del huevo.

Los ensayos microbiológicos fueron de acuerdo a los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos evaluados en nuestro estudio (Tabla 9), se observa que

para el inicio de la producción se obtuvieron conteos diferentes, para cada uno de los tratamientos tanto para salmonella como para Ecoli; por lo tanto, obtuvimos resultados que nos permiten pasar el control de calidad de nuestro producto a través del prototipo separadora de yema de huevo y el albumen. Para todos los tratamientos se evidenció un incremento durante las horas de evaluación en los conteos de salmonella como para Ecoli. Este comportamiento probablemente se deba a la disponibilidad de agua o el caldo Peptonado.

Según la AOAC (2015), el objetivo de esta etapa es normalizar metabólicamente las células de Salmonella spp que se encuentren en determinada matriz para su perfecto desarrollo y todos los microorganismos compiten por los nutrientes. Se realiza a partir de medios de cultivo no selectivos como agua peptonada (16, 17), caldo nutritivo, caldo lactosado (18) o agua destilada estéril adicionada con solución de verde brillante al 0,1% en el caso de leche en polvo (19, 20). Es necesario una incubación a 37° Celsius durante 18 a 24 horas.

5.3. De la eficiencia del prototipo atreves del funcionamiento de la máquina

Los resultados de las evaluaciones realizadas al prototipo en desinfección y limpieza son bastante favorables al estar construido por materiales de buena calidad y planchas de acero inoxidable, muestra realmente la capacidad sanitizante y desinfectante del mismo, puesto que se había considerado la aplicación del prototipo en la industria alimentaria.

Para garantizar el correcto funcionamiento del prototipo, el cumplimiento de los objetivos establecidos se evidencia la diferencia del trabajo entre la mano del hombre y el prototipo, como resultado el prototipo tuvo una mejor eficiencia en calidad e inocuidad del separado de la yema de huevo. Según David Fuster (1998) la eficiencia se obtiene de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción o velocidad de la máquina.

El cálculo de la eficiencia del prototipo separadora de yema de huevo fue mediante los análisis físicos con nuestros panelistas, se determinó mediante una encuesta realizada con dos respuestas (SI, NO) utilizadas para dar una calificación del funcionamiento y proceso del trabajo del prototipo separador de yema de huevo. Newsletter (2018), indica que la eficiencia productiva de la maquinaria industrial es una hoja de ruta simple pero poderosa que ayuda a las personas de la administración del piso de producción en una

planta a visualizar y eliminar las pérdidas y el desperdicio de equipos. Con lo que se llega a determinar que en cuanto a las velocidades de nuestro prototipo para mejorar el trabajo que realiza, las velocidades 1 y 2 tienen buenos resultados pero es demasiado lento y al trabajar el motor con más fuerza y menos velocidad el gasto de energía no es la ideal para el trabajo, la velocidad 3 con 40 huevos por minuto es la adecuada ya que en esta existe un rendimiento eficiente como en cantidad y calidad al separar la yemas de huevo sin que exista contaminación cruzada ni presencia de restos extraños.

5.4. Del costo beneficio.

El prototipo separador de yema de huevo tiene una capacidad de producción máxima es de 160 kg/h a 1620 rpm, y la potencia consumida es de 0,12 kW. Tirira (2014) en su trabajo de investigación evaluó la potencia consumida en diferentes tipos de trabajo, de acuerdo al tamaño del motor su capacidad de producción es de 228 kg/h y la potencia consumida a 491 rpm es de 1,065 kW. si comparamos la potencia consumida a diferentes velocidades se diferencia en kW, por lo que podemos observar que si bajamos la velocidad el consumo de energía también disminuye o viceversa.

Y el prototipo construido tiene un gasto de 1.38kw en un motor de ½ Hp. para su capacidad y trabajo se encuentra en los estándares adecuados para tener un rendimiento eficiente.

VI. CONCLUSIONES

- Al culminar este proyecto se pudo comprobar que el objetivo principal del prototipo separadora de yema de huevo fue culminado satisfactoriamente en el diseño, construcción y un funcionamiento del producto.
- En el desarrollo y construcción del prototipo separadora de yema de huevo el diseño de las piezas fue apropiado y suficiente para tener un buen rendimiento en la separación de yema de huevo con un recorrido optimo e inocuo durante el proceso.
- Se pudo determinar la eficiencia con los resultados de las características organolépticas que nos indicó que el producto final fue aceptable, en comparación al trabajo de la mano del hombre, el prototipo fue superior en volumen de producción, la evaluación de las características organolépticas realizadas al prototipo separadora de yema de huevo fue una herramienta fundamental sobre todo en la determinación de los procesos que nos indicó que la diferencia fue de 40 huevos por minuto en comparación a la mano del hombre de 8 huevos por minuto, la maquina fue eficiente en todo aspecto.
- De la relación beneficio-costo se determinó de acuerdo al gasto con la máquina para separar 160 kg de huevo hubo una diferencia de 50 soles y también se pudo diferenciar el tiempo empleado con la máquina que fue mucho menor y con mejor calidad del producto terminado.

VII. RECOMENDACIONES

Al realizar las construcciones se debe utilizar material de acero inoxidable ya que es este es el más indicado que está en contacto con alimentos y se evite la contaminación, se debe saturar cualquier tipo de fuga porque de esa manera se puede tener seguridad contaminar la producción.

Debemos trabajar con todo los parámetros de control de calidad para mejorar y ser eficientes y competitivos en nuestros productos realizados

Luego de trabajar con nuevas herramientas de procesos se recomienda hacer un análisis para poder certificar la calidad del producto que se dará a los futuros consumidores.

Se debe realizar construcciones de máquinas destinadas a la industria alimentaria con menor consumo de energía para poder tener un rendimiento y costo de producción factible, las maquinas deben ser de buena calidad desde el punto de vista tecnológico para otorgar seguridad de funcionamiento al comprador.

VIII. LITERATURA CITADA

- Carlos R. y Rodas M. (2009). *Nutrición de las yemas de huevo y albumen*. Universidad Rafael Landívar.
- Castro F. Sergio A. (1993). Mantenimiento preventivo como estrategia competitiva en la industria de panificadoras. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Chinchilla M. Faustino B. (2001). Diseño, planeación y programación de un plan de mantenimiento preventivo para máquinas industriales de fabricación de tortillas. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Fernando D. y Pinto M. (2013). Caracterización del huevo de gallina para el diseño de un sistema automático de clasificación. Revista de investigación, Salamanca. España.
- Deutschman D. Walter M y Charles W. (1991). Diseño de Máquinas. México. Compañía Editorial Continental S.A.
- Villanueva D, Enrique H. (1992). Administración en el Mantenimiento. Editorial CECSA. México.
- Fernando D y Z (2010). Universidad Politécnica Salesiana. *Diseño, construcción y automatización de una máquina clasificadora para huevos por peso, en diferentes tamaños para 2000 huevos por hora de capacidad*. Ecuador. Págs. 46-55.
- Facultad de Ingeniería área Mecánica Industrial (2002). *Desarrollo de un manual de procedimientos de mantenimiento para una clasificadora automática de huevos*. Ecuador. Págs. 7-35
- Howard V. Enrique A. (1975). *La Administración del mantenimiento industrial*. Tesis Inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Págs. 31-65.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN (2011). Huevos comerciales y ovoproductos. Ecuador. <https://archive.org/details/ec.n.te.1973.2011>. Revisado diciembre 2017.
- Instituto de estudios del huevo, (2002). <http://www.institutohuevo.com/> revisado diciembre 2017.
- Dávila J. (2014). *Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Ingeniería Mecánica. diseño y construcción de una máquina clasificadora para*

- obtención de huevos de sitotroga en la empresa bio agro. Colombia.*
Págs. 48-61.
- Instituto Nacional De Alimentos, (2003). Guía de interpretación de resultados de alimentos microbiológicos. Argentina.*
- Larburu N. (1997). *Maquinas prontuario.* España. Pág. 19
- Mann H, G. 2004. *El huevo en la alimentación y la salud* [en línea].
<<http://www.iaa.cu/pdf/mann.pdf>> [consulta: 27-09-2005]
- Mayes H y Takeballie. (1983). Producción de huevos. Págs. 2-9
- Ministerio de agricultura y riego Minagri. (2019) *estadística consumo del huevo.*
Perú.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas*, Capítulo 13. Diseño de resortes.
Pág 817
- Parzanese, M. 2013. Tecnologías para la Industria Alimentaria. Disponible en la página web: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar> Consultado enero 2018
- Porras y Montanero (1990). *Autómatas programables fundamento manejo instalación y práctica.* Pág 25.
- Mott, R. I. (2006). *Diseño de elementos de máquinas.* México. Editorial: Pearson Educación. Págs. 10-14.
- Revista de investigación, desarrollo e innovación, (2013). *Caracterización del huevo de gallina para el diseño de un sistema automático de clasificación.* vol. 3, Guatemala. Pág. 8.
- Rosaler, R y Rice, J. (1998). *Manual de mantenimiento industrial.* México Editorial McGraw Hill. Pág. 67.
- Saavedra z. (2015). *Análisis Organoléptico Y Pruebas De Procesamiento Para Determinar Nivel De Calidad De La Producción.* Perú
- Steell y Torrie (1996). *Principles and procedures of Statistics: A Biometrical Approach.* Mc Graw-Hill N.Y. Nigeria Págs. 195-233.
- Santos De La Cruz, (2005). *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial Vol. (8) 1: UNMSM* Disponible en página web: <http://sisbib.unmsm.edu.pe>. Consultado diciembre 2018.

Universidad Nacional de Quilmes (2005). *Aspectos de un sistema de visión artificial. Facultad de Ingeniería. Argentina. Programa en Automatización y Control Industrial. Pág. 15.*

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Checklist de la evaluación del funcionamiento del prototipo de separadora de yema de huevo.

N°	Preguntas	Si	No	Observaciones
1	¿La máquina es de fácil limpieza y desinfección?			
2	¿Las superficies son lisas y sin rugosidades ni cavidades que puedan albergar materia orgánica?			
3	¿Las uniones entre dos superficies son lisas y sin rugosidades?			
4	¿El diseño y la fabricación reduce al máximo los salientes, rebordes y repliegues de los ensamblajes?			
5	¿Las piezas son desmontables para facilitar su limpieza?			
6	¿Las superficies internas son empalmadas por cavetos de radio suficiente para posibilitar la limpieza completa?			
7	¿El diseño y fabricación evita toda infiltración de sustancias, o penetración de seres vivos, en particular de insectos en las zonas que no puedan limpiarse?			
8	¿El material de fabricación está acorde con los requisitos normativos para la fabricación de máquinas de uso alimentario?			
9	¿El diseño y la construcción de la máquina son ergonómico y de fácil manejo?			

ANEXO 2. Checklist de la valuación del funcionamiento del prototipo separador de yema de huevo

	N° de personas que respondieron	
	SI	NO
¿El diámetro de ingreso al prototipo, permite el paso continuo de los huevos?		
¿El funcionamiento del prototipo tuvo interrupciones al momento de trabajo?		
¿El martillo de corte del huevo funciono correctamente?		
¿La inclinación del canal por donde se trasporta la yema y clara permite una fácil salida?		
¿El conducto separador de yema y clara no se mezclan al momento del trabajo?		
¿El ruido generado por el prototipo separadora de la yema de huevo es aceptable?		

ANEXO 3. Cálculo de consumo de energía del prototipo separador de yema de huevo

- Fórmula para hallar los kW Para determinar la potencia consumida se utilizaron las siguientes formulas:

$$kW = \frac{V \times I}{1000}$$

Donde:

V: voltaje (220v)

I: amperaje

- El valor resultante se multiplica por las horas de funcionamiento de la máquina, para obtener los kWh.

$$kWh = kW \times h$$

- Los kWh se multiplica por el costo de energía eléctrica de acuerdo a la ubicación, sumándole a este resultado todos los importes facturados.

ANEXO 4. Panel fotográfico

Imagen 1, 2 y 3. Ensamblaje de las piezas



Imagen 4. Análisis sensorial



Imagen 5. Análisis microbiológico