

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE MEJORA EN LAS AREAS DE  
PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA PARA  
INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE UNA  
EMPRESA AVÍCOLA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Bryan Chriss Anthony Arellano Picon

Bach. Jose Benigno Alexander Villarruel Pastor

Asesor:

Ing. Mario Alberto Alfaro Cabello

Trujillo - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser nuestra luz y guía en todo momento y brindarnos la motivación y fortaleza para poder cumplir nuestros objetivos personales y profesionales.

A nuestros padres por ser el motor y soporte en todo momento y ayudarnos a completar cada proyecto y meta que nos trazamos en el camino.

A nuestros hermanos por brindarnos su ayuda incondicional, aliento y ser ejemplo para crecer como profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

A todos nuestros seres amados, quienes nos ayudaron diariamente y motivaron a alcanzar este gran objetivo en nuestra vida profesional.

A nuestros profesores, asesor y jurados, quienes nos dieron los conocimientos necesarios y herramientas para poder plasmarlas en esta tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	15
1.3. Objetivos.....	15
1.3.1. Objetivo general .....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Hipótesis.....	15
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
2.1. Tipo de investigación.....	16
2.2. Materiales, instrumentos y métodos.....	16
2.2.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	16
2.2.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos .....	19
2.3. Procedimiento.....	20
2.3.1. Diagnóstico de la realidad actual .....	20
2.3.2. Identificación de indicadores .....	30
2.3.3. Operacionalización de variables .....	31
2.3.4. Solución propuesta.....	32
2.3.5. Evaluación Económica y Financiera .....	58
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
4.1. Discusión .....	64
4.2. Conclusiones .....	67
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Productividad empresa avícola .....	3
Tabla 2. Características nutricionales de alimento para gallinas ponedoras en su ciclo de vida (expresado en porcentaje) .....	6
Tabla 3. Fórmulas y costos actuales del alimento balanceado .....	7
Tabla 4. Producción de huevos .....	9
Tabla 5. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos .....	16
Tabla 6. <i>Instrumentos y métodos de procesamiento de datos</i> .....	19
Tabla 7. <i>Pareto de la problemática de una empresa avícola</i> .....	29
Tabla 8. Matriz de Indicadores .....	30
Tabla 9. <i>Operacionalización de variables</i> .....	31
Tabla 10. <i>Descripción de las causas raíces</i> .....	32
Tabla 11. <i>Monetización de pérdidas</i> .....	33
Tabla 12. Fórmulas y costos actuales vs. optimizados del alimento balanceado .....	34
Tabla 13. Costo actual del alimento balanceado .....	35
Tabla 14. Costo mejorado del alimento balanceado .....	36
Tabla 15. Costo actual de vacunas y desinfectantes .....	37
Tabla 16. Otros costos y margen de utilidad actual .....	38
Tabla 17. Costo actual vs. Costo mejorado .....	39
Tabla 18. Consumo actual de energía eléctrica .....	40
Tabla 19. Uso de biogás en generación de electricidad .....	42
Tabla 20. Solución propuesta .....	44
Tabla 21. Características nutricionales del alimento para gallinas ponedoras en su ciclo de vida (expresado en %) .....	45
Tabla 22. Restricciones para fórmula mejorada de alimento balanceado etapa postura.....	46
Tabla 23. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa postura final .....	47
Tabla 24. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa postura final .....	48
Tabla 25. Costo de instalación de gas natural por Quavii, Gases del Pacífico .....	51
Tabla 26. Demanda de energía de empresa avícola.....	52
Tabla 27. Costo equipo puesto en planta.....	54
Tabla 28. Balance de línea .....	56
Tabla 29. Costo de molino puesto en planta .....	57
Tabla 30. <i>Inversión propuesta</i> .....	58
Tabla 31. Flujo de caja de la propuesta de mejora en la gestión de producción y logística de la avícola. 59	
Tabla 32. Estado de resultados comparativo de la empresa avícola .....	60
Tabla 33. Participación de cada causa raíz en las pérdidas 2018 .....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva de eficiencia semanal en postura .....	3
Figura 2. Gantt de ciclo de vida empleado en la empresa .....	4
Figura 3. Procedimiento de trabajo en una empresa Avícola .....	20
Figura 4. Organigrama de la empresa.....	22
Figura 5. Mapa de Valor .....	22
Figura 6. Mapa de procesos.....	23
Figura 7. Layout actual .....	24
Figura 8. DOP .....	25
Figura 9. DAP .....	26
Figura 10. Diagrama Ishikawa del área de producción.....	27
Figura 11. Diagrama Ishikawa del área de logística.....	28
Figura 12. Diagrama de Pareto de la problemática de una empresa avícola .....	29
Figura 13. Planta actual de producción de alimento balanceado.....	43
Figura 14. Mapa alcance de Quavii.....	50
Figura 15. Generador eléctrico a gas natural .....	53
Figura 16. Layout nuevo .....	56
Figura 17. Molino de granos seleccionado.....	57
Figura 18. Pérdidas por causa raíz .....	61
Figura 19. Pérdida 2018 vs. 2019 por alto consumo de energía eléctrica .....	62
Figura 20. Pérdida 2018 vs. 2019 por línea mal balanceada .....	62
Figura 21. Rentabilidad sobre ventas 2018 vs. 2019 .....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa inicial .....	70
Anexo 2. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa inicial .....	71
Anexo 3. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa inicial .....	72
Anexo 4. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa crecimiento	73
Anexo 5. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa crecimiento .....	74
Anexo 6. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa crecimiento .....	75
Anexo 7. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa desarrollo...	76
Anexo 8. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa desarrollo .....	77
Anexo 9. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa desarrollo .....	78
Anexo 10. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa pre postura	79
Anexo 11. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa pre postura.....	80
Anexo 12. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa pre postura .....	81
Anexo 13. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa postura.....	82
Anexo 14. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa postura .....	83
Anexo 15. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa postura .....	84

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el incremento de la rentabilidad de una empresa avícola.

En primera instancia se realizó un diagnóstico general de la situación actual de la empresa.

Para la presente tesis, se seleccionaron las áreas de producción y logística al ser las que más aportaban al problema de baja rentabilidad. Se determinó que las causas que mayor impacto tenían eran las fórmulas no optimizadas, el alto consumo de energía eléctrica y la presencia línea mal balanceada. El año pasado estas causas generaron una pérdida de S/ 671,321.

Es así, que se determinó proponer la implementación de metodologías y herramientas de la ingeniería como programación lineal, Solver, balance de energía y balance de línea.

Finalmente, con la información recolectada a través del diagnóstico, se presenta un análisis de resultados con datos cuantitativos para corroborar el logro del objetivo planteado. La rentabilidad de la empresa aumenta en 10% entre el periodo 2018 y el presente. Por lo que, la propuesta es viable, al tener un VAN de S/ 237,223 y un TIR de 40%, un retorno de la inversión de 8 meses y una ganancia de 0.51 soles por cada sol invertido.

**Palabras clave:** producción, logística, avícola, rentabilidad



## ABSTRACT

The main objective of this work was to increase the profitability of a poultry company.

In the first instance, a general diagnosis of the current situation of the company was made.

For this thesis, the production and logistics areas were selected as they contributed the most to the problem of low profitability. It was determined that the causes that had the greatest impact were the non-optimized formulas, the high consumption of electrical energy and the presence of a poorly balanced line. Last year these causes generated a loss of S / 671,321.

Thus, it was determined to propose the implementation of engineering methodologies and tools such as linear programming, Solver, energy balance and line balance.

Finally, with the information collected through the diagnosis, an analysis of results with quantitative data is presented to corroborate the achievement of the objective. The profitability of the company increases by 10% between the 2018 period and the present. Therefore, the proposal is viable, since it has a NPV of S / 237,223 and an IRR of 40%, a return on investment of 8 months and a profit of 0.51 soles for each sun invested.

**Keywords:** production, logistics, poultry, profitability

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Según la revista digital Gastronomía&Cia de abril del 2015. la producción avícola a nivel internacional ha sido la industria pecuaria de más alto desarrollo en los últimos años debido al mejoramiento genético y la especialización cada vez más fuerte de las líneas productivas para huevo y carne. Esta industria refleja una dinámica en constante crecimiento, convertida en una fuente que provee proteína animal a un bajo costo.

La oficina de estudios y políticas agrarias, del ministerio de agricultura de Chile, en su informe de abril del 2015, dice que la producción mundial de huevos ha aumentado entre los años 2000 y el 2016 en un 42%, a una tasa promedio anual de 2,2%. De acuerdo con los datos entregados por FAO, la producción del año 2016 alcanzó los 1.360 billones de unidades de huevos equivalente a 72 millones de toneladas métricas, lo que representó un 1,3% más que el año anterior. El principal país productor de huevos es China que, en 2015 produjo alrededor de 30 millones de toneladas métricas. Le siguen Estados Unidos, con 5,8 millones de toneladas métricas, e India, con 4,4 millones de toneladas métricas. A nivel global, Asia es el continente que más aporta a la producción mundial, seguido por América y Europa.

En algunas regiones se espera un menor crecimiento en términos de producción de huevos con relación al crecimiento en existencias de gallinas ponedoras. Esto se debe principalmente al cambio que están haciendo productores en la Unión Europea y Estados Unidos, desde sistemas tradicionales de producción de huevos

(jaula de batería o piso), a sistemas tipo “*Free-range*”, donde las gallinas tienen acceso al exterior. Este cambio ha sido motivado por las preocupaciones de los consumidores en términos de bienestar animal.

En el Perú existen alrededor de 52 grandes empresas Avícolas. Las 6 principales son: San Fernando con 30%; Redondos, 17%; Chimú Agropecuaria, 9%; Rico Pollo, 6%; Avinka, 5% y Santa Elena, 5%, (Terry, 2017).

La empresa avícola, fue creada el año 1998 y está ubicada en el caserío de Valdivia, distrito de Huanchaco, Trujillo. En el presente trabajo, nos enfocaremos en la problemática de su línea de producción de alimento balanceado y en su gestión logística.

Esta avícola está dedicada a la producción de huevos. En promedio maneja 100,000 gallinas de raza *Brown hy line* en 10 galpones de 10,000 aves cada una, instaladas en jaulas de batería de 7 animales.

Las gallinas comienzan a poner huevos luego de las 18 semanas, aunque normalmente hay algunas pocas prematuras. Su ciclo de vida termina a las 72 semanas, cuando su productividad es muy baja y su costo de consumo de alimento es mayor que el beneficio que genera la venta de huevos producidos. Habiendo producido aproximadamente 341 huevos y estando depreciadas, son comercializadas como carne.

Tabla 1.  
*Productividad empresa avícola*

Productividad en Huevos/población de gallinas		
Etapa	Semanas	Productividad
0 - 18	0	0.000%
19-22	4	86.000%
23-40	18	98.000%
41-60	20	96.000%
61-72	12	70.000%
<b>Ponderado</b>		<b>90.148%</b>

Fuente: Empresa Avícola

Durante este tiempo su productividad marca una curva, con su pico más alto en la semana 27, como se muestra en la siguiente figura:

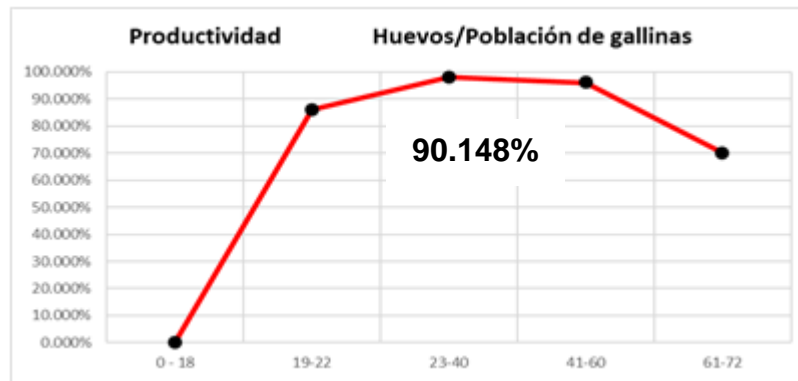


Figura 1. Curva de eficiencia semanal en postura

Fuente: Empresa Avícola

Dieciocho semanas antes del fin de ciclo de las ponedoras, la empresa estará adquiriendo 100,000 pollitas BB más, que entrarán en producción cuando las actualmente vigentes sean retiradas. Graficamos este escenario con el siguiente Gantt.



*Figura 2. Gantt de ciclo de vida empleado en la empresa*

Fuente: Elaboración propia

La empresa prepara su propio alimento. Para ello cuenta con proveedores locales de los macronutrientes, aunque últimamente está consumiendo maíz importado que es sensiblemente más barato que el nacional, pero con un ligeramente menor valor nutricional.

La pre mezcla vitamínica, con los aminoácidos que las aves requieren para una vida sana y productiva, es adquirida localmente a Montana S.A.

Los granos son molidos a grano medio, en un molino de martillos con capacidad de 0.65 TM/Hora. Luego son mezclados con el resto de componentes, de acuerdo a la fórmula propia para cada etapa del ciclo de vida, en una mezcladora horizontal para 200 kilos/10 minutos. La mezcla es envasada manualmente en bolsas de 50 kilos y seguidamente almacenadas en paletas de 35 bolsas.

El requerimiento de alimento es de 3893 TM, para las 72 semanas del ciclo de vida de las aves.

La planta de alimento balanceado de la avícola requiere trabajar 6 horas diarias de sobretiempo – equivalentes al 64% de las horas normales - para cumplir con el requerimiento de producción, generando un sobre costo de S/68,040, durante las 72 semanas, considerando una sobretasa de 50% en la remuneración por este concepto.

Las aves son alimentadas de acuerdo a su edad, cumpliendo requerimientos nutricionales plenamente establecidos, con estándares internacionales. De acuerdo a esto, los principales requerimientos de nutrientes para las gallinas de postura, según la etapa en su ciclo de vida, son los siguientes:

Tabla 2.  
*Características nutricionales de alimento para gallinas ponedoras en su ciclo de vida (expresado en porcentaje)*

	Proteína	Grasa	Fibra	Calcio	Fósforo	Lisina	Metionina	Sodio	kCaloría
<b>Incial</b>	≥20.00%	≥2.8%	≤6%	1.05%≤Ca≤1.10%	P>0.48%	≥1.2%	≥0.48%	0.17%≤Na≤0.19%	2900≤Energía≤2950
<b>Crecimiento</b>	≥18.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.16%≤Na≤0.18%	2720≤Energía≤2800
<b>Desarrollo</b>	≥14.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2720
<b>Pre postura</b>	17.50%	≥2.8%	≤6%	2.00%≤Ca≤2.05%	P>0.45%	≥0.68%	≥0.59%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2721
<b>Postura</b>	≥15.50%	≥2.8%	≤6%	4.00%≤Ca≤3.00%	P>0.45%	≥0.85%	≥0.36%	0.14%≤Na≤0.16%	2800≤Energía≤2700

Fuente: Solla. S.A

Queda a criterio de la avícola, el diseño de una fórmula del alimento balanceado que cumpla con dichos requerimientos, utilizando para ello, insumos naturales y nutrientes, aceptados y de grado alimentario para dicha especie.

Las formulaciones de los alimentos balanceados actualmente en uso, han sido confeccionadas de manera empírica y por aproximación, basándose en recomendaciones de los proveedores y en experiencias previas.

Seguidamente se muestra estas formulaciones y sus respectivos costos.

Tabla 3.  
*Fórmulas y costos actuales del alimento balanceado*

Insumo	Costo/Kg	Alimento Inicial	Alimento Crecimiento	Alimento Desarrollo	Alimento Pre Postura	Alimento Postura	Alimento Final
Maiz amarillo	0.693	53.916	58.513	62.444	56.350	61.592	62.903
Torta de Soya	1.305	27.887	23.282	12.494	21.168	15.585	14.189
Sorgo	1.350	-	-	-	-	-	-
Polvillo de arroz	0.650	5.000	-	5.000	-	-	-
Harina de pescado	5.328	0.067	-	-	-	-	-
Afrecho	0.204	8.474	14.490	14.470	15.732	16.421	16.594
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Fosfato di-cálcico	1.650	2.934	2.682	2.607	5.866	5.289	5.153
Cloruro de sodio	0.300	0.479	0.455	0.429	0.429	0.404	0.404
Lisina	5.661	0.383	0.252	2.219	0.157	0.146	0.186
Metionina	9.324	0.760	0.225	0.236	0.197	0.462	0.471
Peso fórmula		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Costo insumos/Kilo		<b>0.950</b>	<b>0.836</b>	<b>0.866</b>	<b>0.841</b>	<b>0.820</b>	<b>0.812</b>
Costo Mano de obra directa		0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Costo empaque		0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Costo mano de obra indirecta		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Costos indirectos		0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
Costo Total por Kilo		S/ <b>1.063</b>	S/ <b>0.950</b>	S/ <b>0.980</b>	S/ <b>0.954</b>	S/ <b>0.934</b>	S/ <b>0.926</b>

Fuente: Empresa Avícola



Estas formulaciones cumplen estrictamente los requerimientos establecidos en la tabla 1; sin embargo, no se ha utilizado ningún modelo matemático que determine de manera óptima las cantidades de insumos, pudiendo reducirse su costo sin dejar de cumplir con los requisitos previstos.

Considerando que la población de aves es 100,000 y que el factor de productividad de las gallinas ponedoras en esta avícola es 93%, el costo del alimento balanceado, está ocasionando una reducción en la utilidad al comercializar los huevos de S/481,111, en las 72 semanas, a razón de 351 huevos por gallina.

Los volúmenes requeridos de los insumos varían con el ciclo de vida de las aves. El planeamiento de requerimientos de la empresa es muy rígido y no tiene en consideración todas las causas habituales de desabastecimiento, como problemas climatológicos; dificultades en los muelles portuarios por oleaje anómalo; conflictos sindicales o simplemente por especulación en los precios. Tampoco están actualizados sus planes de contingencia ante estas eventualidades.

Este aspecto es relativamente recurrente en este tipo de empresa y obliga a reformular el alimento balanceado en función de los insumos existentes. Por esta causa, el año pasado, hubo desabastecimiento de afrecho en 3 oportunidades y se vieron en la necesidad de cambiar un total de 210 TM por 70 TM de torta de soya. La diferencia de más en el precio fue de S/48,510.

Los huevos son recogidos en un coche metálico que lo pasea el galponero por los pasadizos del galpón, varias veces durante el día, levantándolos y

trasladándolos hasta la zona de clasificación manual. Ahí, 3 operarios seleccionan los huevos por tamaño y color, siendo los rosados los de mejor precio, seguidos por los de color pardo.

Los huevos porosos o manchados tienen un precio castigado y son comercializados, por lo general, a restaurantes o panaderías. Su sabor no tiene diferencia con los otros, sin embargo, la percepción del público es que son de inferior calidad.

Este efecto en los huevos puede obedecer a distintas causas, tales como que el animal tenga un proceso gripal, bronquitis o mucho estrés.

Normalmente la producción tiene la siguiente conformación:

Tabla 4.  
*Producción de huevos*

Huevos rosados	98.0%
Huevos pardos	1.5%
Huevos manchados, porosos, etc	0.5%

Fuente: Empresa Avícola

Elaboración propia

Un operario entrenado, clasifica 10 kilos/minuto. La producción diaria promedio es 5,000 kilos, por lo que se requiere únicamente 1 operario en dicha tarea.

Seguidamente los huevos son colocados en celdas de cartón de 30 unidades. Una jaba la conforman 12 celdas o 360 huevos. De esta manera son comercializados.

Cada uno de los 10 galpones está implementado con 200 fluorescentes de 22 vatios que están prendidos 16 horas diarias, durante las 54 semanas de postura. Esto es necesario para la estimulación de las aves para que inicien y mantengan la postura de huevos.

El molino de granos y la mezcladora tienen una potencia de 5Kw y operan las 72 semanas del ciclo de vida de las aves, 16 horas diarias.

Como el precio del kWh es S/0.25, la avícola llega a pagar a Hidrandina, S/122,170 durante las 72 semanas. Esta cifra podría reducirse significativamente, a S/51,646, si es que se usara gas natural adquirido a Quavii. El beneficio sería S/70,524.

Cárdenas Zambrano (2017) demuestra la importancia de contar con procesos y procedimientos estandarizados y documentados. Entre los problemas que acarrea esta problemática, están los retrasos en la producción, baja productividad y consecuente baja rentabilidad de la empresa. Proponen la implementación de estándares de calidad según la Norma ISO 9001:2015. Para ello, realizan un diagnóstico de la situación actual y finalmente se elabora un plan para la implementación.

La investigación de Arévalo & Ramírez (2018), se centra en la necesidad de redistribuir la planta Messer Gases del Perú S.A. sede Callao porque actualmente evidencia espacios reducidos para el traslado normal y seguro de los envases e impedimento para la existencia de amplias zonas de evacuación. Esto ha sido consecuencia del incremento en el número de tanques de almacenamiento y de operaciones de recarga de estos. Se determina que,

acorde a la evaluación presupuestada que asciende a unos S/. 902,625 debiera ser considerada en el Capex. Con la mejora de la disposición de planta, el espacio para el envasado de productos industriales incrementa en un 24.5%, la zona medicinal en casi un 4%, y el área de prueba hidrostática en un 31%.

En la investigación de Sinche y Urbina (2011), se propone un plan de gestión para mejorar la eficiencia energética eléctrica en una planta de alimentos balanceados. El estudio pretende buscar la competitividad basada en la gestión de la energía eléctrica, para lo cual realiza un diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la planta. Dentro de las acciones a considerar, se demuestra los ahorros y beneficios logrados por: gestión tarifaria de la energía eléctrica, corrección de factor de potencia, compensación de la energía reactiva excesiva, implementación de líneas de distribución eficientes, implementación de luminarias eficientes, empleo de motores de alta eficiencia. De implementarse las propuestas del presente estudio, se estima un ahorro económico de S/. 388 623.44 nuevos soles en el mediano plazo (2011- 2014)

Jara (2017) en su tesis tiene la finalidad de promover un crecimiento sostenible a través del tiempo mediante la introducción de ovoproductos (huevo líquido pasteurizado), con características de salubridad, libres de bacterias, de fácil manejo y evitando el desperdicio. Para ello se plantean estándares e indicadores que agilizan y garantizan la producción y comercialización de estos derivados del huevo considerando los cuidados especiales a tener en cuenta en este tipo de productos.

Vera (2016) menciona las principales causas de la baja rentabilidad en la empresa Agropecuaria Yois S.R.L. han sido atribuidas, en el área de producción, a no tener una planificación de la producción, no saber la cantidad de materiales que se requiere para su producción, la baja productividad por parte de los operarios, la falta de indicadores de gestión de la producción; y en el área de Calidad, al no contar con un manual de calidad, tasa de mortalidad elevada de las aves, la baja producción de Kg de huevos por ave, huevos defectuosos, demasiado consumo de alimento por parte de las aves y falta de capacitación. Por lo que propone la implementación de un MRP I, manual de calidad, establecimiento de indicadores de producción y un cronograma de capacitaciones para las áreas involucradas. Con ello, se logra aumentar las ventas en un 3%, reducción el número de trabajadores de 18 a 12 y el ahorro en el consumo de alimento balanceado debido a la reducción del índice de conversión alimenticio de 2.3 a 2 kg alimento/ kg huevo. Se determinó que la propuesta es viable porque tiene un VAN de S/. 95,248, un TIR de 22.5% y un costo beneficio de 1.92.

González & Reyes (2017) identifica la problemática de las áreas de producción y logística impactaba negativamente en la rentabilidad en el molino de la empresa AVIKONOR SAC. Para hacer frente a ello se proponen herramientas, como la Planeación de Requerimientos de Distribución, Plan Maestro de Producción, Procedimiento de Trabajo, KPI's de desempeño, Planificación de Requerimientos de Materiales, Gestión de Relaciones con Proveedores, Gestión de Relaciones con Clientes, Kardex y KPI's logísticos. Los resultados que se lograron de acuerdo a la evaluación económica

financiera son de un VAN de S/. 141,256.00, un TIR de 90.7% y un Beneficio / Costo de 2.12.

Para Nahmias & Co. (2007), el balanceo de líneas es un problema clásico de ingeniería industrial que se caracteriza por un conjunto de  $n$  tareas diferentes que deben terminarse para obtener cada artículo. El objetivo es organizar las tareas en grupos, ejecutándose cada grupo en una sola estación de trabajo. Sin embargo, existen varios factores que dificultan este procedimiento. Así se puede mencionar a la existencia de restricciones de precedencia, es decir, que algunas tareas deben terminarse según cierta secuencia.

Frecuentemente los problemas de programación en el mundo real son demasiado complejos como para ser susceptibles al análisis matemático. Por ello, se considera a la simulación basada en las computadoras como una herramienta valiosa para comparar diferentes estrategias y escenarios de programación. Las simulaciones que incluyen algún elemento de incertidumbre se denominan simulaciones de Monte Carlo.

En las empresas, clientes y empleados son componentes clave para el desarrollo de sus procesos; sin embargo, los proveedores juegan un rol también importante en los sistemas esbeltos. (Meyers, 2000). Si una empresa comparte sus requerimientos futuros de uso con sus proveedores, estos tendrán un panorama a largo plazo de las demandas en sus sistemas de producción y distribución.

Merino (2007) expone que el ser humano siempre ha utilizado las fuentes de energía a su alcance para hacer un trabajo o para obtener calor. En primera

instancia usó su propia fuerza física o la de los animales domésticos, luego la energía del viento y del agua, y más tarde llegaría la explotación de la energía nuclear y los combustibles fósiles como el carbón, el gas natural y el petróleo. Partiendo de lo mencionado, y de nuestra actual forma de vida, se puede afirmar que la energía ha sido siempre esencial para la humanidad.

La biomasa, desde el punto de vista energético, es la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial, susceptible de ser utilizada con fines energéticos. (Pérez, 2006)

El biogás es un gas que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno. La producción de biogás por descomposición anaeróbica es un modo considerado útil para tratar residuos biodegradables ya que produce un combustible de valor además de generar un efluente que puede aplicarse como acondicionador de suelo o abono genérico. Este gas se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante turbinas o plantas generadoras a gas, o para generar calor en hornos, estufas, secadoras, calderas u otros sistemas de combustión a gas, debidamente adaptadas para tal efecto.

Este gas se compone principalmente de Metano ( $\text{CH}_4$ ) y el Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), en proporciones aproximadamente iguales, constituyendo normalmente más del 97% del mismo. Ambos gases son incoloros e inodoros, por lo que son otros gases, como el Ácido Sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y el Amoniac

(NH3) los que le otorgan el olor característico al biogás y permiten su detección por medio del olfato.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y logística sobre la rentabilidad de una empresa avícola?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el impacto de la propuesta de mejora en las áreas de producción y logística sobre la rentabilidad de una empresa avícola.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de las áreas de producción y logística de una empresa avícola.
- Proponer metodologías, técnicas y herramientas de la Ingeniería Industrial en las áreas de producción y logística de una empresa avícola.
- Evaluar el impacto económico de la propuesta de mejora.

## **1.4. Hipótesis**

La propuesta de mejora en las áreas de producción y logística influye en la rentabilidad de una empresa avícola.



## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

#### Por la orientación:

Investigación basada en ciencia formal y exacta; porque usa las matemáticas para determinar las pérdidas monetarias y busca la demostración matemática de la aplicabilidad de una propuesta de mejora.

#### Por el diseño:

Investigación diagnóstica y prospectiva; porque inicia con una etpa diagnóstica donde se monetizan las pérdidas monetarias y en base a ello se procede al desarrollo matemático de las herramientas de mejora. **Materiales, instrumentos y métodos**

#### 2.1.1. Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio:

Tabla 5.  
*Materiales, instrumentos y métodos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
<b>Observación de campo</b>	Permitió observar las áreas de la empresa, las actividades, procesos y problemas en ellos.	-Cuaderno de apuntes -Cámara fotográfica -Cronómetro	En el área de producción y logística donde comprenden los procesos de la avícola.
<b>Entrevista</b>	Permitió obtener mayor detalle del funcionamiento y gestión de la empresa.	-Guía de entrevista-cuestionario -Cuaderno de apuntes. -Cámara fotográfica	En el dueño de la empresa.
<b>Análisis de documentos</b>	Permitió descifrar información solicitada obteniendo una base de datos de los procesos de producción.	-Microsoft Excel -Laptop -Cuaderno de apuntes	Base de datos de la empresa en estudio.
<b>Encuesta</b>	Permitió analizar los factores que intervienen en la producción, específicamente en la mano de obra.	-Cámara fotográfica -Guía de encuesta -Lapiceros	Personas que labora en el área de producción.

Fuente. Elaboración propia

#### Observación directa

#### Objetivo:

Identificar fallas críticas en el área de producción, logística y las consecuencias que este genera con respecto a su rentabilidad.

**Procedimiento:**

Mantener un seguimiento continuo, toma de tiempos, entre otros; de los procesos en el área de producción y logística en la avícola.

**Instrumentos:**

Breviario de apuntes y lápices.

**Entrevista**

La entrevista se realizará al dueño de la empresa.

**Objetivo:**

Determinar la situación actual de la empresa, conocer con mayor detalle el funcionamiento y gestión de la empresa. De tal modo, puntualizar los problemas fundamentales en el área de producción y logística que están directamente relacionados con la baja rentabilidad.

**Parámetros:**

Duración: 45 minutos

Lugar: Oficina del gerente

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática, se procede a realizar una sucesión de preguntas.

**Instrumentos:**

Guía de entrevista, cámara fotográfica y lapiceros.

### **Análisis de documentos**

#### **Objetivo:**

Indagar la problemática en documentos físicos y virtuales, que mantenga la empresa avícola

#### **Procedimiento:**

Organizar los instrumentos adecuados para realizar el análisis de documentación histórica

#### **Instrumentos:**

USB, laptop, breviario de apuntes, lapicero.

### **Encuesta**

#### **Objetivo:**

Obtener información de todos los procesos del área de producción y logística para verificar el periodo de producción y la ejecución de los trabajadores. Se aplican las encuestas a expertos para conocer más de las causas raíces

#### **Parámetros:**

Duración: 50 minutos

Lugar: Empresa Avícola

#### **Procedimiento:**

Realizar una serie de preguntas a los trabajadores del área de producción y logística, con el fin de conocer los puntos críticos del área.

#### **Instrumentos:**

- Guía de encuesta, lapiceros y cámara fotográfica.

- Estadísticas de producción y ventas oficiales.
- Tablas de valor nutricional del ministerio de salud.
- Estadística aplicada.

### 2.1.2. Instrumentos y métodos para procesar los datos

Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas:

Tabla 6.  
*Instrumentos y métodos de procesamiento de datos*

Herramienta	Descripción
Diagrama de Ishikawa	Se elabora un Diagrama Ishikawa para plasmar las causas raíces.
Matriz de priorización	Se utiliza con el fin de ordenar las causas raíces halladas de acuerdo a su impacto económico en el periodo 2018.
Pareto	Esta herramienta permite obtener las causas raíces que generan un 80% de impacto en el problema de baja rentabilidad.
Matriz de indicadores	Se elaboran indicadores para medir el impacto de la mejora en cada causa raíz.
Diagrama de análisis de procesos	Se elabora para determinar las actividades productivas e improductivas presentes en el proceso de producción.

Fuente. Elaboración propia

### Procesamiento de información

Para analizar los datos se ha utilizado Microsoft Office Excel. Con esta herramienta se ha podido aplicar ecuaciones y fórmulas necesarias para el cálculo de indicadores y valores en general que forman parte de la presente investigación.

## 2.2. Procedimiento

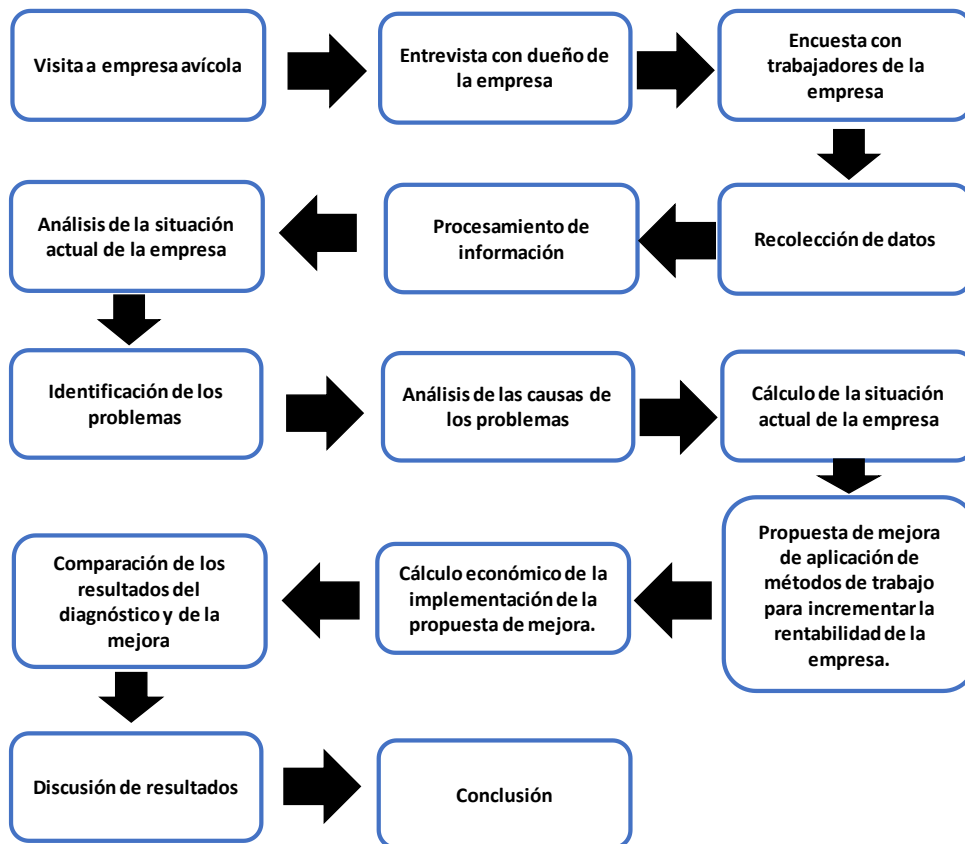


Figura 3. Procedimiento de trabajo en una empresa Avícola

Fuente. Elaboración Propia

### 2.2.1. Diagnóstico de la realidad actual

#### 2.2.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa dedicada a la producción y comercialización de huevos y aves beneficiadas. Se encuentra ubicada en el Pasaje Buenos Aires Nro. 365 P.J. Santa Isabel (Frente A Comisaría Drove), en Trujillo departamento de La Libertad. Esta empresa fue fundada el 18/01/2011.

Actualmente suministra estos productos al mercado local y regional para satisfacer sus necesidades basadas en una adecuada tecnología y mejora continua de sus procesos.

A. Misión

Contribuir al bienestar de la humanidad, suministrando alimentos de consumo masivo de calidad

B. Visión

Ser competitivos a nivel nacional.

C. Valores

- Honestidad
- Puntualidad
- Responsabilidad
- Ética

D. Principales competidores

- San Fernando
- Redondos
- Chimú Agropecuaria
- Avinka
- El Rocío

### E. Organigrama

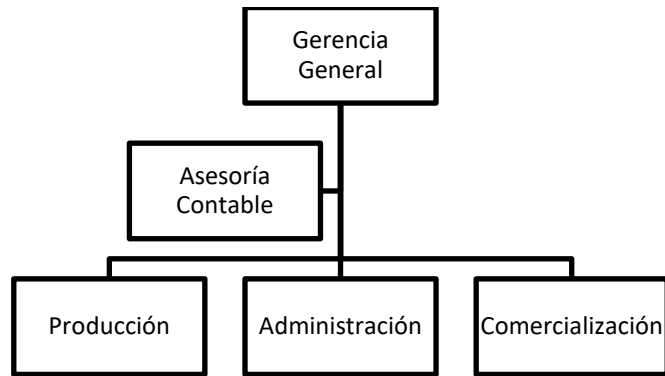


Figura 4. Organigrama de la empresa

### F. Mapa de valor

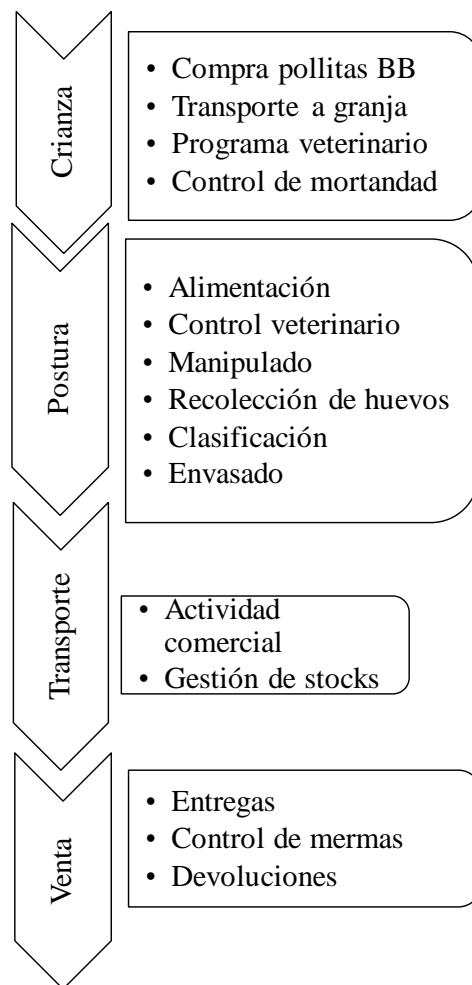


Figura 5. Mapa de Valor

G. Mapa de procesos

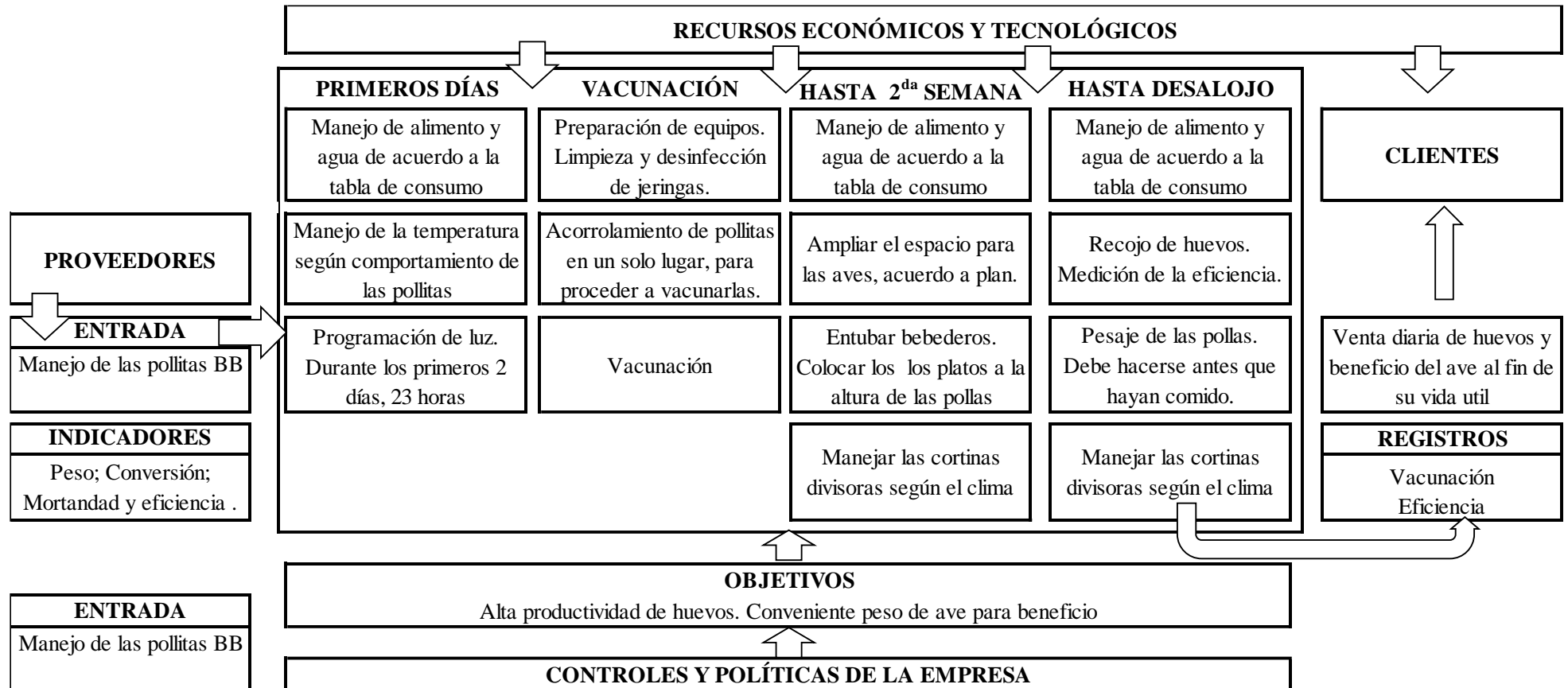


Figura 6. Mapa de procesos



### H. Layout de la empresa

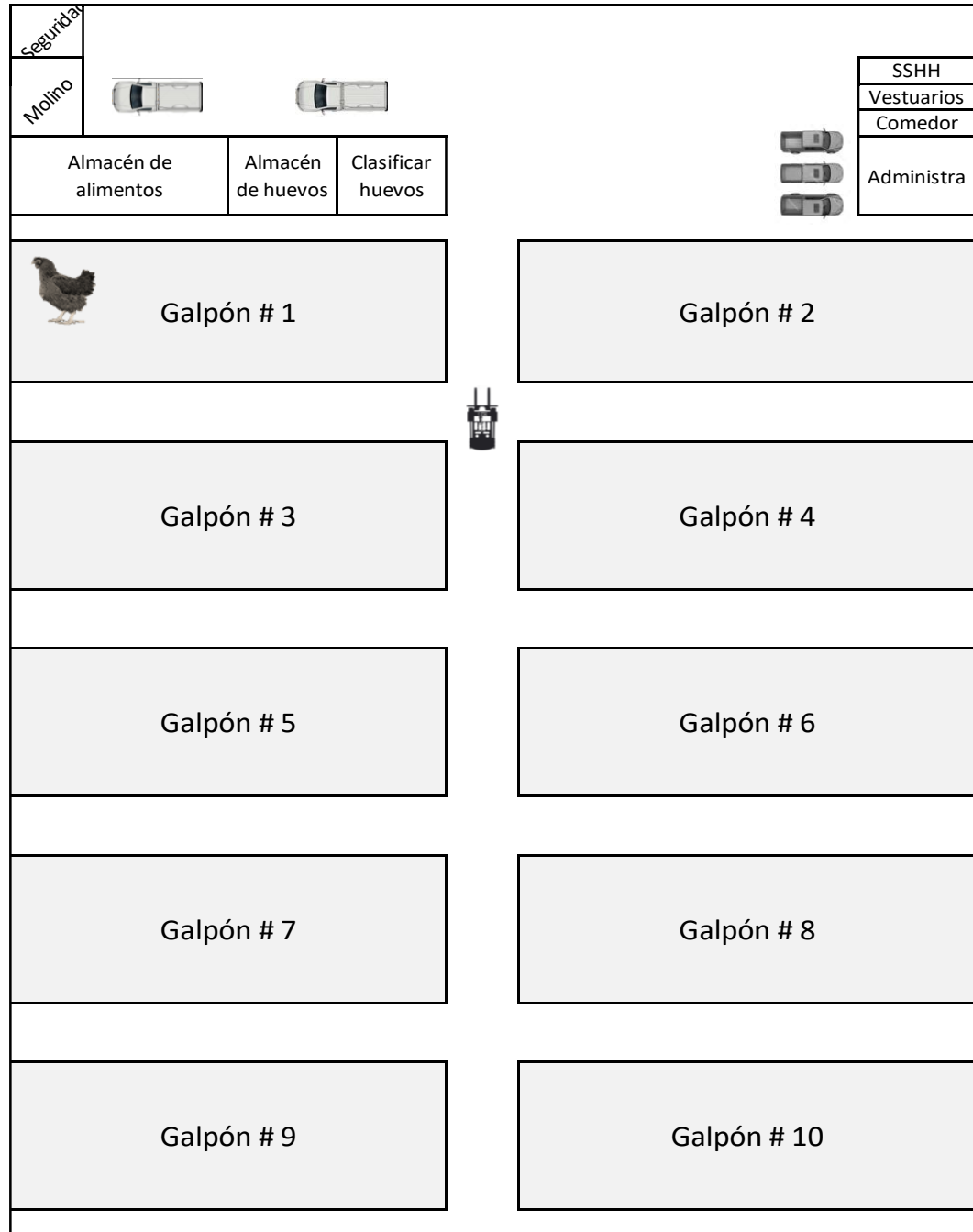


Figura 7. Layout actual

I. Diagrama de operaciones

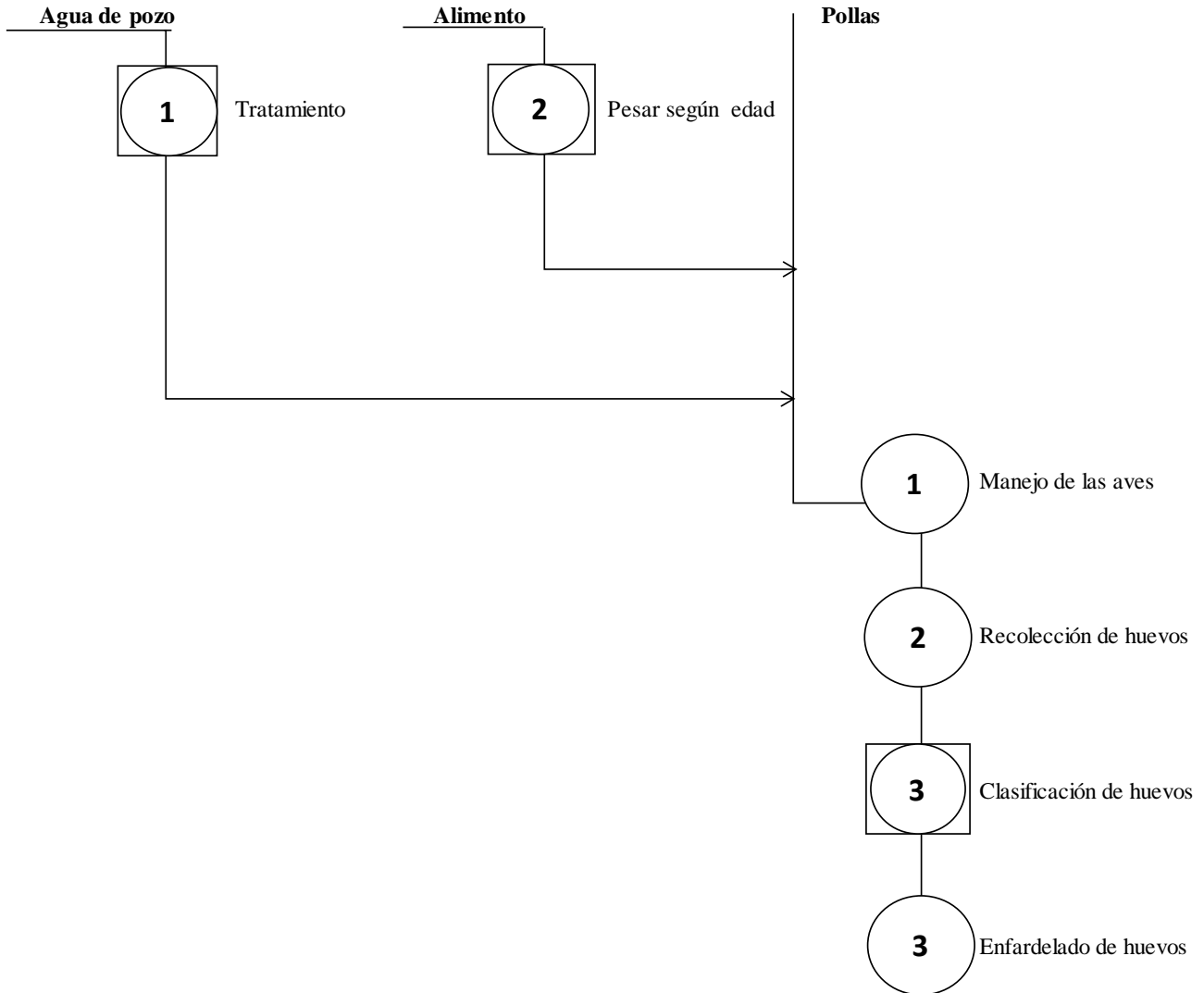


Figura 8. DOP

J. Diagrama de análisis de proceso

**Diagrama de operaciones de procesos y tiempos por galpón de 10,000 aves**

Metodo actual

Elaborado por : J. Villarruel y B. Arellano

Actividades						Kilos	Horas	Hombres	Distancia (Metros)	Observaciones
Limpiar galpones	①	□	D	⇒	△		2,00	2	-	Limpieza mecánica de pisos, techos y cortina. Desinfección
Revisar bebederos de agua	○	①	D	⇒	△		0,50	1	-	Cumplimiento de bioseguridad
Rellenar comederos	②	□	D	⇒	△		1,00	2	-	Cantidad de acuerdo a población y edad. Lugar limpio y seco
Recoger huevos de jaulas	③	□	D	⇒	△	135	1,00	2	-	Usar coches
Trasladarlos a clasificación	○	□	D	①⇒	△	135	0,50	1	120	Usar coches
Clasificar huevos	○	②	D	⇒	△	135	1,00	2		Mesa de clasificación manual
Colocar huevos en jvas	④	□	D	⇒	△	135	1,00	2		30 huevos/celda 12 celdas/Java : 22 - 24 Kilos
Transportar al almacén	○	□	D	②⇒	△	135	0,25	1	30	Usar coches
Almacenar huevos	○	□	D	⇒	①△	135		1		Sobre paletas. Bioseguridad.
Transportar huevos según pedidos	○	□	D	③⇒	△					Según pedidos en furgón
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>					

Figura 9. DAP

### 2.2.1.2. Diagnóstico del área problemática

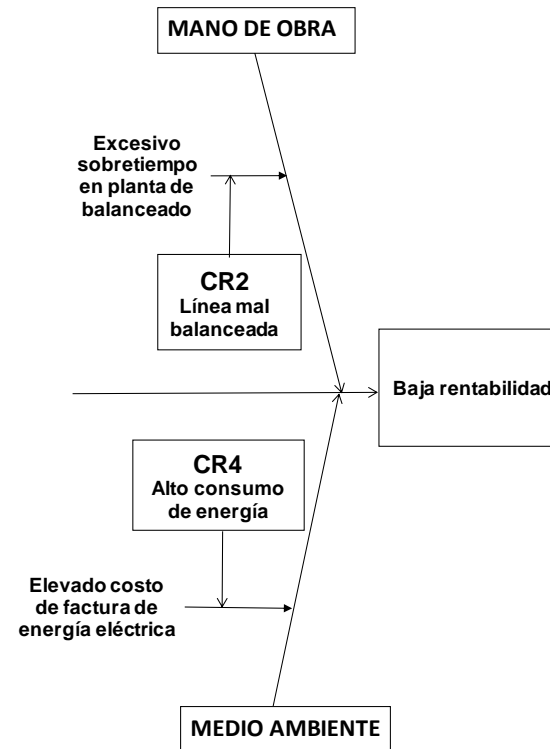


Figura 10. Diagrama Ishikawa del área de producción

Fuente: Elaboración propia

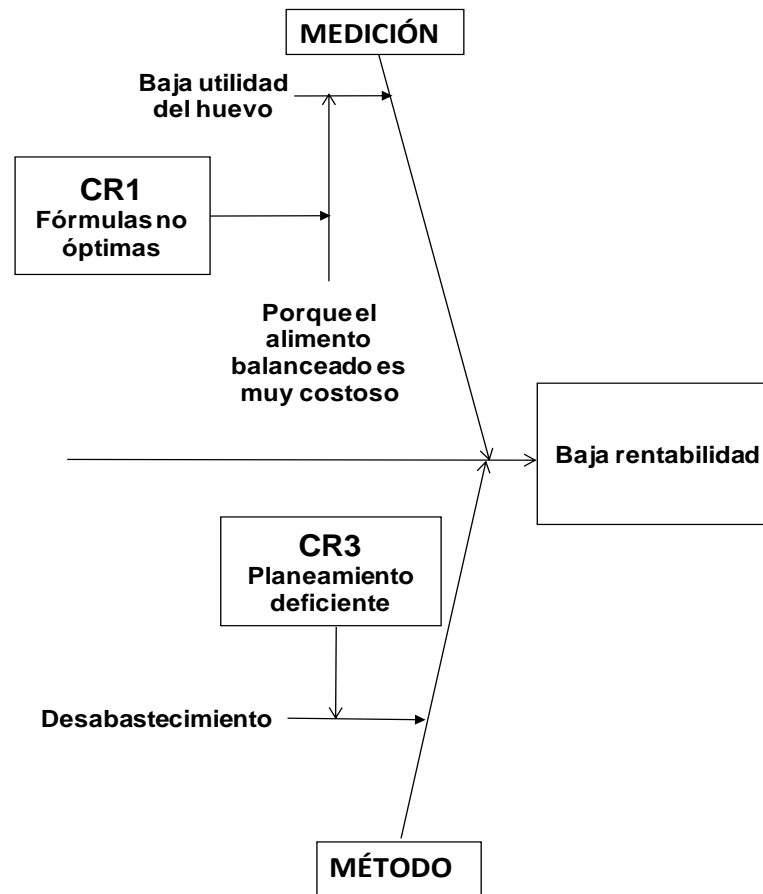


Figura 11. Diagrama Ishikawa del área logística

Fuente: Elaboración propia

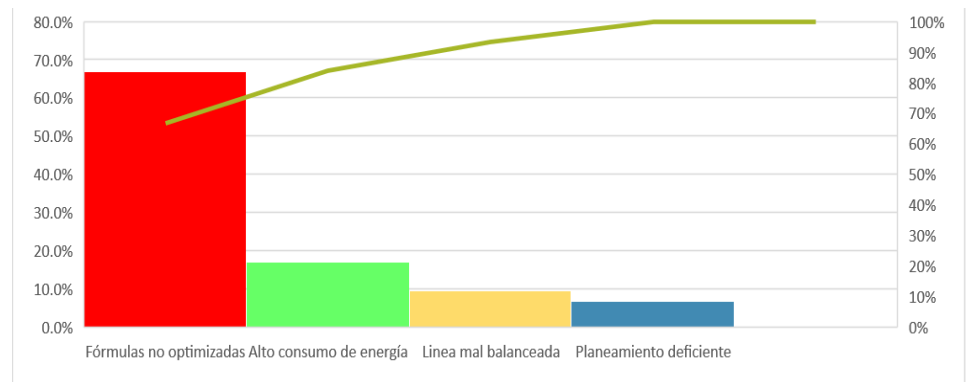
## Priorización de las causas raíces

Tabla 7.

*Pareto de la problemática de una empresa avícola*

<b>CR1</b>	Fórmulas no optimizadas	66.8%	66.8%	S/ 481,111
<b>CR4</b>	Alto consumo de energía	17.0%	83.8%	S/ 122,170
<b>CR2</b>	Línea mal balanceada	9.5%	93.3%	S/ 68,040
<b>CR3</b>	Planeamiento deficiente	6.7%	100.0%	S/ 48,510
				<b>S/ 719,831</b>

Fuente: Elaboración propia



*Figura 12. Diagrama de Pareto de la problemática de una empresa avícola*

Fuente: Elaboración propia

Por considerar que el balance de línea es muy importante para el correcto uso de los recursos humanos y no obstante estar incluido dentro de las causas triviales, quisiéramos incluir su análisis y propuesta de mejora en el presente trabajo.

## 2.2.2. Identificación de indicadores

Tabla 8.  
*Matriz de Indicadores*

N°	Causa Raíz	Indicador	Formula	Valor actual	Pérdida	Valor meta	Pérdida	Beneficio	Herramienta	Métodos	Inversión
CR1	Fórmulas no optimizadas	Costo de fórmula del alimento balanceado	Costo de la fórmula $\sum_1^n \text{margen}_i \times \text{ventas}_i$	<b>Costo actual</b>	S/481,111	<b>Costo propuesto</b>	S/48,111	S/433,000	Programación lineal	Solver	Asesoría S/24,000 Computadoras (2) S/6,000
				Inicial	S/1.063	Inicial	S/1.055				
				Crecimiento	S/0.950	Crecimiento	S/0.882				
				Desarrollo	S/0.980	Desarrollo	S/0.809				
				Pre postura	S/0.954	Pre postura	S/0.920				
				Postura	S/0.934	Postura	S/0.802				
				Final	S/0.926	Final	S/0.800				
Margen de utilidad del huevo	Margen de utilidad del huevo S/0.585/Kilo	Margen de utilidad del huevo S/0.791/Kilo									
CR4	Alto consumo de energía	Costo energía eléctrica por ciclo de 72 semanas	Consumo de Kwh x tarifa	S/122,170	S/70,524	S/51,646	S/0.000	S/70,524	Física	Balance de energía	Instalación de gas natural Quavii S/10,208 Generador eléctrico de 300 Kw S/57,041
CR2	Línea mal balanceada	Porcentaje de sobre tiempo	$\frac{\text{Horas Sbtpo}}{\text{Total horas}}$	64%	S/68,040	5%	S3,402	S/64,638	Estudio del trabajo	Balance de línea	Molino de granos (1) S/27,354

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 9.  
*Operacionalización de variables*

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Fórmula	Escala
Propuesta de mejora en la gestión de producción y Logística de la empresa avícola	La propuesta de mejora en la gestión de producción y logística consiste en el uso de herramientas de Ingeniería Industrial que ayudarán a incrementar la rentabilidad de la empresa avícola	La propuesta permite mejorar la planificación y reducir costos a través del mejor control de los procesos en la avícola.	<b>Producción</b>	Sobrecosto del huevo	$\frac{\text{Costo actual} - \text{costo propuesto}}{\text{Costo actual}}$	Razón
				Costo excesivo de sobretiem po	$\frac{\text{Horas pagadas en sobretiem po}}{\text{Total horas pagadas}}$	Razón
				Sobrecosto de electricidad	$\frac{\text{Factura Hidrandina} - \text{Factura Gas natural}}{\text{Factura Hidrandina}}$	Razón
			<b>Logística</b>	Rotura de stock R	$\sum_{i=1}^n R = Ri$ $\frac{\text{Sobrecosto insumo de remplazo}}{\text{Costo del insumo estándar}}$	Razón
Rentabilidad	Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión	Capacidad de obtener ganancias a partir de una inversión, aplicando la propuesta de mejora en la gestión de producción y calidad			$\frac{\text{Utilidad}}{\text{Ventas netas}}$	Razón

Fuente: Elaboración propia



## 2.2.4. Solución propuesta

### 2.2.4.1. Descripción de causas raíces

Tabla 10.

*Descripción de las causas raíces*

N°	Causa Raíz	Descripción
CR 1	Formulaciones no optimizadas	<p>La formulas actuales de los diferentes tipos de alimentos balanceados, cumplen – por lo general en exceso - con los requisitos nutricionales reconocidos en el gremio, o, recurriendo a fuentes más costosas que otras con equivalente valor nutricional y más económicas.</p> <p>No se ha aplicado aún el uso de la programación lineal, para optimizar las fórmulas de modo que estas cumplan todos los requisitos pre establecidos, pero con el mejor costo</p>
CR 4	Alto consumo de energía eléctrica	<p>La empresa tiene un alto costo por consumo de energía eléctrica, proveniente de 2,000 luminarias de 22 vatios que están prendidas 16 horas diarias durante 54 semanas de la etapa de postura y del funcionamiento de la mezcladora y molino, durante 14 horas diarias, las 72 semanas del ciclo de vida de las aves.</p>
CR 2	Línea mal balanceada	<p>El proceso de elaboración del alimento balanceado es muy corto. En principio, se muelen por separado los diferentes granos. Para ello, la empresa tiene 1 molino de 650 kilos/hora de capacidad. Luego, de acuerdo a la fórmula de alimento balanceado que se requiera preparar, se colocan las harinas componentes dentro de una mezcladora horizontal con capacidad para procesar 1,200 Kilos/hora de producto final. Para cumplir con el requerimiento total de alimento, con la capacidad instalada actual, se requiere que esta planta trabaje 14 horas diarias, de lunes a domingo, con el consecuente pago de sobretiempo de sus 4 operarios.</p>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.4.2. Monetización de pérdidas

Tabla 11.  
*Monetización de pérdidas*

N°	Causa Raíz	Pérdida
CR 1	Formulaciones no optimizadas	S/ 433,000
CR 4	Alto consumo de energía eléctrica	S/ 70,524
CR 2	Línea mal balanceada	S/ 64,638
		S/ 568,162

Fuente: Elaboración propia

#### A. Monetización del perjuicio económico por no usar fórmulas optimizadas

En los anexos del N° 1 al 12, se muestran las fórmulas que la empresa viene usando actualmente, las cuales como hemos señalado anteriormente, cumplen con los requerimientos nutricionales de las aves en cada una de sus etapas del ciclo de vida.

A continuación, se muestra un resumen de la información plasmada a detalle en los anexos.

Tabla 12.  
*Fórmulas y costos actuales vs. optimizados del alimento balanceado*

Insumo	Costo/Kg	Alimento Inicial	Alimento Crecimiento	Alimento Desarrollo	Alimento Pre Postura	Alimento Postura	Alimento Final
Maiz amarillo	0.693	53.916	58.513	62.444	56.350	61.592	62.903
Torta de Soya	1.305	27.887	23.282	12.494	21.168	15.585	14.189
Sorgo	1.350	-	-	-	-	-	-
Polvillo de arroz	0.650	5.000	-	5.000	-	-	-
Harina de pescado	5.328	0.067	-	-	-	-	-
Afrecho	0.204	8.474	14.490	14.470	15.732	16.421	16.594
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Fosfato di-cálcico	1.650	2.934	2.682	2.607	5.866	5.289	5.153
Cloruro de sodio	0.300	0.479	0.455	0.429	0.429	0.404	0.404
Lisina	5.661	0.383	0.252	2.219	0.157	0.146	0.186
Metionina	9.324	0.760	0.225	0.236	0.197	0.462	0.471
<b>Peso fórmula</b>		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>0.950</b>	<b>0.836</b>	<b>0.866</b>	<b>0.841</b>	<b>0.820</b>	<b>0.812</b>
<b>Costo Mano de obra directa</b>		0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
<b>Costo empaque</b>		0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
<b>Costo mano de obra indirecta</b>		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
<b>Costos indirectos</b>		0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
<b>Costo Total por Kilo actual</b>		<b>S/ 1.063</b>	<b>S/ 0.950</b>	<b>S/ 0.980</b>	<b>S/ 0.954</b>	<b>S/ 0.934</b>	<b>S/ 0.926</b>
<b>Costo Total optimizado</b>		<b>S/ 1.063</b>	<b>S/ 0.891</b>	<b>S/ 0.818</b>	<b>S/ 0.928</b>	<b>S/ 0.814</b>	<b>S/ 0.809</b>

Fuente: Empresa Avícola. Elaboración propia

Con estos costos del alimento balanceado se ha procedido a costear los huevos que produce la empresa, que en resumen es el punto de referencia para medir el impacto de nuestra propuesta de mejora, toda vez que la empresa no vende alimento, sino lo fabrica para consumo interno

Tabla 13.  
*Costo actual del alimento balanceado*

1. Costo de pollito BB

Unitario	Lote	Costo del lote
3	10,000	S/ 30,000.00

2. Costo de alimentación para 10,000 aves durante su ciclo de vida

	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem
Inicio	1	10	1.063	700	744	27	80	0.934	5,600	5,230
	2	15	1.063	1,050	1,116	85	85	0.934	5,950	5,557
	3	18	1.063	1,260	1,339	29	85	0.934	5,950	5,557
Crecimiento 1	4	23	1.063	1,610	1,711	30	85	0.934	5,950	5,557
	5	28	0.950	1,960	1,862	31	88	0.934	6,160	5,753
	6	34	0.950	2,380	2,261	32	88	0.934	6,160	5,753
	7	39	0.950	2,730	2,594	33	88	0.934	6,160	5,753
	8	45	0.950	3,150	2,993	34	88	0.934	6,160	5,753
	9	49	0.950	3,430	3,259	35	88	0.934	6,160	5,753
	10	53	0.950	3,710	3,525	36	91	0.934	6,370	5,950
Desarrollo 2	11	56	0.980	3,920	3,842	37	91	0.934	6,370	5,950
	12	59	0.980	4,130	4,047	38	91	0.934	6,370	5,950
	13	61	0.980	4,270	4,185	39	91	0.934	6,370	5,950
	14	63	0.980	4,410	4,322	40	93	0.934	6,510	6,080
	15	67	0.980	4,690	4,596	41	93	0.934	6,510	6,080
Pre postura	16	70	0.954	4,900	4,675	42	93	0.934	6,510	6,080
	17	71	0.954	4,970	4,741	43	93	0.934	6,510	6,080
	18	73	0.954	5,110	4,875	44	93	0.934	6,510	6,080
Postura	19	75	0.934	5,250	4,904	45	93	0.934	6,510	6,080
	20	75	0.934	5,250	4,904	46	93	0.934	6,510	6,080
	21	75	0.934	5,250	4,904	47	93	0.934	6,510	6,080
	22	76	0.934	5,320	4,969	48	93	0.934	6,510	6,080
	23	76	0.934	5,320	4,969	49	93	0.934	6,510	6,080
	24	76	0.934	5,320	4,969	50	93	0.934	6,510	6,080
	25	80	0.934	5,600	5,230	51	93	0.934	6,510	6,080
	26	80	0.934	5,600	5,230	52	93	0.934	6,510	6,080

Costo del alimento por ciclo de vida de 10,000 gallinas ponedoras S/ 364,760.62

	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem
Postura fase final	53	93	0.926	6,510	6,028
	54	93	0.926	6,510	6,028
	55	93	0.926	6,510	6,028
	56	93	0.926	6,510	6,028
	57	93	0.926	6,510	6,028
	58	93	0.926	6,510	6,028
	59	93	0.926	6,510	6,028
	60	93	0.926	6,510	6,028
	61	93	0.926	6,510	6,028
	62	93	0.926	6,510	6,028
	63	93	0.926	6,510	6,028
	64	93	0.926	6,510	6,028
	65	93	0.926	6,510	6,028
	66	93	0.926	6,510	6,028
TOTAL			389,340.0	364,760.6	
		PROM	38.934	-	
			0.077	-	

Fuente: Empresa Avícola

Elaboración propia

Tabla 14.  
*Costo mejorado del alimento balanceado*

1. Costo de pollito BB

Unitario	Lote	Costo del lote
3	10,000	S/ 30,000.00

2. Costo de alimentación para 10,000 aves durante su ciclo de vida

	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem
Inicio	1	10	1.055	700	738	27	80	0.802	5,600	4,491
	2	15	1.055	1,050	1,108	85	85	0.802	5,950	4,772
	3	18	1.055	1,260	1,329	29	85	0.802	5,950	4,772
	4	23	1.055	1,610	1,699	30	85	0.802	5,950	4,772
Crecimiento 1	5	28	0.882	1,960	1,729	31	88	0.802	6,160	4,940
	6	34	0.882	2,380	2,100	32	88	0.802	6,160	4,940
	7	39	0.882	2,730	2,409	33	88	0.802	6,160	4,940
	8	45	0.882	3,150	2,780	34	88	0.802	6,160	4,940
	9	49	0.882	3,430	3,027	35	88	0.802	6,160	4,940
	10	53	0.882	3,710	3,274	36	91	0.802	6,370	5,109
Desarrollo 2	11	56	0.809	3,920	3,172	37	91	0.802	6,370	5,109
	12	59	0.809	4,130	3,342	38	91	0.802	6,370	5,109
	13	61	0.809	4,270	3,456	39	91	0.802	6,370	5,109
	14	63	0.809	4,410	3,569	40	93	0.802	6,510	5,221
	15	67	0.809	4,690	3,795	41	93	0.802	6,510	5,221
Pre postura	16	70	0.920	4,900	4,508	42	93	0.802	6,510	5,221
	17	71	0.920	4,970	4,572	43	93	0.802	6,510	5,221
	18	73	0.920	5,110	4,701	44	93	0.802	6,510	5,221
Postura	19	75	0.802	5,250	4,210	45	93	0.802	6,510	5,221
	20	75	0.802	5,250	4,210	46	93	0.802	6,510	5,221
	21	75	0.802	5,250	4,210	47	93	0.802	6,510	5,221
	22	76	0.802	5,320	4,267	48	93	0.802	6,510	5,221
	23	76	0.802	5,320	4,267	49	93	0.802	6,510	5,221
	24	76	0.802	5,320	4,267	50	93	0.802	6,510	5,221
	25	80	0.802	5,600	4,491	51	93	0.802	6,510	5,221
	26	80	0.802	5,600	4,491	52	93	0.802	6,510	5,221

Costo del alimento por ciclo de vida de 10,000 gallinas ponedoras S/ 316,515.60

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas se ha tomado como base los costos de alimentar 10,000 aves, durante las diferentes etapas de su ciclo de vida, donde la cantidad de alimento que ingieren las aves varía según la edad. Igualmente, el costo del alimento varía según la etapa en la que se encuentren.

	Sem	g/día/ pollo	Costo/ Kilo	Kilos	Costo/ sem
Postura fase final	53	93	0.800	6,510	5,210
	54	93	0.800	6,510	5,210
	55	93	0.800	6,510	5,210
	56	93	0.800	6,510	5,210
	57	93	0.800	6,510	5,210
	58	93	0.800	6,510	5,210
	59	93	0.800	6,510	5,210
	60	93	0.800	6,510	5,210
	61	93	0.800	6,510	5,210
	62	93	0.800	6,510	5,210
	63	93	0.800	6,510	5,210
	64	93	0.800	6,510	5,210
	65	93	0.800	6,510	5,210
	66	93	0.800	6,510	5,210
67	93	0.800	6,510	5,210	
68	93	0.800	6,510	5,210	
69	93	0.800	6,510	5,210	
70	93	0.800	6,510	5,210	
71	93	0.800	6,510	5,210	
72	93	0.800	6,510	5,210	
<b>TOTAL</b>			<b>389,340.0</b>	<b>316,515.6</b>	

A continuación, se muestran los costos que son comunes para ambas formulaciones, la actual y la optimizada. Se detalla el plan de vacunas, vitaminas y desinfectantes que se suministran a las aves.

Tabla 15.  
*Costo actual de vacunas y desinfectantes*

**Costo alimento/ciclo de vida 10,000 gallinas ponedoras S/ 316,515.60**

3. Vacunas para 10,000 aves	Dosis	Unidad	
2 Newcastle + bronquitis	1 <sup>era</sup>	frasco	140.00
5 Newcastle + bronquitis	2 <sup>da</sup>	frasco	140.00
2 Gumboro	1 <sup>era</sup>	frasco	220.00
3 Gumboro	2 <sup>da</sup>	frasco	220.00
2 Coriza	1 <sup>era</sup>	sobre	75.00
6 Coriza	2 <sup>da</sup>	frasco	1,180.00
8 Viruela	1 <sup>era</sup>	frasco	320.00
8 Newcastle + bronquitis	3 <sup>era</sup>	frasco	140.00
11 Newcastle + bronquitis	4 <sup>ta</sup>	frasco	140.00
6 Coriza	3 <sup>era</sup>	frasco	1,180.00
14 Coriza	4 <sup>ta</sup>	frasco	340.00
14 Triple oleosa	1 <sup>era</sup>	frasco	1,800.00
15 Refuerzo New Castle		frasco	140.00

**Costo total en vacunas para 10,000 gallinas ponedoras S/ 6,035.00**

### 3. Vitaminas

Stress forte	396
Complejo B	432
A + K	300

**Costo total vitaminas para 10,000 gallinas ponedoras S/ 1,128.00**

### 4. Desinfectantes

Ucarsan	60.95
Vanodine	56.89

**Costo total desinfectantes para 10,000 gallinas S/ 117.84**

Fuente: Empresa Avícola

Elaboración propia

Seguidamente, se incluyen otros costos directos e indirectos.

Tabla 16.  
*Otros costos y margen de utilidad actual*

<b>5. Empaque</b>		<b>Costo unit</b>			
	Celdas de cartón para 30 huevos	0.07			7,951.05
	Rafia				1,192.66
<b>Costo total de empaques</b>					<b>S/ 9,143.71</b>
<b>6. Mano de obra directa</b>		<b>Costo semanal</b>	<b>Sem ciclo</b>		
	Galponero	332	72		23,904.00
	Ayudante galponero	332	72		23,904.00
	Seleccionador	332	72		23,904.00
	Empacador	332	72		23,904.00
					<b>S/ 95,616.00</b>
<b>7. Mano de obra indirecta</b>					
	Vacunadora	302.00	33		9,966.00
					<b>S/ 9,966.00</b>
<b>8. Activos</b>		<b>Costo para lote</b>	<b>Deprec.</b>	<b>Sem uso</b>	
	Jaula	56,000			
	Mantas	1,480			
	Coche	1,160			
					<b>S/ 4,031.50</b>
<b>9. Otros</b>		<b>Mensual</b>			
	Distribución de agua	884			15,031.00
	Energía eléctrica	10,738			12,217.00
					<b>27,248.00</b>
<b>10. Costo de salvamento de las 10,000 gallinas beneficiadas</b>		<b>Cantidad</b>	<b>Peso un</b>	<b>Costo Unitario</b>	
		10,000.00	2.00	S/ 6.00	<b>S/ -</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17.  
*Costo actual vs. Costo mejorado*

<b>Total</b>		<b>S/</b>	<b>518,335.95</b>
Semanas de producción	54		
Días útiles	378		
Producción diaria potencial	10,000		
Rendimiento	93%		
Producción real diaria	9,300		
Producción real del ciclo	3,515,400 huevos		
	234,360 Kilos		
<b>Costo/Kilo de huevos</b>		<b>S/</b>	<b>2.212</b>
<b>Márgen avícola</b>		<b>26.46% S/</b>	<b>0.585</b>
Valor venta a distribuidor		S/	2.797
IGV		18% S/	0.503
Precio venta a distribuidor		S/	3.300
<b>Márgen de utilidad total actual</b>			<b>1,371,516.92</b>

<b>Total</b>		<b>S/</b>	<b>470,090.93</b>
Semanas de producción	54		
Días útiles	378		
Producción diaria potencial	10,000		
Rendimiento	93%		
Producción real diaria	9,300		
Producción real del ciclo	3,515,400 huevos		
	234,360 Kilos		
<b>Costo/Kilo</b>		<b>S/</b>	<b>2.006</b>
<b>Márgen avícola</b>		<b>39% S/</b>	<b>0.791</b>
Valor venta a distribuidor		S/	2.796
IGV		18% S/	0.503
Precio venta a distribuidor		S/	3.300
<b>Márgen de utilidad total optimizado</b>		<b>S/</b>	<b>1,852,628.36</b>

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver que el precio de venta de los huevos al distribuidor es similar en ambos escenarios, S3.30 por kilo. Pero con las formulaciones optimizadas, el beneficio obtenido es  $S/2.212 - 2.006 = S/0.206$  por kilo.

La producción de huevos por cada 10,000 aves es 234,360 Kilos. Como la población es 100, 000 aves, se espera una producción de 2'343,600 Kilos,



que multiplicados por el beneficio por kilo de S/0.206, obtendremos un impacto positivo de S/481,111.

### **B. Monetización del perjuicio económico proveniente del alto consumo de energía eléctrica**

En la empresa avícola existe un fuerte consumo de energía eléctrica, debido principalmente a las luminarias que están prendidas 16 horas diarias durante las 54 semanas de producción, para estimular la postura de las gallinas y, al uso del molino y mezcladora para la preparación del alimento balanceado.

El consumo en las 72 semanas, que van desde la etapa de crecimiento de las pollitas hasta la etapa final, en que serán sacrificadas y comercializadas como carne, es el siguiente:

Tabla 18.

*Consumo actual de energía eléctrica*

	kW	Cant	Horas diarias	Sem	Días/ sem	kWh ciclo
<b>Luminarias</b>	0.022	2,000	16	54	7	266,112
<b>Molino</b>	10.000	1	14	72	7	70,560
<b>Mezcladora</b>	10.000	1	14	72	7	70,560
<b>Total</b>						<b>407,232</b>

Fuente: Elaboración Propia

La alternativa propuesta consiste en cambiar de fuente energética, del proveedor de energía eléctrica Hidrandina al proveedor de gas natural en Trujillo, Quavii.

El gas natural utiliza  $m^3$  como unidad de medida y tiene un factor de conversión de 11,70kWh/M<sup>3</sup>.

1. El poder calorífico del gas natural es 1 millón de BTU (MMBTU) por cada 26.132 M<sup>3</sup>
2. Procedemos a convertir los Kwh consumidos durante las 72 semanas a M<sup>3</sup>:  $\frac{407,232}{11.70} = 34,806 M^3$
3. Convertimos el consumo en M<sup>3</sup> A MMBTU =  $\frac{34,806 M^3}{27.8} = 1,252 MMBTU$
4. La tarifa en Trujillo, para consumo industrial es US\$12.5/1MMBTU
5. El costo que se pagaría a Quavii por las 72 semanas es: 1,252 MMBTU x US\$12.5/MMBTU x 3.32 US\$/Sol = S/51,646
6. El costo que pagaría la empresa avícola por las 72 semanas a Hidrandina sería: 407,232 Kwh x S/0.30/Kwh = S/122,170
7. El impacto positivo de la propuesta de usar gas natural para generar electricidad, en vez de adquirirla directamente a Hidrandina sería: **S/70.524**

8. Descartamos por el momento, porque la empresa no cuenta con personal con conocimiento de la tecnología necesaria, el cambio en la generación de electricidad por biogás. El estiércol, que sería el insumo generador, actualmente alcanzaría ajustadamente para producir la energía eléctrica requerida.

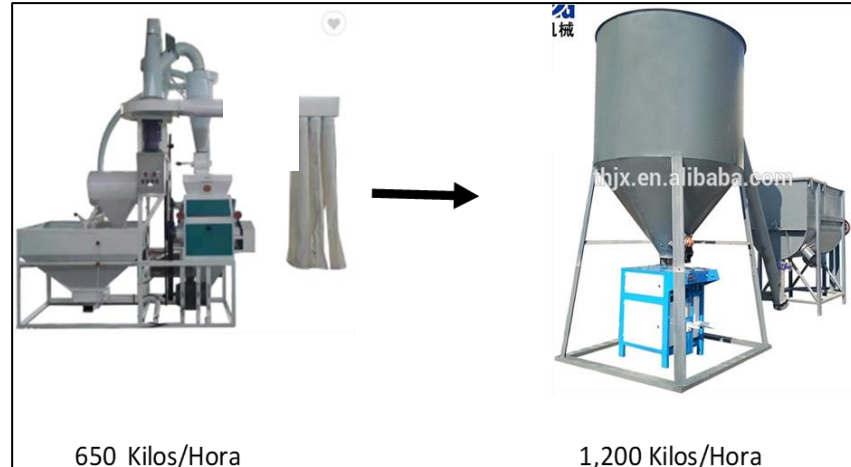
Tabla 19.  
*Uso de biogás en generación de electricidad*

Población de aves	100,000
Estiércol diario unitario (Kg)	0.080
Estiércol en 72 semanas (Kg)	4'032,000
Rendimiento	20 Kg → 1M <sup>3</sup> → 2.2Kwh
Capacidad de generación	443,520 kWh

Fuente: Elaboración propia

### **C. Monetización del perjuicio económico proveniente del alto consumo de horas extras:**

El proceso de preparación del alimento balanceado implica el uso de un molino de granos y una mezcladora, donde se incorporan los diferentes componentes.



*Figura 13.* Planta actual de producción de alimento balanceado

Fuente: Alibaba.com

La avícola requiere producir 3'893, 400 Kilos durante las 72 semanas del ciclo de vida de las aves. El cuello de botella lo constituye el molino, por ser la máquina más lenta y no estar balanceada la línea. Consecuentemente se requerirán:

$$\frac{3'893,400 \text{ Kilos}}{650 \text{ Kilos/Hora}} = 5,990 \text{ horas de producción/72 semanas}$$

- La planta de producción de alimento balanceado opera 1 turno diario. En consecuencia, en las 72 semanas hay 3,456 horas laborables. Por tanto, se requerirán:

$$5,990 - 3,456 = 2,534 \text{ horas extras}$$

- La planta la operan 4 personas con una remuneración horaria simple es S/4.4751 o S/1,074 mensuales. Entonces el costo del sobretiempo utilizado para sufragar la insuficiente capacidad instalada, considerando la sobretasa de 50%, es:

$$2,534 \text{ horas} \times 4 \times S/4.4751 \times 150\% = S/68,040$$

- Consideramos que es poco probable reducir absolutamente las horas extras, por lo que estimamos un margen de 5%. Es decir, el impacto de esta propuesta será:

$$S/68,040 \times 95\% = S/64,638$$

### 2.2.4.3. Solución propuesta

Tabla 20.  
*Solución propuesta*

Nº	Causa raíz	Propuestas de mejora
CR1	Fórmulas no optimizadas	<i>Solver</i>  Costos
CR4	Alto consumo de energía eléctrica	Ingeniería eléctrica  <i>Benchmarking</i>
CR2	Línea mal balanceada	Balance de línea

Fuente: Elaboración propia

#### A. Propuesta de mejora para fórmulas no optimizadas: CR1

La propuesta es optimizar las distintas fórmulas de los alimentos balanceados, de manera que cumplan estrictamente los requisitos pre establecidos.

Tabla 21.  
*Características nutricionales del alimento para gallinas ponedoras en su  
ciclo de vida (expresado en %)*

	Proteína	Grasa	Fibra	Calcio	Fósforo	Lisina	Metionina	Sodio	kCaloría
<b>Incial</b>	≥20.00%	≥2.8%	≤6%	1.05%≤Ca≤1.10%	P>0.48%	≥1.2%	≥0.48%	0.17%≤Na≤0.19%	2900≤Energía≤2950
<b>Crecimiento</b>	≥18.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.16%≤Na≤0.18%	2720≤Energía≤2800
<b>Desarrollo</b>	≥14.50%	≥2.8%	≤6%	1.00%≤Ca≤1.05%	P>0.45%	≥1.0%	≥0.40%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2720
<b>Pre postura</b>	17.50%	≥2.8%	≤6%	2.00%≤Ca≤2.05%	P>0.45%	≥0.68%	≥0.59%	0.15%≤Na≤0.17%	2800≤Energía≤2721
<b>Postura</b>	≥15.50%	≥2.8%	≤6%	4.00%≤Ca≤3.00%	P>0.45%	≥0.85%	≥0.36%	0.14%≤Na≤0.16%	2800≤Energía≤2700
<b>Postura final</b>	≥15.00%	≥2.5%	≤6%	4.00%≤Ca≤3.00%	P>0.45%	≥0.68%	≥0.59%	0.14%≤Na≤0.16%	2800≤Energía≤2700

Fuente: Solla S.A.

Respecto a las fuentes de los nutrientes, en las formulaciones hemos considerado como restricción, datos experimentales de una empresa avícola, respecto a reacciones alérgicas de las aves respecto a la harina de pescado. Esta es una excelente fuente de proteína a bajo costo, pero exceder los parámetros que hemos tomado en cuenta, está registrado que incrementa la mortandad de las aves.

Hemos utilizado para optimizar, el *Solver* de *Microsoft Office*, con las siguientes consideraciones:

- La función objetivo es la composición de las diferentes formulaciones, según el ciclo de vida.
- El peso referencial de cada batch es 100 Kilos.
- La fórmula debe cumplir con las restricciones, entiéndase por ello a las especificaciones del alimento, en función de tablas estándar, ajustadas con la experiencia ganada a lo largo de varios años de experiencia en este rubro.

Se busca que las fórmulas cumplan las especificaciones, pero al menor costo posible.

Tabla 22.  
*Restricciones para fórmula mejorada de alimento balanceado  
etapa postura*

Costo del alimento balanceado		
Tipo	Postura final	
Fecha	8-Mar-19	
Restricciones		
		Kilos
Proteína	≥	15.00
Grasa	≥	2.50
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	4.00
Calcio	≤	3.00
Fósforo	≥	0.45
Lisina	≥	0.68
Metionina	≥	0.59
Sodio	≤	0.16
Sodio	≥	0.14
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,800
Kcalorías	≥	2,700

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23.  
*Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa postura final*

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)
Maiz amarillo	0,693	58,364	40,45	9,40%	5,486	3,80%	2,218	0,03%	0,018
Torta de Soya	1,305	11,267	14,70	46,50%	5,239	1,60%	0,180	0,32%	0,036
Sorgo	1,350	-	-	8,80%	0,000	2,80%	0,000	0,04%	0,000
Polvillo de arroz	0,650	-	-	13,00%	0,000	14,80%	0,000	0,16%	0,000
Harina de pescado	5,328	-	-	65,00%	0,000	8,00%	0,000	5,50%	0,000
Afrecho	0,204	28,497	5,81	15,00%	4,275	3,20%	0,912	0,14%	0,040
Pre mezcla vitamínica	16,650	0,100	1,67	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000
Fosfato di-cálcico	1,650	0,736	1,21	0,00%	0,000	0,00%	0,000	33,10%	0,244
Cloruro de sodio	0,300	0,354	0,11	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000
Lisina	5,661	0,211	1,19	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000
Metionina	9,324	0,471	4,39	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000
		<b>100,00</b>	<b>S/69,54</b>		<b>15,000</b>		<b>3,310</b>		<b>0,337</b>

Insumo	%Fósforo	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorías/Kilo	Total calorías
Maiz amarillo	0,29%	0,169	0,00%	0,000	2,60%	1,517	0,00%	0,000	0,00%	0,000	3 370	196 687
Torta de Soya	0,31%	0,035	0,00%	0,000	3,80%	0,428	2,90%	0,327	0,65%	0,073	3 320	37 407
Sorgo	0,10%	0,000	0,00%	0,000	3,00%	0,000	0,20%	0,000	0,09%	0,000	3 510	-
Polvillo de arroz	1,05%	0,000	0,00%	0,000	6,20%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	1 970	-
Harina de pescado	3,00%	0,000	0,20%	0,000	1,00%	0,000	4,00%	0,000	1,80%	0,000	2 880	-
Afrecho	0,32%	0,091	0,00%	0,000	11,00%	3,135	0,50%	0,142	0,16%	0,046	1 260	35 906
Pre mezcla vitamínica	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	-	-
Fosfato di-cálcico	21,00%	0,155	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	-	-
Cloruro de sodio	0,00%	0,000	39,60%	0,140	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	-	-
Lisina	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	100,00%	0,211	0,00%	0,000	-	-
Metionina	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	0,00%	0,000	100,00%	0,471	-	-
		<b>0,450</b>		<b>0,140</b>		<b>5,080</b>		<b>0,680</b>		<b>0,59</b>		<b>270 000</b>
											Kcalorías/Kilo	<b>2 700</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 24.  
*Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa postura final*

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.695</b>	
	1,100 Kilos/hora		
	200 Horas/mes		
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra indirecta/Kilo</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud (9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones (2)			0.048
Electricidad (10KWH)		6.000	0.005
<b>Depreciacion</b>			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.085</b>	
<b>Total costo de 1 kilo de alimento balanceado</b>		<b>S/0.800</b>	

Fuente: Elaboración propia

Con estos costos optimizados de los alimentos balanceados, se conseguirá que el costo por kilo de huevos, se reduzca de S/2.212 a S/2.006. La diferencia a favor, redundará en un beneficio económico de S/481,111 en el período de 72 semanas. Favor ver en cuadro con esta información en la monetización de la propuesta.

**B. Propuesta de mejora para el afrontar el alto consumo de energía eléctrica:**

**CR4**

Se propone reemplazar al proveedor de energía eléctrica Hidrandina por generación de energía eléctrica proporcionada por un generador accionado por gas natural, del proveedor Quavii, que opera en Trujillo. La corriente eléctrica conseguida de esta manera es sensiblemente más económica.

El gas natural, como refiere Gases del Pacífico (s.f.), es el combustible más limpio producido en el país. Se le llama gas natural porque en su composición química no interviene ningún proceso, esto hace que sea más amigable con el medio ambiente además de ser más económico y seguro en su uso en domicilios, comercios, industrias y vehículos. Actualmente llega mediante tuberías directamente a las cocinas de miles de peruanos en Lima, Chincha, Pisco, Nazca, Marcona y ahora también estará disponible en Huaraz, Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca.

Al llegar por red de ductos directo hasta la Industria se beneficia con un servicio continuo, no necesita tanques de almacenamiento. Esto junto a otros factores puede generar un ahorro de hasta un 35% dependiendo el combustible que actualmente use. Usted compra 100% energía, 98% eficiencia, 0% contaminación.

Al ser una energía de suministro continuo esta siempre disponible en la cantidad y en el momento que se le necesite.

El gas natural es menos contaminante que los combustibles sólidos y líquidos. Por un lado, como cualquier otro combustible gaseoso, no genera partículas sólidas en los gases de la combustión, produce menos CO<sub>2</sub> (reduce el efecto invernadero), menos impurezas, como por ejemplo azufre (disminuye la lluvia ácida), además de no generar humos. Por otro lado, es el más limpio de los combustibles gaseosos.

Para poder acceder a este servicio suministrado por *Quavii*, Gases del Pacífico, es indispensable que la empresa esté en el área de cobertura. En este caso, la avícola está muy cerca de donde pasa la línea de gas, que está en color azul, conforme se puede ver en el siguiente mapa.

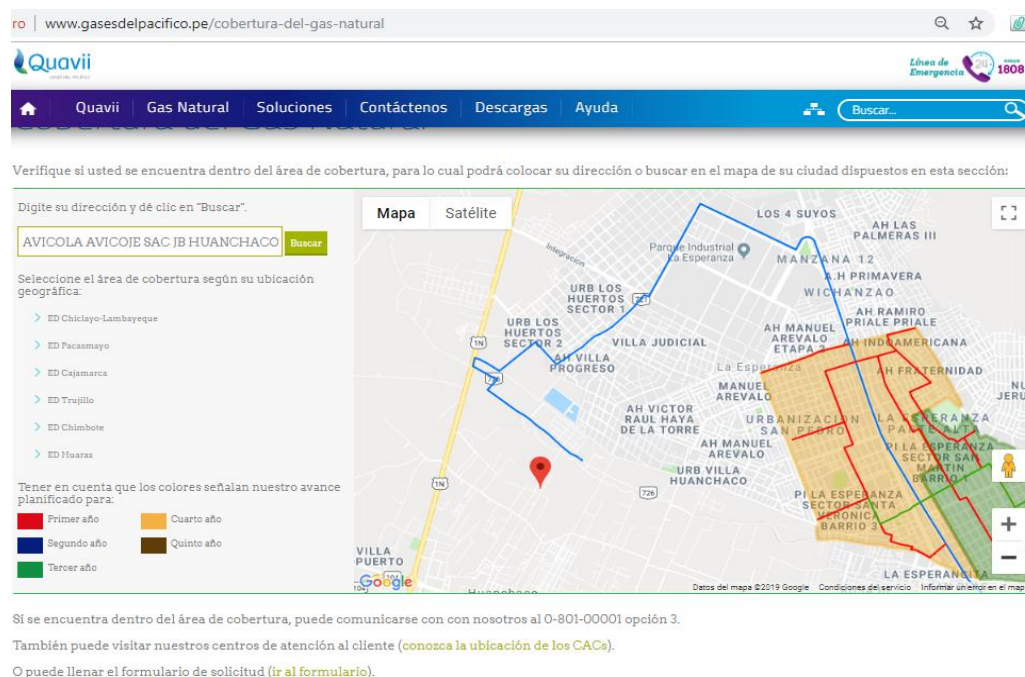



Figura 14. Mapa alcance de Quavii

Fuente: Quavii, Gases del Pacífico

El costo de la conexión, desde la troncal hasta la avícola, está consignado en el siguiente cuadro informativo.

Tabla 25.  
*Costo de instalación de gas natural por Quavii, Gases del Pacífico*

<b>NOMBRE:</b>	LISTA DE PRECIOS - REGIÓN COSTA	
<b>ÁREA:</b>	PLANEACIÓN	
<b>VERSIÓN</b>	1	
<b>VIGENCIA</b>	01/05/2019 Hasta 31/05/2019	

Tipo de cambio		3,31	Cuotas	96
Margen de Promoción (MP)	S/.	13,41	TEA Obras adicionales	20%
MP Valor actual	S/.	842,73	TEM Obras adicionales	1,53%
IGV		1,18	TEA MP	12%
Punto Adicional	\$	173,71	TEM MP	0,95%

PAGO AL CONTADO		PAGO FINANCIADO	
Actividades	Pago al Contado	Cuota Mensual Financiada	Total Pago Financiado (96 meses)
INSTALACIÓN A LA VISTA*	S/. 994,42	S/. 15,83	S/. 1.519,57
OBRA CIVIL INST. INTERNA EMPOTRADA**	S/. 109,92	S/. 2,19	S/. 210,28
INST REJILLA ESTÁNDAR (11x27CM) x RECINTO**	S/. 96,47	S/. 1,92	S/. 184,74
INST REJILLA (UNIDAD DE 645CM2) x RECINTO**	S/. 203,30	S/. 4,06	S/. 389,33
INSTALACION 1 PUNTO A LA VISTA ADICIONAL**	S/. 678,71	S/. 13,54	S/. 1.299,80
INSTALACION 2 PUNTO A LA VISTA ADICIONAL**	S/. 1.357,42	S/. 27,08	S/. 2.599,59
INSTALACION 3 PUNTO A LA VISTA ADICIONAL**	S/. 2.036,13	S/. 40,62	S/. 3.899,39
INSTALACION 1 PUNTO EMPOTRADO ADICIONAL**	S/. 788,62	S/. 15,73	S/. 1.510,29
INSTALACION 2 PUNTO EMPOTRADO ADICIONAL**	S/. 1.577,25	S/. 31,46	S/. 3.020,59
INSTALACION 3 PUNTO EMPOTRADO ADICIONAL**	S/. 2.365,87	S/. 47,20	S/. 4.530,88

**Nota:**

Margen por promoción: S/ 842,73 + IGV (18%) = S/ 994,42

Precios incluyen IGV.

Precios referenciales, sujetos a variación del tipo de cambio.

\*Tasa de interés anual (TI) del 12%

\*\*Tasa de interés anual (TI) del 20%, para todos los planes adicionales.

Fuente: Quavii, Gases del Pacífico

La demanda futura de la avícola es:

Tabla 26.

*Demanda de energía de empresa avícola*

<b>Molino actual</b>	<b>10 Kw</b>
Molino proyectado	10 Kw
Mezcladora	10 Kw
Luminarias	44 Kw
Total	74 Kw
Margen crecimiento mínimo	20 Kw
Requerimiento mínimo	94 Kw

Fuente: Elaboración propia

Además de esta inversión de S/10,208, se requiere adquirir un generador de electricidad, con capacidad mayor a 94 Kw.

Se recomienda la adquisición del siguiente generador:

The screenshot shows the Alibaba.com search results for 'generator gas natural'. The search bar at the top contains the text 'generator gas natural'. Below the search bar, there are navigation links for 'Sourcing Solutions', 'Services & Membership', and 'Help & Community'. A 'Categories' dropdown menu is visible on the left. The search results section shows 'View 109 Product(s)'. A specific product listing is highlighted, featuring a green generator unit. The product title is 'CE ISO generator a gas natural/united power gas generator/ gas turbine power plant'. The price is listed as '\$20,000.00-\$40,000.00 / Set' with a '1 Set Min. Order'. The product specifications include: Rated Power: 150kw, Rate power: 150kw, Rated Current: generator a gas n..., Rated Voltage: 400V/230V, Rate voltage: 400/230V, and Speed: 1500/1800 r/min. The supplier is 'LVHUAN', which has been exporting since 2009 and is ISO 9001 and CE certified. The supplier location is set to 'Past Export Cou'.

Figura 15. Generador eléctrico a gas natural

Fuente: Alibaba.com

El costo de este equipo puesto en planta e instalado es el siguiente:

Tabla 27.  
*Costo equipo puesto en planta*

	Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Costo Generador 150 Kw	1	40000	40,000	132,000
Flete			500	1,660
Seguro	3%			3,960
Base imponible				137,620
Ad valorem	4%			5,505
Agente aduanera	2%			2,064
Impuestos				
IGV	18%			24,772
<b>Total</b>				<b>169,961</b>
Flete local				1,000
<b>Total</b>				<b>170,961</b>
Montaje local				10,000
<b>Total</b>				<b>180,961</b>

Fuente: Elaboración propia

La implementación de esta propuesta, permitirá un ahorro calculado de la siguiente manera:

- El costo que pagaría la empresa avícola a Quavii por las 72 semanas de producción sería:

$$1,252 \text{ MMBTU} \times \text{US\$}12.5/\text{MMBTU} \times 3.32 \text{ US\$/Sol} = \text{S}/51,646$$

- El costo que pagaría la empresa avícola por las 72 semanas a Hidrandina es:

$$407,232 \text{ Kwh} \times \text{S}/0.30/\text{Kwh} = \text{S}/122,170$$

- El impacto positivo de la propuesta de usar gas natural para generar electricidad, en vez de adquirirla directamente a Hidrandina sería:

**S/70,524**

### **C. Propuesta de mejora para la línea mal balanceada CR2**

La empresa avícola dispone de 3,456 horas normales para producir 3'893,400 Kilos de alimento balanceado, sin incurrir en pago de hora extras.

En primer lugar, determinamos el índice de producción, que es la velocidad con la que la planta de alimento balanceado debe producir, para cumplir con el plan de producción.

De esta manera, el índice de producción  $I_p$  será:

$$I_p = \frac{3'893,400 \text{ Kilos}}{3,456 \text{ horas}} = 1,127 \text{ Kilos/hora}$$

A continuación, calculamos el número de máquinas y su capacidad, para cumplir con la producción requerida, en el tiempo previsto, sin incurrir en horas de sobretiempo más oneroso.



Tabla 28.  
*Balace de línea*

<b>Balace de línea</b>					
Alimento requerido	Kilos		3,893,400		
Horas programadas	Horas		8		
Semanas	Semanas		72		
Días por semana	Días		6		
índice de producción	$I_p$		1,127	Kilos/Hora	

Máquina	Kilos/hora	Horas/Kilo	$I_p$	# maquinas requeridas	Redondeo
<b>Molino</b>	650	0.0015385	1,127	1.73	2
<b>Mezclado</b>	1200	0.0008333	1,127	0.94	1
<b>Envasado</b>	2000	0.0005000	1,127	0.56	1

Fuente: Elaboración propia

El layout sería ahora el siguiente:

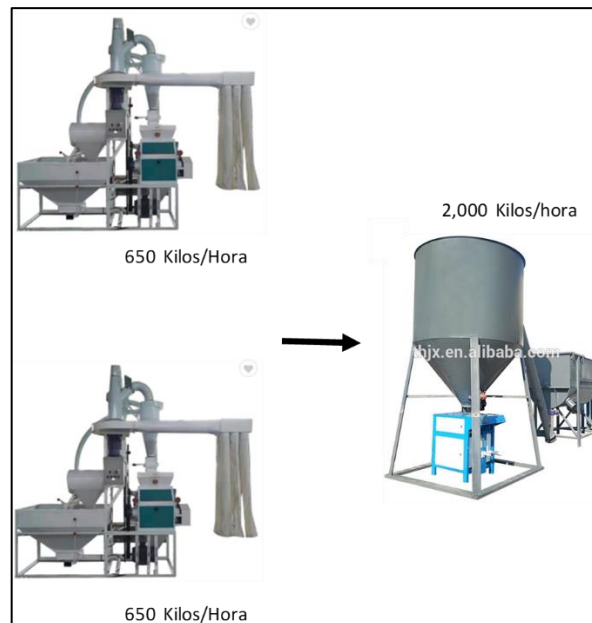


Figura 16. Layout nuevo

Fuente: Alibaba.com. Elaboración propia

La máquina seleccionada es la siguiente:

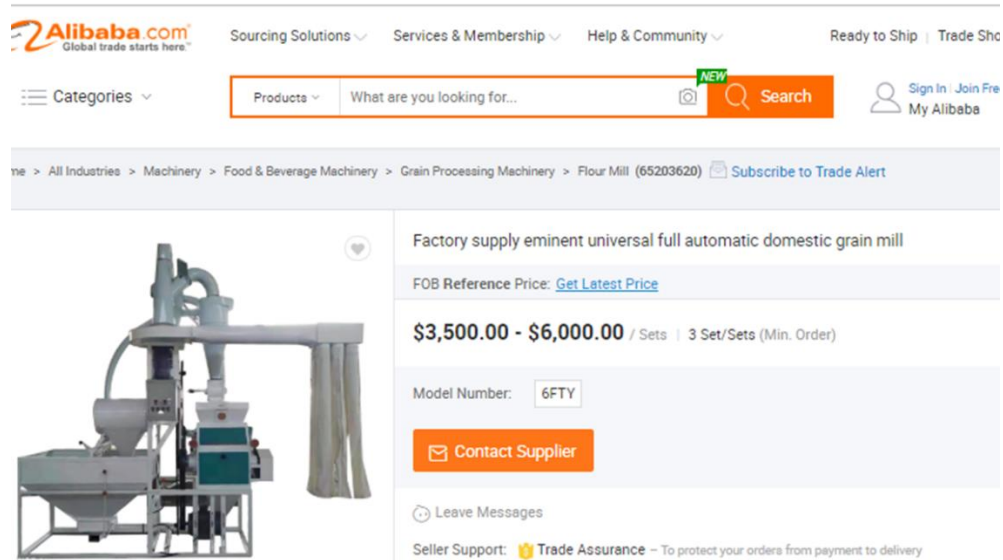


Figura 17. Molino de granos seleccionado

Fuente: Alibaba.com

Su costo puesto en planta e instalado será:

Tabla 29.  
Costo de molino puesto en planta

		Cantidad	Dolares	Total \$	Soles
Costo rack		1	6000	6,000	19,800
Flete				491	541
Seguro	3%				594
Base imponible					20,935
Ad valorem	4%				837
Agente aduana	2%				314
Impuestos					
IGV	18%				3,768
Total					25,854
Flete local					500
Total					26,354
Montaje local					1,000
<b>Total</b>					<b>27,354</b>

Fuente: Elaboración propia

La implementación de esta nueva máquina, eliminará las horas en sobretiempo, limitándose la producción a 48 horas semanales.

La avícola actualmente incurre en 2,534 horas extras. La operan 4 personas con una remuneración horaria simple es S/4.4751 o S/1,074 mensuales. Entonces el costo del sobretiempo utilizado para sufragar la insuficiente capacidad instalada, considerando la sobretasa de 50%, es S/68,040. Consideramos que es poco probable reducir absolutamente las horas extras, por lo que estimamos un margen de 5%. Es decir, el beneficio esperado es S/64,638.

## 2.2.5. Evaluación Económica y Financiera

### 2.2.5.1. Inversión propuesta

Tabla 30.  
*Inversión propuesta*

Inversión	Pérdida
Computadoras (2)	S/ 6,000
Asesoría nutrición	S/ 24,000
Instalación GN Quavii	S/ 10,208
Generador a gas natural	S/ 57,041
Molino de granos (1)	S/ 27,354
Jaulas y mantas	S/ 40,315
Pollitas BB (100,000)	S/300,000
<b>Total inversión</b>	<b>S/464,918</b>

Fuente: Elaboración propia



### 2.2.5.3. Estado de Resultados proyectado

Tabla 32. *Estado de resultados comparativo de la empresa avícola*

	ACTUAL	MEJORADO
Ventas netas (VN)	7,042,362	7,042,362
Ingresos diversos	0	0
Costo de ventas (CV)	5,180,467	4,698,017
Beneficio del proyecto	0	568,162
<b>Utilidad bruta</b>	<b>1,861,895</b>	<b>2,912,507</b>
Gastos administrativos		
Administrador	85,000	85,000
Supervisores (2)	74,800	74,800
Asistente	20,400	20,400
Alquiler local	82,759	82,759
<b>Utilidad operativa</b>	<b>1,779,136</b>	<b>2,829,749</b>
Cargas excepcionales	0	0
Gastos financieros		56,816
<b>Utilidad ante de participación e impuestos</b>	<b>S/1,779,136</b>	<b>S/2,772,933</b>
<b>Impuesto a la renta</b>	<b>S/533,741</b>	<b>S/831,880</b>
<b>Utilidad neta</b>	<b>S/1,245,395.50</b>	<b>S/1,941,052.83</b>
<b>Reserva</b>	<b>S/124,540</b>	<b>S/194,105</b>
<b>Resultado del ejercicio</b>	<b>S/1,120,855.95</b>	<b>S/1,746,947.55</b>
<b>Rentabilidad sobre ventas</b>	<b>18%</b>	<b>28%</b>

Fuente: Elaboración propia

### CAPÍTULO 3. RESULTADOS

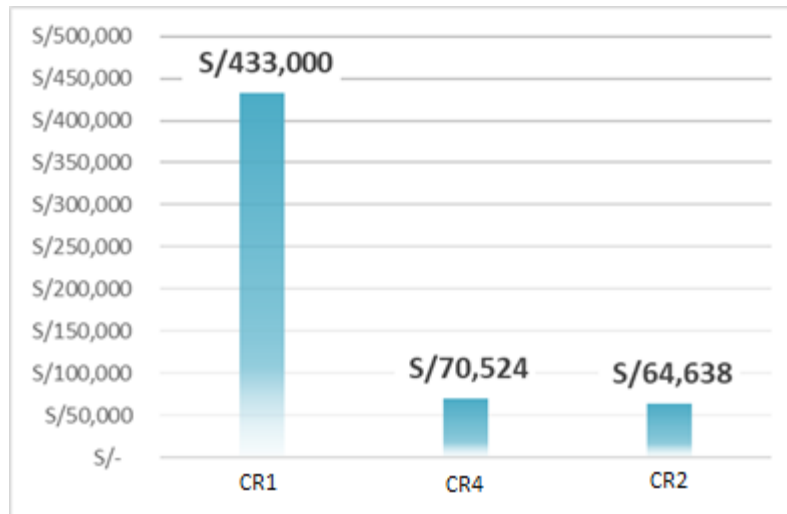


Figura 18. Pérdidas por causa raíz

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la participación de cada causa raíz en la pérdida total calculada en el ejercicio del año 2018.

Tabla 33.  
*Participación de cada causa raíz en las pérdidas 2018*

N°	Causa Raíz	Pérdida	%
CR 1	Formulaciones no optimizadas	S/ 433,000	76.21
CR 4	Alto consumo de energía eléctrica	S/ 70,524	12.41
CR 2	Línea mal balanceada	S/ 64,638	11.38
TOTALES		S/ 568,162	100%

Fuente: Elaboración propia

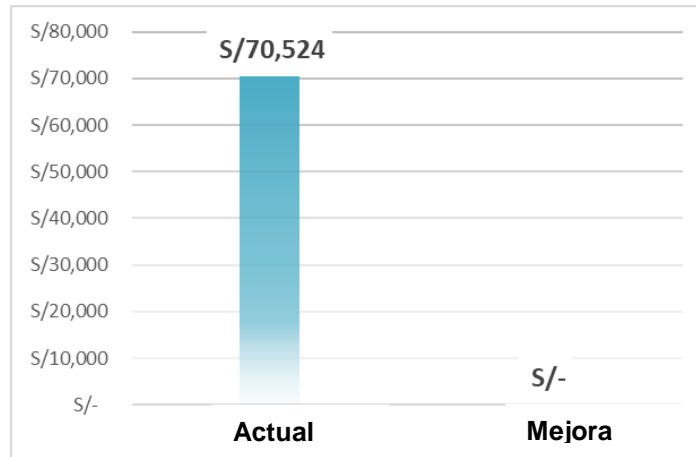


Figura 19. Pérdida Actual vs. Mejora por alto consumo de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia

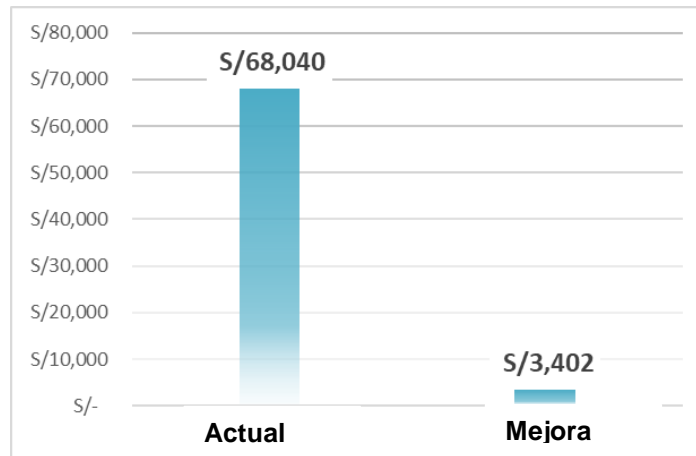
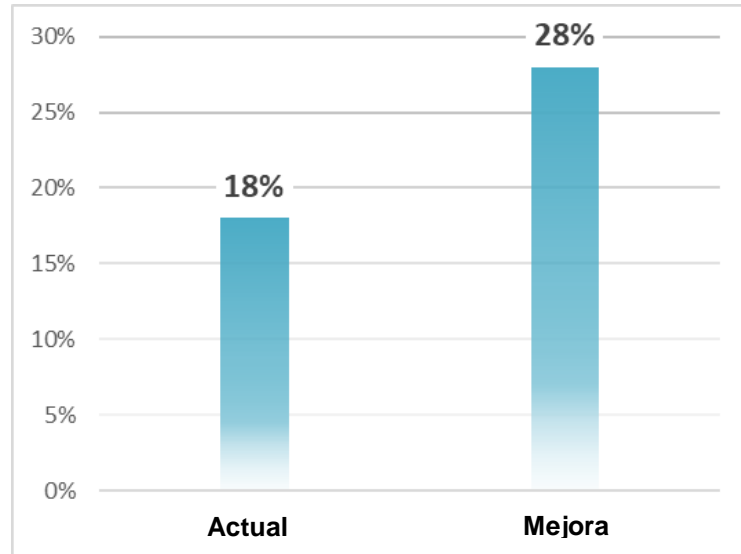


Figura 20. Pérdida Actual vs. Mejora por línea mal balanceada

Fuente: Elaboración propia



*Figura 21.* Rentabilidad sobre ventas Actual vs. Mejora

Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

- Se diagnosticó la presencia de tres causas raíces que influían en la baja rentabilidad de la empresa. Estas son: formulaciones no optimizadas, alto consumo de energía eléctrica, línea mal balanceada. En la figura que se muestra a continuación, se pueden observar las pérdidas en que incurrió la empresa el año pasado a causa de lo hallado en el diagnóstico (Figura 18)
- A causa de no contar con una fórmula de alimento balanceado óptima, la empresa tuvo un sobrecosto de S/481,111 en el año 2018. Por el alto consumo de energía eléctrica, la empresa perdió S/ 70,524 en el año 2018. Se propone abastecer de energía a la avícola con un generador accionado por gas natural provisto por Quavii, con esto, la pérdida se reducirá al 100% (Figura 19)
- El tener una línea mal balanceada la ha generado a la empresa una pérdida de S/68,040 en el año 2018. Se propone una nueva distribución de planta y la adquisición de nueva maquinaria, con ello, la pérdida se reducirá al 5% (Figura 20)
- La rentabilidad de la empresa se incrementa en 10% tras la propuesta de mejora. En la siguiente tabla se puede observar el detalle para calcular para la rentabilidad sobre las ventas actual y mejorado. Se conoce que el año pasado la rentabilidad

sobre las ventas fue de 18%, mientras que con la mejora se calcula en 28%. Este cambio se aprecia también en el gráfico de barras (Figura 21)

- En la presente investigación, que si bien es cierto abarca producción, no se ha tomado en cuenta indicadores de calidad planteado por la Norma ISO 9001:2015, más se ha determinado que existe una relación directa entre el área de producción y la rentabilidad de la empresa.
- Con la propuesta de redistribución, se espera recuperar la inversión de S/. 902,625 en 5 años, más el análisis muestra que la recuperación se logrará a los 4 años. Además, muestra una TIR mayor al COK de la empresa, lo que lo cataloga como un proyecto sostenible. En el caso de nuestra investigación, la mejora en el layout junto a la adquisición de maquinarias, representan un beneficio de S/ 70,524; y la propuesta de mejora, en forma global, tiene una TIR de 40%.

- Al realizar el diagnóstico energético eléctrico en las instalaciones de la planta de alimentos balanceados para reemplazar al proveedor de energía eléctrica Hidrandina por generación de energía eléctrica proporcionada por un generador accionado por gas natural, del proveedor Quavii, que opera en Trujillo. Se identificó que la corriente eléctrica conseguida de esta manera es sensiblemente más económica. En la presente tesis, el cambio de fuente de energía representa un ahorro de S/ 64,638 en el presente periodo.
- En esta tesis, se considera el balance de línea para la preparación del alimento balanceado, que si bien es cierto no es el producto final de la empresa, es de suma importancia para el proceso en forma global. Los productos alimenticios requieren especial cuidado para mantenerlos inocuos; de la misma manera, la preparación del alimento balanceado debe conservar los estándares más óptimos durante su preparación y conservación

## 4.2. Conclusiones

- La propuesta de mejora en las gestiones de producción y logística impacta en la rentabilidad sobre las ventas de la empresa avícola. Esta aumenta en 10%, puesto que en el año 2018 fue de 18%, mientras que, con la mejora será de 28%.
- Se diagnosticaron tres causas raíces que impactaban negativamente a la rentabilidad de la empresa avícola, estas son: formulaciones no optimizadas, excesivo consumo de energía eléctrica y mal balance de línea.
- Para obtener fórmulas de costo óptimo y que cumplan con las especificaciones del alimento balanceado, se propone el uso de Solver. Además, se propone el uso de un generador de energía que trabaje a base de gas natural provisto por Quavii. Por último, se propone una nueva distribución de la planta y la adquisición de maquinaria para lograr líneas de producción balanceadas.
- La propuesta es viable, ya que tiene un VAN de S/ 820,939 y un TIR de 77.67%.
- El Beneficio/Costo es 2.39, es decir por cada sol invertido, obtendrá un beneficio de S/1.39.

## REFERENCIAS

- Angulo, V., & Eduardo, J. (2016). *Propuesta de un sistema integrado de producción y calidad de huevos de gallina ponedora para incrementar la rentabilidad de la empresa Agropecuaria Yois SRL* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Cárdenas, A. (2017). *Propuesta de mejora basado en el Norma ISO 9001-2015, en la Empresa Avícola Incunbandina SA* (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- González, B. & Reyes, C. (2017). *Propuesta de mejora en las áreas de producción y logística para incrementar la rentabilidad en el molino de la empresa Avikonor SAC* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Jara, E. (2017). *Propuesta de implementación de un sistema de producción de ovoproductos para mejorar la comercialización en la empresa avícola JB SAC en la ciudad de Trujillo* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Merino, L. (2007). *Las energías renovables*. Madrid, España: Haya Comunicación.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura gil*. Pearson educación.
- Ministerio de Energía y Minas (s.f.). *Preguntas frecuentes en relación al gas natural en el Perú*. Recuperado de [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)
- Nahmias, S., Castellanos, A. T., Murrieta, J. E. M., Hernández, F. G., Nudiug, B., Juaárez, R. A., & Milanés, J. Y. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones* (Vol. 57). McGraw-Hill Interamericana.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (2015). *Aplicación de la Tarifa*

*Única de Distribución*. Recuperado de <http://srvgart07.osinerg.gob.pe/>

Quavii Gases del Pacífico (s.f.) *El Gas Natural y sus Usos*. Recuperado de

<http://www.gasesdelpacifico.pe/>

Pérez, M. (2006). *Producción de energía eléctrica a partir de biogás procedente de*

*vertederos de residuos sólidos urbanos*. (Tesis de grado) Universidad de San Carlos de

Guatemala, Guatemala. Recuperado de [biblioteca.usac.edu.gt](http://biblioteca.usac.edu.gt)

Sinche, J. & Urbina, J. (2013). *Diseño y propuesta de un plan de gestión para mejora de la*

*eficiencia energética eléctrica en la empresa avícola Yugoslavia SAC* (Tesis de grado).

Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

## ANEXOS

Anexo 1. *Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa inicial*

### Costo del alimento balanceado

Tipo	Inicial
Fecha	8-Mar-19

### Restricciones

		Kilos
Proteína	≥	20.00
Grasa	≥	2.80
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	1.05
Calcio	≤	1.10
Fósforo	≥	0.48
Lisina	≥	1.20
Metionina	≥	0.48
Sodio	≤	0.19
Sodio	≥	0.17
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,950
Kcalorías	≥	2,900

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa inicial

**Optimización de la fórmula del alimento balanceado**

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	% Fósforo	Fósforo (Kilo)	% Sodio	Sodio (Kilo)	% Fibra	Fibra (Kilo)	% Lisina	Lisina (Kilo)	% Metionina	Metionina (Kilo)	Cal/Kg	Total calorías
Maiz amarillo	0.693	56.724	39.31	9.40%	5.332	3.80%	2.156	0.03%	0.017	0.29%	0.164	0.00%	0.000	2.60%	1.475	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	191,159
Torta de Soya	1.305	24.642	32.16	46.50%	11.459	1.60%	0.394	0.32%	0.079	0.31%	0.076	0.00%	0.000	3.80%	0.936	2.90%	0.715	0.65%	0.160	3,320	81,812
Sorgo	1.350	-	-	8.80%	0.000	2.80%	0.000	0.04%	0.000	0.10%	0.000	0.00%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	0.09%	0.000	3,510	-
Polvillo de arroz	0.650	0.052	0.03	13.00%	0.007	14.80%	0.008	0.16%	0.000	1.05%	0.001	0.00%	0.000	6.20%	0.003	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	103
Harina de pescado	5.328	1.928	10.28	65.00%	1.254	8.00%	0.154	5.50%	0.106	3.00%	0.058	0.20%	0.004	1.00%	0.019	4.00%	0.077	1.80%	0.035	2,880	5,554
Afrecho	0.204	12.994	2.65	15.00%	1.949	3.20%	0.416	0.14%	0.018	0.32%	0.042	0.00%	0.000	11.00%	1.429	0.50%	0.065	0.16%	0.021	1,260	16,372
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	1.67	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Fosfato di-cálcico	1.650	2.507	4.14	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.830	21.00%	0.526	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Cloruro de sodio	0.300	0.420	0.13	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	39.60%	0.166	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Lisina	5.661	0.343	1.94	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.343	0.00%	0.000	-	-
Metionina	9.324	0.290	2.70	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.290	-	-
		100.00	S/95.00		20.000		3.128		1.050		0.867		0.170		3.863		1.200		0.51		295.000
																				Kcal/Kg	2,950

Fuente: Elaboración propia



Anexo 3. Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa inicial

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.950</b>	
	1,100 Kilos/hora		
	200 Horas/mes		
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud (9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones (2)			0.048
Electricidad (10KwH)		6.000	0.005
Depreciación			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.085</b>	
<b>Total costo de 1 kilo de alimento balanceado</b>		<b>S/1.055</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. *Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa*

*crecimiento*

**Costo del alimento balanceado**

Tipo	Crecimiento
Fecha	8-Mar-19

**Restricciones**

		Kilos
Proteína	≥	18.50
Grasa	≥	2.80
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	1.00
Calcio	≤	1.05
Fósforo	≥	0.45
Lisina	≥	1.00
Metionina	≥	0.40
Sodio	≤	0.18
Sodio	≥	0.16
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,800
Kcalorías	≥	2,720

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa crecimiento

**Optimización de la fórmula del alimento balanceado**

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorías/ Kilo	Total calorías
Maiz amarillo	0.693	50.127	34.74	9.40%	4.712	3.80%	1.905	0.03%	0.015	0.29%	0.145	0.00%	0.000	2.60%	1.303	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	168,927
Torta de Soya	1.305	21.752	28.39	46.50%	10.115	1.80%	0.348	0.32%	0.070	0.31%	0.067	0.00%	0.000	3.80%	0.827	2.90%	0.631	0.65%	0.141	3,320	72,217
Sorgo	1.350	-	-	8.80%	0.000	2.80%	0.000	0.04%	0.000	0.10%	0.000	0.00%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	0.09%	0.000	3,510	-
Polvillo de arroz	0.650	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	-
Harina de pescado	5.328	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	-
Afrecho	0.204	24.489	5.00	15.00%	3.673	3.20%	0.784	0.14%	0.034	0.32%	0.078	0.00%	0.000	11.00%	2.694	0.50%	0.122	0.16%	0.039	1,260	30,856
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	1.67	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Fosfato di-cálcico	1.650	2.662	4.39	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.881	21.00%	0.559	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Cloruro de sodio	0.300	0.404	0.12	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	39.60%	0.160	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Lisina	5.661	0.247	1.40	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.247	0.00%	0.000	-	-
Metionina	9.324	0.219	2.05	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.219	-	-
		100.00	S/77.74		18.500		3.037		1.000		0.850		0.160		4.824		1.000		0.40		272,000
																				Kcalorías	2,720

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. *Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa crecimiento*

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.777</b>	
	1,100 Kilos/hora		
	200 Horas/mes		
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra indirecta/Kilo</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud ( El 9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones ( 2 )			0.048
Electricidad (10KwH)		6.000	0.005
Depreciacion			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.085</b>	
<b>Total costo de 1 kilo de alimento balanceado</b>		<b>S/0.882</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado etapa

*desarrollo*

**Costo del alimento balanceado**

<b>Tipo</b>	<b>Desarrollo</b>
<b>Fecha</b>	<b>8-Mar-19</b>

**Restricciones**

		<b>Kilos</b>
Proteína	≥	14.50
Grasa	≥	2.80
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	0.90
Calcio	≤	0.95
Fósforo	≥	0.37
Lisina	≥	0.65
Metionina	≥	0.34
Sodio	≤	0.17
Sodio	≥	0.15
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,800
Kcalorías	≥	2,720

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa desarrollo

Optimización de la fórmula del alimento balanceado

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorías/Kilo	Total calorías
Maiz amarillo	0.693	60.661	42.04	9.40%	5.702	3.80%	2.305	0.03%	0.018	0.29%	0.176	0.00%	0.000	2.60%	1.577	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	204,429
Torta de Soya	1.305	10.803	14.10	46.50%	5.023	1.60%	0.173	0.32%	0.035	0.31%	0.033	0.00%	0.000	3.80%	0.411	2.90%	0.313	0.65%	0.070	3,320	35,865
Sorgo	1.350	-	-	8.80%	0.000	2.80%	0.000	0.04%	0.000	0.10%	0.000	0.00%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	0.09%	0.000	3,510	-
Polvillo de arroz	0.650	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	-
Harina de pescado	5.328	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	-
Afrecho	0.204	25.163	5.13	15.00%	3.775	3.20%	0.805	0.14%	0.035	0.32%	0.081	0.00%	0.000	11.00%	2.768	0.50%	0.126	0.16%	0.040	1,260	31,706
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	1.67	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Fosfato di-cálcico	1.650	2.453	4.05	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.812	21.00%	0.515	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Cloruro de sodio	0.300	0.379	0.11	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	39.60%	0.150	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Lisina	5.661	0.211	1.19	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.211	0.00%	0.000	-	-
Metionina	9.324	0.230	2.14	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.230	-	-
		100.00	S/70.43		14.500		3.283		0.900		0.805		0.150		4.756		0.650		0.34		272,000
																				Kcalorías	2,720

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. *Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa desarrollo*

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.704</b>	
	1,100 Kilos/hora		
	200 Horas/mes		
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra indirecta/Kilo</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud (9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones (2)			0.048
Electricidad (10KwH)		6.000	0.005
Depreciacion			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.085</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. *Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado*

*etapa pre postura*

**Costo del alimento balanceado**

Tipo	Pre postura
Fecha	8-Mar-19

**Restricciones**

		Kilos
Proteína	≥	17.50
Grasa	≥	2.80
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	2.00
Calcio	≤	2.05
Fósforo	≥	0.45
Lisina	≥	0.85
Metionina	≥	0.36
Sodio	≤	0.17
Sodio	≥	0.15
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,800
Kcalorías	≥	2,720

Fuente: Elaboración propia



Anexo 11. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa pre postura

**Optimización de la fórmula del alimento balanceado**

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/ Kilo	Total calorías
Maiz amarillo	0.693	53.096	36.80	9.40%	4.991	3.80%	2.018	0.03%	0.016	0.29%	0.154	0.00%	0.000	2.60%	1.380	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	178,932
Torta de Soya	1.305	20.491	26.74	46.50%	9.528	1.60%	0.328	0.32%	0.066	0.31%	0.064	0.00%	0.000	3.80%	0.779	2.90%	0.594	0.65%	0.133	3,320	68,030
Sorgo	1.350	-	-	8.80%	0.000	2.80%	0.000	0.04%	0.000	0.10%	0.000	0.00%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	0.09%	0.000	3,510	-
Polvillo de arroz	0.650	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	-
Harina de pescado	5.328	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	-
Afrecho	0.204	19.871	4.05	15.00%	2.981	3.20%	0.636	0.14%	0.028	0.32%	0.064	0.00%	0.000	11.00%	2.186	0.50%	0.099	0.16%	0.032	1,260	25,038
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	1.67	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Fosfato di-cálcico	1.650	5.712	9.42	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	1.891	21.00%	1.200	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Cloruro de sodio	0.300	0.379	0.11	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	39.60%	0.150	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Lisina	5.661	0.156	0.89	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.156	0.00%	0.000	-	-
Metionina	9.324	0.195	1.82	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.195	-	-
		100.00	S/81.50		17.500		2.981		2.000		1.481		0.150		4.345		0.850		0.36		272,000
																				Kcalorias/	2,720

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. *Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa pre postura*

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.815</b>	
	1,100	Kilos/hora	
	200	Horas/mes	
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra indirecta/Kilo</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud (9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones (2)			0.048
Electricidad (10KwH)		6.000	0.005
Depreciacion			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.085</b>	
<b>Total costo de 1 kilo de alimento balanceado</b>		<b>S/0.920</b>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. *Restricciones para optimización de fórmula actual de alimento balanceado*

*etapa postura*

**Costo del alimento balanceado**

Tipo	Postura
Fecha	8-Mar-19

**Restricciones**

		Kilos
Proteína	≥	15.50
Grasa	≥	2.50
Fibra	≤	6.00
Calcio	≥	4.00
Calcio	≤	3.00
Fósforo	≥	0.45
Lisina	≥	0.68
Metionina	≥	0.59
Sodio	≤	0.16
Sodio	≥	0.14
Harina pescado	≤	8.00
Polvillo de arroz	≤	5.00
Pre mezcla	=	0.10
Peso de 1 batch	=	100.00
Kcalorías	≤	2,800
Kcalorías	≥	2,700

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Optimización de fórmula de alimento balanceado etapa postura

**Optimización de la fórmula del alimento balanceado**

Insumo	Costo/Kg	Alimento balanceado	Costo fórmula	% Proteína	Proteína (Kilo)	%Grasa	Grasa (Kilo)	% Calcio	Calcio (Kilo)	%Fósforo	Fósforo (Kilo)	%Sodio	Sodio (Kilo)	%Fibra	Fibra (Kilo)	%Lisina	Lisina (Kilo)	%Metionina	Metionina (Kilo)	Calorias/ Kilo	Total calorías
Maiz amarillo	0.693	57.038	39.53	9.40%	5.362	3.80%	2.167	0.03%	0.017	0.29%	0.165	0.00%	0.000	2.60%	1.483	0.00%	0.000	0.00%	0.000	3,370	192,218
Torta de Soya	1.305	12.595	16.44	46.50%	5.857	1.60%	0.202	0.32%	0.040	0.31%	0.039	0.00%	0.000	3.80%	0.479	2.90%	0.365	0.65%	0.082	3,320	41,816
Sorgo	1.350	-	-	8.80%	0.000	2.80%	0.000	0.04%	0.000	0.10%	0.000	0.00%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	0.09%	0.000	3,510	-
Polvillo de arroz	0.650	-	-	13.00%	0.000	14.80%	0.000	0.16%	0.000	1.05%	0.000	0.00%	0.000	6.20%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	1,970	-
Harina de pescado	5.328	-	-	65.00%	0.000	8.00%	0.000	5.50%	0.000	3.00%	0.000	0.20%	0.000	1.00%	0.000	4.00%	0.000	1.80%	0.000	2,880	-
Afrecho	0.204	28.545	5.82	15.00%	4.282	3.20%	0.913	0.14%	0.040	0.32%	0.091	0.00%	0.000	11.00%	3.140	0.50%	0.143	0.16%	0.046	1,260	35,966
Pre mezcla vitamínica	16.650	0.100	1.67	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Fosfato di-cálcico	1.650	0.734	1.21	0.00%	0.000	0.00%	0.000	33.10%	0.243	21.00%	0.154	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Cloruro de sodio	0.300	0.354	0.11	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	39.60%	0.140	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	-	-
Lisina	5.661	0.172	0.97	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.172	0.00%	0.000	-	-
Metionina	9.324	0.462	4.31	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	100.00%	0.462	-	-
		100.00	S/70.06		15.500		3.282		0.340		0.450		0.140		5.102		0.680		0.59		270,000
																				Kcalorias	2,700

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15. *Costo óptimo de fórmula alimento balanceado etapa postura*

<b>Costo insumos/Kilo</b>		<b>S/0.701</b>	
	1,100	Kilos/hora	
	200	Horas/mes	
<b>Mano de obra directa</b>	<b>Operarios</b>	<b>Costo/hora</b>	<b>Costo/Kilo</b>
Molino	1	5.00	0.005
Mezclado	1	5.00	0.005
Ensacado	1	5.00	0.005
<b>Total mano de obra directa</b>		<b>S/0.014</b>	
<b>Empaque</b>			
Bolsa de PP	1	unidad	0.010
Rafia	1	metro	0.001
<b>Total empaques/Kilo</b>		<b>S/0.011</b>	
<b>Mano de obra indirecta</b>			
Supervisor	1	6.50	0.006
<b>Total mano de obra indirecta/Kilo</b>		<b>S/0.006</b>	
<b>Costos indirectos</b>			
Essalud (9% planilla)			0.002
Vacaciones			0.024
Gratificaciones (2)			0.048
Electricidad (10KwH)		2.100	0.002
Depreciacion			
Molino	30,000		0.001
Mezcladora	20,000		0.001
Mantenimiento del local			0.004
<b>Total costos indirectos/Kilo</b>		<b>S/0.082</b>	
<b>Total costo de 1 kilo de alimento balanceado</b>		<b>S/0.802</b>	

Fuente: Elaboración propia