



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO(A) INDUSTRIAL

TEMA: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
BALANCEADO EN LA AVÍCOLA SAN ISIDRO S.A EMPLEANDO LA
METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Autores:

Sr. MORAN VALDOSPINO ANTONIO DAVID

Tutor:

Phd. CARRASQUERO RODRIGUEZ EDWUIN JESUS

Milagro, Febrero 2021

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabrizio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Nosotros, **MORAN VALDOSPINO ANTONIO DAVID** , en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación [Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación](#), de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 23 de mayo de 2021

MORAN VALDOSPINO ANTONIO DAVID

Autor 1

CI:

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor). en mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, elaborado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1). y Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2)., cuyo título es Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de Integración Curricular, que aporta a la Línea de Investigación Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación previo a la obtención del Título de Grado Haga clic o pulse aquí para escribir Título de Grado.; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de Integración Curricular de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor).

Tutor

C.I: Haga clic aquí para escribir cédula (Tutor).

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de ELIJA UN ELEMENTO. presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de Integración Curricular.

Otorga al presente Trabajo de Integración Curricular, las siguientes calificaciones:

Trabajo Curricular	Integración	[]
Defensa oral		[]
Total		[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos			Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.			_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario			_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.			_____

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de ELIJA UN ELEMENTO. presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2).

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de Integración Curricular.

Otorga al presente Proyecto Integrador, las siguientes calificaciones:

Trabajo de Integración Curricular	[]
Defensa oral	[]
Total	[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos			Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.			_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario			_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.			_____

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser la fuente inspiradora y darme las fuerzas para poder continuar en este arduo proceso para obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, su trabajo y principalmente por cada uno de sus sacrificios otorgados a lo largo de todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar aquí a este momento tan importante y principalmente convertirme en el hombre que soy, es un gran orgullo y privilegio ser su hijo, considero que son los mejores padres.

A mis hermanos, por estar allí siempre presente, aconsejándome en las diferentes situaciones que se presentaron en el camino, por el apoyo moral brindado a lo largo de esta etapa.

A cada una de las personas que me han apoyado y han logrado aportar un grano de arena para que este trabajo se pueda realizar con éxito, de manera especial a los docentes que abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme y ser mi guía a lo largo de esta trayectoria de mi carrera, por ser un pilar fundamental en los momentos de debilidad y por otorgarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo una vida llena de felicidad.

Agradezco a mis padres por el apoyo brindado en todo momento, por cada uno de los valores que me han inculcado desde mi niñez, y también por la oportunidad de optar por una excelente educación a lo largo del transcurso de mi vida, y sobretodo le agradezco de manera especial por ser un ejemplo para mi vida.

A mis hermanos por ser un pilar importante en mi vida y representar la unión de la familia.

Contenido

DERECHOS DE AUTOR.....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
DEDICATORIA	VI
Contenido	VIII
RESUMEN.....	1
CAPÍTULO 1	3
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Objetivos	4
1.3. Justificación	5
1.4. Marco Teórico	6
1.4.1 Antecedentes referenciales de la investigación.....	7
1.4.2. Antecedentes teóricos de la investigación.....	8
1.4.2.1 Alimentos balanceados	8
1.4.2.2 Proceso de balanceado	9
1.4.2.4. Enfoque de procesos	11
1.4.2.5. Productividad	14
1.4.2.6. Metodología “Six Sigma”	15
1.4.2.7 Índice de capacidad del proceso y métricas Six Sigmas	15
CAPÍTULO 2.....	19
2. METODOLOGÍA	19
2.1 Tipos de investigación	19
2.2 Modalidad de la investigación	19
2.3 Diseño de la investigación	20
2.3.1. Situación y estructura actual de la empresa.....	20
Descripción de la situación actual del proceso de elaboración de alimentos balanceados	22
2.3.2. Identificación de problemas en los procesos de producción.....	22
Dosificación de bins	25
Dosificación de aceite.....	26
Calidad de mezcla	27
Calidad de mezcla	4
CAPÍTULO 3.....	5
3.1 RESULTADOS (ANÁLISIS O PROPUESTA)	5

CONCLUSIONES	1
RECOMENDACIONES	2
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
ANEXOS.....	4

Indice de figuras

Figura 1 Etapas del proceso de balanceado	11
Figura 2 Diseño de la investigación	20
Figura 3 Estructura organización AVISID	21
Figura 4 Diagrama de flujo de proceso de elaboración de alimento balanceado terminado	23
Figura 5 Diagrama analítico situación actual.....	1
Figura 6 Prueba de normalidad para datos de proteínas con la automatización implementada.....	6
Figura 7 Grafica de control para individuales del proceso de dosificación de bins automatizado	7
Figura 8 Grafico para dosificación de aceite.....	9
Figura 9 Diagrama analítico con mejoras implementadas	1

Índice de tablas

Tabla 1 Valores de capacidad del proceso (Cp) y su interpretación	16
Tabla 2 Conversión nivel sigma, DPMO, Cpk.....	17
Tabla 3 Reclamos de productos terminados	24
Tabla 4 Matriz de priorización de procesos claves	24
Tabla 5 Caracterización de variables	28
Tabla 6 Valores de proteína con dosificación manual	1
Tabla 7 Índices de capacidad del proceso de dosificación de bins.....	1
Tabla 8 Valores de verificación de peso y temperatura en la dosificación de aceite	2
Tabla 9 Índices de capacidad para el proceso de dosificación de aceite.....	3
Tabla 10 Resultados de pruebas de mezclado	4
Tabla 11 Resultados de la proteína con la automatización.....	5
Tabla 12 Índices de Cp con automatización	6
Tabla 13 Verificación de pesos en el proceso de dosificación de aceite	8
Tabla 14 Índices de capacidad proceso de dosificación de aceite	10
Tabla 15 Resultados pruebas de mezclado	11

Título de Trabajo Integración Curricular: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BALANCEADO EN LA AVÍCOLA SAN ISIDRO S.A EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

RESUMEN

El presente proyecto de titulación consiste en la optimización de un sistema de producción de balanceado en la Avícola San Isidro S.A empleando la metodología Six Sigma, para lo cual en primeras instancias fue necesario obtener información del estado actual de la empresa para poder conocer de manera más detallada cada uno de sus procesos, determinar que procesos presentan fallos y proceder a determinar la solución a los mismos.

Una de las primeras etapas para efectuar la realización de proyectos de mejoras, que están basados en la metodología Six Sigma es la de definir, es decir establecer de manera correcta cada uno de los parámetros y el alcance para el proyecto de mejora, al tener en cuenta los requisitos que han sido solicitados por agentes externos de la empresa. Con la identificación de la causa raíz del problema y que impacto tiene en los procesos, se procede a implementar los proyectos de mejoras que han sido seleccionados luego de un proceso de estudio.

PALABRAS CLAVES: Metodología Six Sigma, procesos, dosificación, mejora continua.

Título de Trabajo Integración Curricular: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BALANCEADO EN LA AVÍCOLA SAN ISIDRO S.A EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Título de Trabajo Integración Curricular: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BALANCEADO EN LA AVÍCOLA SAN ISIDRO S.A EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

ABSTRACT

The present degree project consists of the optimization of a balanced production system in Avícola San Isidro SA using the Six Sigma methodology, for which in the first instance it was necessary to obtain information on the current state of the company in order to know more Detailed each of its processes, determine which processes have faults and proceed to determine the solution to them.

One of the first stages to carry out improvement projects, which are based on the Six Sigma methodology, is to define, that is, to correctly establish each of the parameters and scope for the improvement project, taking into account take into account the requirements that have been requested by external agents of the company. With the identification of the root cause of the problem and its impact on the processes, we proceed to implement the improvement projects that have been selected after a study process.

KEY WORDS: Six Sigma methodology, processes, dosage, continuous improvement.

Título de Trabajo Integración Curricular: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BALANCEADO EN LA AVÍCOLA SAN ISIDRO S.A EMPLEANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

CAPÍTULO 1

1. Introducción

Las empresas utilizan el diseño de procesos para lograr resultados a largo plazo mediante la definición del diseño de procesos, especialmente la relación entre procesos. Le da una idea completa del valor agregado y una comprensión completa de las pautas que necesita integrar en cada etapa del proceso de producción.

Para continuar con el proceso de implementación, su modelo de negocio utiliza diferentes estrategias como el ciclo de Deming, el enfoque al cliente y el enfoque DMAIC. Six Sigma, se utiliza para resolver problemas actuales entre empresas. DMAIC es un proceso basado en los siguientes cinco pasos. Tomar decisiones, medir, analizar, mejorar y gestionar. Este método utiliza varias herramientas estadísticas en cada etapa para diagnosticar, identificar, reducir o eliminar los defectos encontrados en el proceso que causan la insatisfacción del cliente.

Según el método Six Sigma, el primer paso para implementar el proceso de actualización es definir el nivel. Uno de los datos clave en esta metodología es determinar los parámetros específicos y el tamaño del proyecto de actualización, los requisitos del cliente, tener suficientes datos para identificar el problema y su impacto e implementar las opciones de desempeño óptimas.

Antes de identificar proyectos de optimización que no forman parte de DMAIC, finalmente cubrimos una bolsa de proyectos de desarrollo. Por lo tanto, el principio de las seis Sigma funciona en todo el archivo del proyecto y cada proyecto se implementa bajo el sistema del modelo DMAIC, lo que resulta en consistencia e integración del proceso de integración.

El objetivo principal de este proyecto es mejorar la calidad del sistema de suministro de alimentos para una dieta equilibrada mediante el logro de los siguientes objetivos principales: Integración de mecanismos clave para proteger la definición del proceso y la producción equilibrada de alimentos, la relación entre la producción de alimentos estándar.

1.1. Planteamiento del problema

Para explicar el propósito de la elaboración de esta tesis, primero es necesario definir los siguientes puntos: la descripción general de la empresa, el proceso de producción de balanceado de la empresa, los insumos utilizados, el producto terminado y el mercado al cual se encuentra dirigido la avícola San Isidro S.A AVISID. La Avícola es considerada como una de las empresas más importantes dentro del país, especializada en la cría de aves, se encuentra ubicada en Isidro Ayora, en cuyo lugar genera fuentes de empleos para los residentes del cantón.

Dicha empresa en el interior de sus políticas administrativas u operativas tiene en mente el progreso de las actividades de trabajo con el objetivo de mejorar progresivamente con eficacia en los sistemas de gestión productivos, gestión de calidad, capacitación, valores éticos, competencia técnica y experiencia de cada uno de nuestro personal humano en el desarrollo de acciones encaminadas para brindar soluciones eficientes y eficaces a las necesidades presentadas por parte de nuestros clientes.

La empresa Avícola San Isidro S.A. AVISID, efectúa una variedad de productos como es el balanceado destinado para sus propias aves de las granjas, cerdos y caballos, faenan pollo que se encuentran destinados a la venta de la empresa de KFC y también a una marca registrada como “Gustapollo” destinado a, un mini comisariato que se encuentra ubicado en la vía Daule, además de aquello vende pollos en pies.

La elaboración del proceso de alimento balanceado implica en primer lugar la elección correcta de materias primas destinadas al proceso, ya que de la misma va a depender el éxito de la formulación para lograr obtener el objetivo planteado. De tal manera, que el desarrollo de las fórmulas de los productos involucra materias primas que son seleccionadas en relación a: la especie animal a la cual va encaminado, los requerimientos nutricionales por parte de la especie, la etapa de desarrollo en la cual se encuentra el animal, el tipo de proceso tecnológico y las características físicas del balanceado como producto final.

En la actualidad existe un crecimiento en la demanda del producto balanceado destinado al alimento para aves, de esta manera mediante la implementación de la metodología Six sigma se busca la mejora en los procesos de producción con el principal objetivo de buscar un incremento en la producción y de esta manera poder satisfacer con la demanda del producto en el mercado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Mejorar el proceso de producción de balanceado de una empresa avícola aplicando la metodología Six sigma.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Analizar las variables que afectan la calidad del balanceado.
2. Determinar los puntos de control necesarios en el proceso productivo para evitar la pérdida y cambios de la calidad del producto.
3. Proponer sugerencias de mejora mediante la implementación del método Six Sigma para mejorar la capacidad de producción.

1.3. Justificación

La nutrición equilibrada es fundamental para este sector porque es parte integral de la nutrición y la salud animal, y para el futuro consumo humano, se deduce que su producción debe cumplir estrictamente con los más estrictos requisitos de calidad como medida preventiva y proteger a las personas. El mismo cumplimiento tendrá un impacto positivo en sus actividades de producción, se conoce que actualmente para las empresas fabricantes de balanceados, existe una necesidad urgente de controlar sus procesos y monitorearlos para mejorar sus ventas, identificar sus pérdidas y por ende aumentar su rentabilidad, porque esto significará reducir los costos de no calidad.

En la actualidad, la empresa de balanceado proporciona empleo directo e indirectamente a muchas familias y apoya el desarrollo de la ganadería, la agricultura y la acuicultura. De esta manera se busca que asegurar que el control de los procesos de producción y calidad en el proceso de fabricación de productos balanceados se traduzca en mejorar su cartera de clientes, aumentando de esta manera considerablemente las ventas, logrando así su persistencia en el campo productivo, y logrando el desarrollo comercial local y de exportación.

1.4. Marco Teórico

1.4.1 Antecedentes referenciales de la investigación

Melissa Blanco y Erik Hormechea (2018) realizaron una investigación acerca de la MEJORA DEL PROCESO DE MARINADO EN LA EMPRESA CAMPOLLO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL SEIS SIGMA, teniendo como principal objetivo desarrollar un proceso en la empresa Campollo para definir, identificar, analizar y proponer mejoras al proceso de marinado o curado. La herramienta metodológica que puede lograr el objetivo de la titulación es el "Six Sigma", que se basa en la mejora del proceso (enfocándose en reducir la variabilidad), verificando así la efectividad del método, la eficiencia del método y mejorar su implementación.

El proceso de marinado o curado de CAMPOLLO ha sido seleccionado para realizar este trabajo de investigación, teniendo en cuenta su retraso en el tiempo especificado para realizar sus funciones, lo que incidió negativamente en otros procesos productivos, y conlleva a la generación de pérdidas económicas ocasionadas a la empresa. La implementación del método "Six Sigma" en CAMPOLLO permitirá descubrir problemas, proponer soluciones efectivas y reducir el riesgo de complicaciones en el área de producción. Además de concienciar a las empresas de la importancia de implementar técnicas modernas de gestión para mantener un alto nivel de competitividad. (Melissa Blanco, 2018)

Patricia Quillupangu (2019) elaboro la propuesta de MEJORA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS PARA BROILERS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE NEGOCIO SEIS SIGMA-DMAIC, EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS teniendo en cuenta como principal objetivo de determinar la secuencia e interacción de los procesos clave para salvaguardar la producción de alimento balanceado para pollos de engorde, mejorar la producción de alimento balanceado en líneas de producción de pollos de engorde e implementar proyectos de mejora, que tendrán un impacto positivo en la productividad de la producción de alimento balanceado.

La primera etapa de la implementación del proyecto de mejora basado en el método "Six Sigma" es la etapa de "definición". Uno de los puntos más importantes del método consiste en determinar completamente los parámetros y el alcance del proyecto de mejora, los requisitos del cliente, y tener suficientes datos e identificación del problema y su impacto para implementar el proyecto de mejora seleccionado. La etapa anterior de identificación de posibles proyectos de mejora (que no forma parte de DMAIC) finaliza discutiendo la combinación de proyectos de mejora. Por lo tanto, la metodología Six Sigma recorre el

portafolio de proyectos, y cada proyecto se ejecuta bajo la estructura del modelo DMAIC, y finalmente llega al proceso de estandarización e integración. (Quillupangui, 2019)

Cano Solano, Carlo Mario, Noel Diestro, Max Gianfranco (2013) optaron por realizar una investigación acerca del MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN ALIMENTOS BALANCEADOS PELLETIZADOS PARA AVES, MEDIANTE EL MÉTODO DE RUTA DE LA CALIDAD, teniendo como principal objetivo de mejorar la calidad de presentación de los alimentos balanceados pelletizados para la reducción de costos de NUTRIGOLD S.A.C.

En este trabajo, al mejorar las propiedades físicas del producto, se ha reducido el costo de producción del alimento balanceado granular en la industria avícola. El método utilizado es la "ruta de la calidad", que se utiliza para identificar y corregir la causa raíz y reducir el costo de la mala calidad. La realización de este proyecto significa un relevamiento permanente de la normativa alimentaria comercial nacional y las buenas prácticas de fabricación internacionales para evaluar y controlar las principales características del pienso balanceado, reduciendo así el factor de conversión alimenticia (FCA).

De acuerdo con el funcionamiento diario de la empresa investigada, la comprensión del desempeño real del departamento avícola y la experiencia en aplicación y mantenimiento, se analizan los problemas del proyecto. Por otro lado, al poner en práctica los supuestos de la solución, el índice de granularidad se ha mejorado significativamente a partir de la estandarización de los procesos de producción y soporte. (Cano Solano, 2013)

1.4.2. Antecedentes teóricos de la investigación

1.4.2.1 Alimentos balanceados

La alimentación animal involucra una amplia gama de áreas de nutrición, desde granjeros con un solo animal hasta expertos con títulos académicos que se especializan en cómo los nutrientes se mueven a través de las células. La nutrición se considera una ciencia, los científicos han determinado las necesidades cualitativas y cuantitativas de los seres humanos y los animales para la nutrición a través de investigaciones que comenzaron hace más de 50 años. Los animales juegan un papel muy importante en la investigación realizada porque pueden identificar y caracterizar los nutrientes. Los investigadores han establecido con éxito los principios básicos de la nutrición humana y animal. Inicialmente se estudió todo lo relacionado con la crianza de aves y cerdos; el foco de investigación actual es comprender el sistema digestivo de los herbívoros y el uso alimentario de estos animales.

Como se mencionó anteriormente, la nutrición se considera una ciencia, y en este campo se ha promovido, establecido y cuantificado la misma investigación básica. Se han realizado algunos descubrimientos en nutrición, como las vitaminas, y se han desarrollado instrumentos modernos para la determinación de aminoácidos, ácidos orgánicos y otros nutrientes. Esta investigación minimizó la necesidad de nutrición de los animales y dio lugar a una variedad de innovaciones nutricionales. (Olivo, 2004)

En materia de nutrición se han producido cambios muy importantes, como la reducción del uso de aditivos alimentarios y fármacos para estimular a los animales, y el deseo de incrementar el uso de proteínas en la dieta. Además, se han desarrollado técnicas físicas, químicas y microbiológicas incorporado para inducir cambios en la dieta. Las mejoras en la nutrición han llevado a una cuidadosa investigación sobre las materias primas y los requisitos de los animales para lograr el rendimiento esperado. Aunque se han realizado muchos avances, todavía hay muy pocos resultados para comprender el crecimiento a nivel celular.

1.4.2.2 Proceso de balanceado

La producción de alimento balanceado consiste en procesos relativamente simples, y estos procesos no tienen diferencia entre fábricas, por su flexibilidad para preparar diferentes tipos de alimentos. Sin embargo, debido a la gran cantidad de materias primas que se deben procesar, los parámetros de inversión requeridos para este tipo de fábrica suelen ser altos, y dado que la cantidad de productos producidos por la fábrica es la misma, el control de calidad que se debe realizar desde la recepción de las materias primas hasta el producto refinado final también requiere altos costos.

Un alimento bien diseñado y balanceado significa considerar la calidad o estándares que representan las materias primas, porque las variables descritas en el sistema de manejo a controlar afectarán directamente el desempeño de los animales que ingieren el alimento. Los ingredientes más viables son el contenido de proteínas, cenizas y fibra. Los cambios de estos elementos son causados especialmente por el propio procesamiento, adulteración o razones naturales. Por ejemplo, estas anomalías pueden ser causadas por la presencia de arena o suelo, y la presencia de arena o suelo es causada por la fuente del insumo (generalmente la materia prima). Los ingredientes con mayor viabilidad son de origen animal porque tienen estructuras muy diferentes, por ejemplo, los subproductos avícolas pueden consistir en carne, huesos, plumas, etc.

Una vez que se completa la compra de materias primas, generalmente se consideran cuatro pasos básicos:

1. Verificar las materias primas requeridas.
2. Tomar muestras de productos y realizar análisis de laboratorio para determinar la apariencia y los parámetros de calidad y descartar micotoxinas.
3. Pesar las materias primas.
4. La identificación real de la recepción.

El alimento balanceado se define como cualquier material simple o compuesto que se utiliza directamente para producir un alimento balanceado, ya sea refinado o semiacabados, por lo general consiste en el proceso que se muestra en el diagrama de flujo.

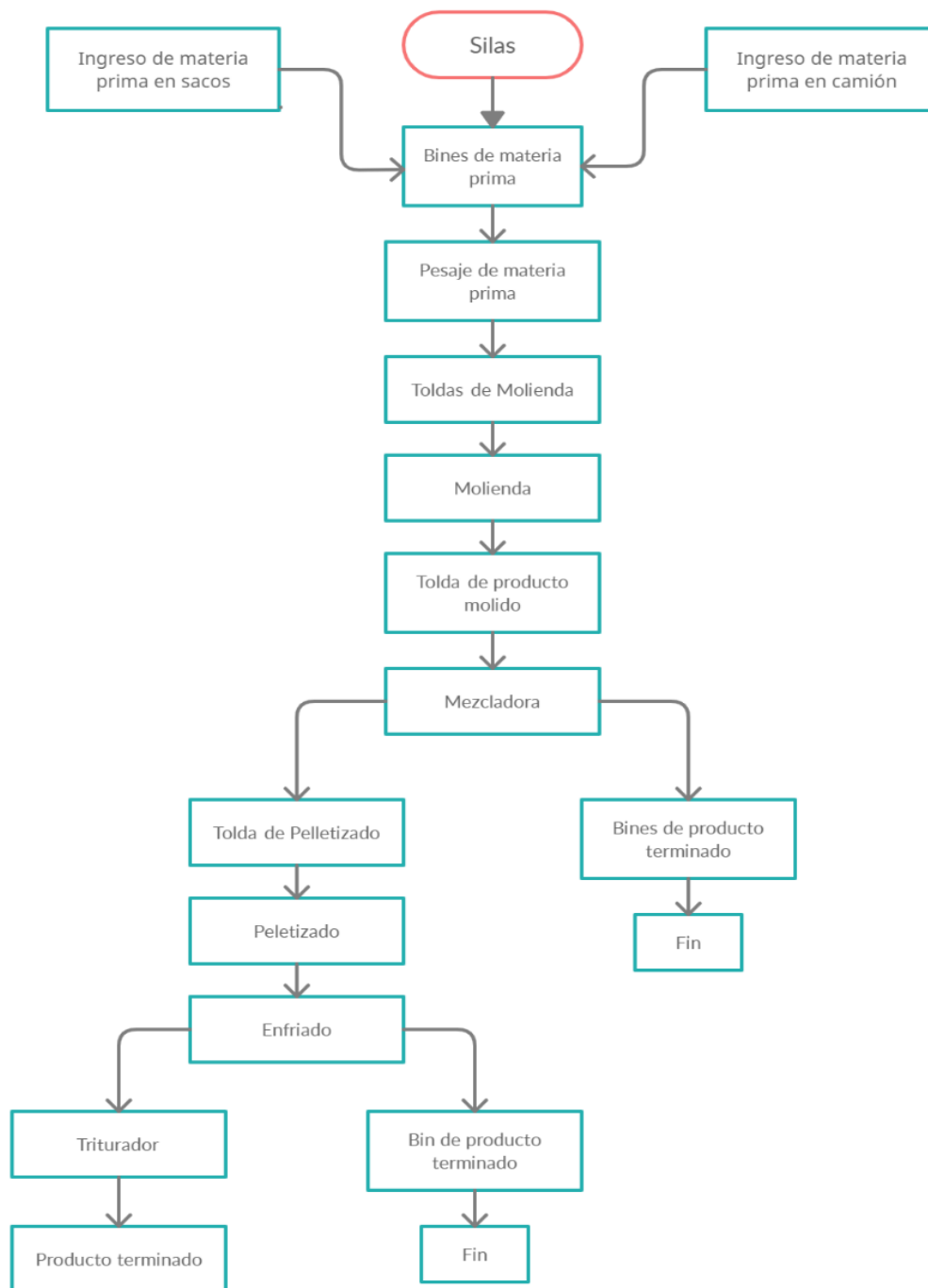


Figura 1 Etapas del proceso de balanceado
Fuente: Elaboración propia

La elaboración de alimentos balanceados, a pesar de ser considerado como un proceso científico, en realidad es un proceso que aun depende de la mano del hombre. Se estima que en la actualidad la automatización del proceso dado para llevar a cabo la fabricación es considerado como una tendencia en el mundo actual, pero se debe mencionar que aún existen muchas plantas o empresas de alimentos balanceados que terminan siendo totalmente

dependiente de una serie de decisiones acertadas por el mismo personal que se encuentra a cargo del proceso.

Dado que cada proceso en la producción de alimentos para animales es la unificación o mezcla de muchos componentes, aunque existe una automatización completa, si se enfatiza demasiado un aspecto del proceso, puede producir resultados indeseables. El trabajo de cada nutricionista se formula al menor costo para lograr los mejores beneficios para la productividad animal, pero esto no significa que los procesos y la maquinaria que existen en la fábrica puedan producir suficiente alimento balanceado. En muchos casos, el concepto de menor costo no es suficiente en este proceso, porque la diferencia en la calidad de las materias primas y la tecnología de cada fábrica es difícil de programar en la matriz del modelo de programación lineal.

Molienda: Este es el primer proceso experimentado por las materias primas en el acabado de productos terminados. El propósito de usar un molinillo es lograr el tamaño y la forma de partícula adecuados de acuerdo con la apariencia del producto terminado: harina o granulación (granulación). Para modificar a voluntad el tamaño de partícula de cada materia prima, en comparación con el sistema de post-molienda, se recomienda utilizar el sistema de pre-molienda, ya que utilizaremos el tamiz más adecuado según las materias primas utilizadas, y todos los materiales en el post-triturado deben pasar por el mismo tipo de tamiz. Los diferentes tamaños de partículas son beneficiosos para la descomposición del producto final. Siempre debemos tener esto en cuenta, especialmente cuando la comida se presenta en harina.

La dimensión de las partículas va a depender del tipo de molino ya sea de martillos, rodillos, del diámetro de orificio de la criba o a su vez de las revoluciones del motor, y de varios factores: entre los cuales se destaca el estado de las placas de choque, las superficies perforadas y a su vez la disposición de los orificios de la criba, el número y estado de los martillos, de la cantidad de aire recibida por parte de la aspiración, etc.

Proceso de mezcla: esta es un área que a menudo se pasa por alto en el proceso de fabricación de alimentos. Este centro de costos es el área de responsabilidad más grande para el gerente de producción, generalmente el área donde tenemos personal calificado y equipos que son menos adecuados para el proceso. Debemos darnos cuenta de que, si la primera y la segunda mezcla no son buenas, la uniformidad de los animales salvajes será catastrófica. Cuánto sacrificaría por un alto coeficiente de variación, y estos coeficientes de variación se

obtienen midiendo aditivos específicos y delicados (como aminoácidos, vitaminas o minerales o incluso potenciadores del rendimiento).

Pero debemos mencionar que resulta una realidad, el hecho de que en muchas de las plantas de alimento balanceado terminado no se llevan a cabo procedimientos para comprobar la homogeneidad del mezclado. El mismo que resulta ser un procedimiento sumamente sencillo, pero que a su vez ha sido olvidado dentro de los programas de control de calidad.

Pretratamiento: Este es el primer tratamiento térmico clásico después de granular (granular) la harina de un alimento balanceado. Este equipo se ubica entre el alimentador del peletizador y el peletizador, también puede ubicarse frente al madurador o expansor. Es un mezclador turbulento continuo, que gira a una velocidad de aproximadamente 300 rpm. Su función es una mezcla homogénea de vapor y harina. Cuanto mayor sea la longitud del equipo, mayor será el tiempo de retención y, por tanto, mejor será la homogeneidad. Este tiempo suele variar en función del equipo y de la dureza e higiene requerida de las partículas.

Melaza: Tiene un diseño homogeneizador (ajuste convencional), que es un lugar adecuado para la inyección de melaza, pero también se pueden inyectar otros líquidos. Es deseable moler finamente el producto para tener una superficie más grande, lo que favorece la adhesión del líquido. Para distribuir bien el líquido en la harina, el líquido debe dirigirse al producto, no al rotor o pared de la máquina de melaza. Este equipo suele instalarse después del mezclador, aunque puede ubicarse en otro lugar (antes del mezclador, preprocesador, etc.). La adición de líquido debe controlarse automáticamente porque es un proceso continuo y el flujo de harina determina la cantidad de líquido que se debe agregar.

La Peletizadora: dicho proceso de granulación representa al alimento balanceado en forma de harina a un efecto mezclado de compresión y extrusión o a su vez prensado. La peletización tal y como se describe en la actualidad termina siendo el resultado de una constante evolución que inicio solamente con un equipo rudimentario que solamente moldeaba hasta llegar en la actualidad a equipos que realizan una compresión-extrusión.

El Enfriado-Secado: Dicho proceso se realiza en los equipos denominados como enfriadores cuyo objetivo es minimizar la humedad y a su vez la temperatura del pelet para obtener una mejor conservación. Existen varios tipos de enfriadores entre los cuales se destacan el vertical, horizontal y en contracorriente con distintos modelos para cada caso.

Únicamente el enfriador horizontal se utiliza en casos de productos de difícil fluidez y con aditivos sublimados de líquido. El enfriador en contracorriente posee un buen uso para enfriar productos de fácil fluidez.

1.4.2.4. Enfoque de procesos

Las empresas manufactureras o de servicios con el fin de ser más competitivas en el mercado, en los últimos años han recurrido al enfoque por procesos, manejadas por diversas metodologías de mejora continua, EFQM (European Foundation for Quality Management) o normas como la ISO 9001, las cuales tienen sus pilares fundamentales en la identificación y mejoramiento de los procesos claves o de creación de valor, los cuales son de efecto directo en la satisfacción del cliente. El enfoque basado en procesos en el sistema de gestión permite a la empresa gestionar las actividades y los recursos de una manera efectiva. En la caracterización de los diferentes procesos deben constar sus entradas, el proceso en sí y las salidas, Beltrán (2009) indicó que se deben considerar los siguientes aspectos en cada proceso:

- Definir sistemáticamente las actividades de un proceso.
- Reconocer las interrelaciones entre los procesos.
- Identificar los procesos.
- Analizar, medir y evidenciar los resultados del proceso.
- Recursos y métodos que permitan mejorar el proceso.

Establecer un enfoque por procesos permite tener beneficios como los detallados a continuación:

- Integra y alinea los procesos hacia el mismo objetivo.
- Otorga confianza en los clientes
- Permite observar transparencia de las operaciones dentro de la empresa
- Uso eficaz de recursos
- Permite enfocar y priorizar ideas de mejora
- Motiva la participación del personal y clarifica sus responsabilidades

1.4.2.5. Productividad

El término productividad se ha ido desarrollando desde 1766 cuando se mencionó por primera vez por Quesnay sin un significado preciso y fue hasta 1983 donde Litre lo definió como “facultad de producir”. En definitiva, la palabra productividad es una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, reflejando que tan bien se están utilizando los recursos humanos, naturales, financieros, científicos y tecnológicos en una empresa o en la sociedad (Escalante, 2016, p. 18-20). Entre los modelos de productividad más utilizados se

encuentran el Modelo de Productividad Total de Sumanth basándose en medidas cuantificables y el Enfoque de Valor Agregado basado en la riqueza generada como salarios, prestaciones e impuestos al Estado.

1.4.2.6. Metodología “Six Sigma”

El enfoque estadístico de Seis sigmas es alcanzar un nivel de calidad de hasta 3,4 defectos por un millón de oportunidades. El nivel sigma se deriva de la distribución normal con un ajuste que implica descentrar la media de 1,5 desviaciones. Generalmente las empresas empiezan con un nivel 3 sigma y con un trabajo constante la meta es llegar a los 6 sigma. La estrategia Seis Sigma se fundamenta en la aplicación del método DMAIC, que consta de cinco fases: definir, medir, analizar, implementar y controlar, siendo de suma importancia para la aplicación de cada una de las fases.

- **Definir:** se procede a definir el proceso o los procesos, que serán objeto de evaluación por parte de la dirección de la empresa. También se define el equipo de trabajo que realizará el proyecto. Finalmente, se definen los objetivos de mejora.
- **Medir:** es importante entender el estado actual del problema o defecto por el que atraviesa el proceso objeto de mejora. Cada parte del proceso es clasificada y evaluada, identificándose las variables relacionadas con el mismo y se procede a medirlas.
- **Analizar:** se analizan e interpretan los resultados de la medición, contrastando la situación actual con el historial del proceso. Es aquí donde podemos averiguar las causas del problema
- **Mejorar:** se realizan las acciones que se consideren necesarias para mejorar el proceso.
- **Control:** se aplican las medidas necesarias que garanticen la eficacia y continuidad del proceso, el mismo que será adecuado a los nuevos objetivos.

La correcta aplicación de la metodología DMAIC requiere de un enfoque real de los requerimientos de los clientes, la identificación acertada de los problemas que inciden directamente sobre el producto final, la aplicación de herramientas estadísticas adecuadas para el análisis requerido y el seguimiento continuo a las soluciones aplicadas.

1.4.2.7 Índice de capacidad del proceso y métricas Six Sigmas

La capacidad presentada del proceso en pocas palabras es el rango establecido en el cual se genera la variación natural en relación a los datos reales del proceso. De tal manera, que el proceso que se estudia cumplirá con cada una de las especificaciones que han sido definidas y en el momento en el cual su variación natural sea menor que a la ya establecida.

En pocas palabras el cálculo para la capacidad del proceso “Cp” se lleva a cabo con la siguiente ecuación:

$$Cp = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Donde:

Cp: capacidad del proceso.

ES: especificación superior de calidad.

EI: especificación inferior de calidad.

σ : desviación estándar

La definición del valor que se obtiene para definir la capacidad en el proceso se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 1 Valores de capacidad del proceso (Cp) y su interpretación

Valor del índice Cp	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Calidad six sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < Cp < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario llevar a cabo un análisis del proceso. Requiere de una serie de modificaciones serias para obtener una calidad satisfactoria.
$Cp < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo, requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: Elaboración propia

Es necesario tener en cuenta que dentro de un proyecto Six Sigma resulta crítico conocer la capacidad del proceso con el cual se está trabajando, de esta manera el conocido como índice de capacidad real “Cpk” es usado para poder conocer si el proceso se encuentra centrado y el mismo toma el valor mínimo de la capacidad, de este modo el cálculo de la misma se la realiza por medio de la siguiente ecuación:

$$Cpk = \text{minimo} \left[\frac{\mu - EI}{3 \sigma} ; \frac{ES - \mu}{3 \sigma} \right]$$

Donde:

Cpk: índice de capacidad real del proceso.

ES: especificación superior de calidad.

EI: especificación inferior de calidad.

σ : desviación estándar

μ : media

Para poder conocer el nivel sigma o a su vez la cantidad de defectos que se presentan por el millón de oportunidades con los cuales cuenta un proceso, es necesario tener en cuenta el índice de capacidad real para el proceso “Cpk” como se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 2 Conversión nivel sigma, DPMO, Cpk

Nivel sigma	Probabilidad buenos	Probabilidad defectos	DPMO	Cpk
0	0.00	1.00	1000000.00	0.00
0.5	0.14	0.86	864 094.88	0.17
0.75	0.21	0.79	785 597.12	0.25
1.00	0.30	0.70	697 672.13	0.33
1.25	0.40	0.60	601 686.09	0.42
1.50	0.50	0.50	501 349.00	0.50
1.75	0.60	0.40	401 870.70	0.58
2.00	0.69	0.31	308 770.17	0.67
2.25	0.77	0.23	226 715.77	0.75
2.50	0.84	0.16	158 686.93	0.83
2.75	0.89	0.11	105 669.46	0.92
3.00	0.93	0.07	66 810.60	1.00

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, es necesario mencionar que el índice de Taguchi “Cpm” es un índice que tiende a considerar el centrado y la vez la variabilidad de dicho proceso. Es decir que no solamente basta con el hecho de minimizar la variabilidad del proceso, sino que también que es necesario reducir considerablemente la variabilidad en relación al valor nominal con la siguiente ecuación:

$$Cpm = \frac{ES - EI}{3\tau}$$

Donde:

Cpm: índice de Taguchi

ES: especificación superior de calidad

EI: especificación inferior de calidad

T: factor tau

Donde τ (tau) esta especificada por la siguiente ecuación:

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}$$

Donde:

T: factor tau.

N: valor nominal de la calidad

σ : desviación estándar

μ : media

con el valor dado para el índice de Taguchi “Cpm” de las cuales se puede visualizar las siguientes interpretaciones:

- $Cpm < 1$, la cual nos indica que dicho proceso no está cumpliendo con las especificaciones en relación a un exceso de variabilidad o los problemas de centrado.
- $Cpm > 1$, nos indica que el proceso cumple con especificaciones y al mismo tiempo la media se halla dentro de la tercera parte central de la banda de especificaciones.
- $Cpm > 1.33$, nos indica que el proceso cumple con las especificaciones y que al mismo tiempo la media se halla dentro de la quinta parte central de la banda de especificaciones.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para poder llevar a cabo la solución de un problema de manera efectiva es necesario poder contar con una serie de herramientas que resultan ser necesarias, conocimientos sólidos y adecuados y contar con una estructura detallada de procesos con el propósito de obtener los objetivos que han sido planteados.

2.1 Tipos de investigación

En el desarrollo del trabajo de investigación actual, se han considerado diferentes tipos de métodos, como la investigación descriptiva y la investigación explicativa.

Investigación descriptiva: En la investigación descriptiva se seleccionan una serie de argumentos, conceptos o variables diferentes, cada variable, concepto o variable se mide de forma independiente, y su único propósito es poder describirlos durante el proceso de investigación. En nuestra investigación, las diversas peculiaridades de la población designada son los objetos de nuestra investigación. (Cairampoma, 2015)

Investigación explicativa: La autora Fideas G. Arias señaló en 2012 que la investigación exploratoria se encarga de encontrar el inicio de los hechos explicando la causalidad. A través de la prueba de hipótesis, diversos estudios explicativos invadirán la determinación de las distintas causas y resultados del origen, de manera que los resultados pasen a formar parte del conocimiento más profundo.

2.2 Modalidad de la investigación

Investigación de campo: Los autores Santa Palella y Filiberto Martins señalaron en 2010 que las investigaciones de campo se basan en recolectar datos directamente donde ocurrió el incidente, sin necesidad de manipular o incluso intervenir en todas las variables. Debemos mencionar que los datos auxiliares también se pueden utilizar en encuestas de campo, especialmente los datos auxiliares de fuentes bibliográficas, que se componen de marcos teóricos.

2.3 Diseño de la investigación

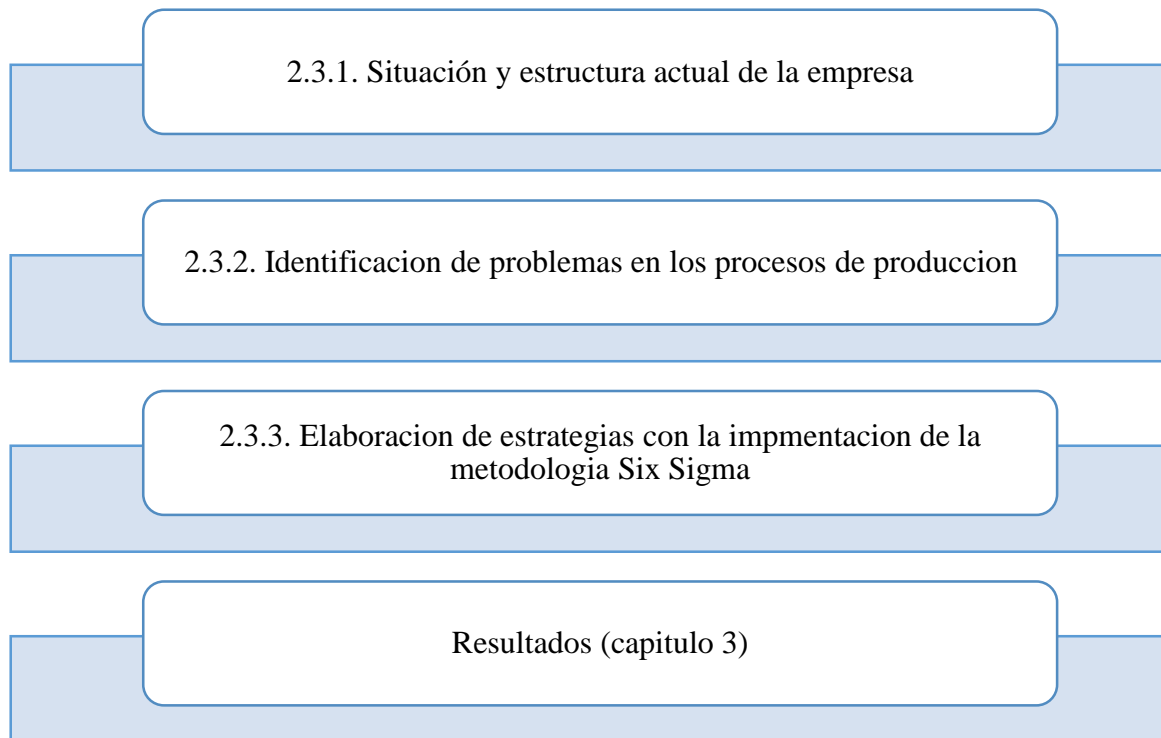


Figura 2 Diseño de la investigación
Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Situación y estructura actual de la empresa

En la actualidad la estructura organizacional que forma parte de la Planta Avícola San Isidro S.A AVISID, se encuentra detallada por una línea de mando de tipo vertical, donde la administración resulta ser el principal responsable de los procesos de producción que se llevan a cabo dentro de la empresa, de tal manera se ha detallado el organigrama de la siguiente manera:

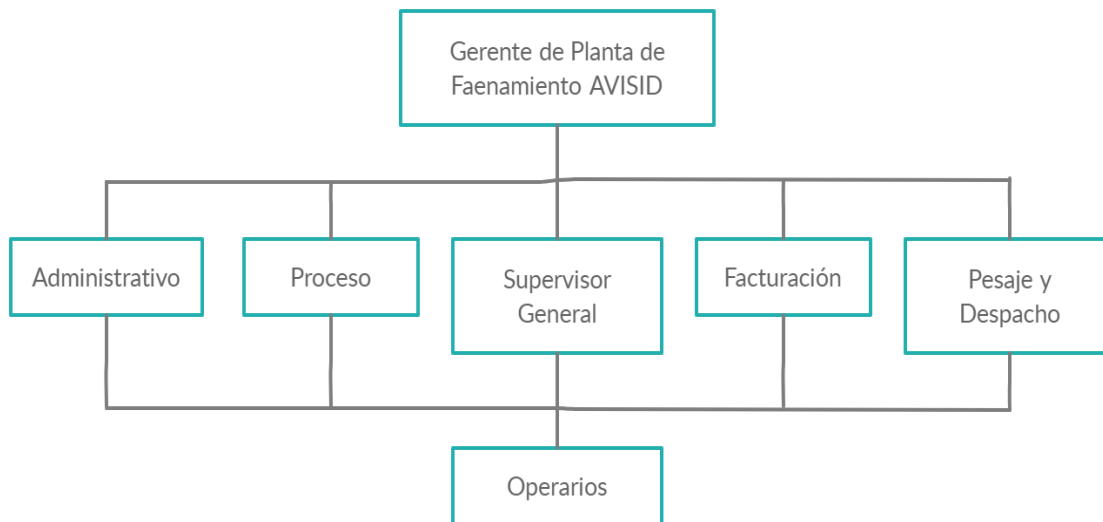


Figura 3 Estructura organización AVISID
Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha definido la estructura organizacional elaborada, se procede a determinar el número de áreas y de trabajadores que pertenecen a la planta.

Distribución de la infraestructura

Luego de haber definido la estructura organizacional de la empresa, hemos detallado la edificación de la planta de faenamiento, la misma que se encuentra estructurada de la siguiente manera:

- Planta de faenamiento.
- Bodega para productos químicos.
- Bodega para suministros (equipos de protección personal).
- Bodega de herramientas de mantenimiento.
- Comedor.
- Almacenamiento de agua.
- Oficinas.
- Vestidores.
- Baños.
- Garita o entrada.

Análisis del mercado

La planta Avícola San Isidro S.A AVISID faena alrededor de 600.000 pollos al mes con el objetivo de poder venderlos a sus consumidores, uno de los mayores clientes es KFC Guayaquil y Quito, se debe mencionar que también existe un porcentaje como línea de

etiquetado conocidos como “Gustapollo” entre otros consumidores de dicho producto, es decir para el pueblo o las personas del cantón Isidro Ayora y sus alrededores.

Descripción de la situación actual del proceso de elaboración de alimentos balanceados

En la actualidad podemos notar como el aumento dentro de la producción animal mundial tiene que ver directamente al hecho del requerimiento de proteína basada en la dieta humana, el aumento poblacional y la ausencia de alternativas proteicas. Cabe mencionar que a dicho crecimiento es necesario la suma de la tendencia presentada por parte de los consumidores hacia los productos más naturales, aquellos de mayor calidad, menor precio, mayor inocuidad, un mayor bienestar animal y con ello menos efectos ambientales.

Hoy en día, debemos mencionar que la producción de alimentos balanceados resulta ser planificada de acuerdo a los pedidos realizados por semana, la misma producción resulta ser despachada de manera diaria, de acuerdo al orden de pedido, y en relación que en la actualidad no se cuenta con bodegas de almacenamiento para productos terminados.

La planta procesadora de alimentos balanceados ha recibido una gran cantidad de reclamos con respecto a la calidad que presenta el alimento, la composición nutricional y el tamaño de las partículas. Las mismas que se deben especialmente por la ausencia de la estandarización de procesos, de una alta variabilidad en relación a las demandas presentadas por los clientes y a la ausencia de las capacitaciones para el personal. De la misma manera, es notable que dentro de los procesos productivos de tienen también una cantidad de productos no conformes y reprocesos, los mismos que son las causas para que se generen tiempos improductivos y el aumento en horas extras de trabajo.

2.3.2. Identificación de problemas en los procesos de producción

Para poder conocer cada uno de los procesos que forman parte del proceso de elaboración del alimento balanceado, fue necesario elaborar un diagrama de flujo acerca del proceso de elaboración del alimento balanceado, lo cual se puede visualizar en la siguiente figura.

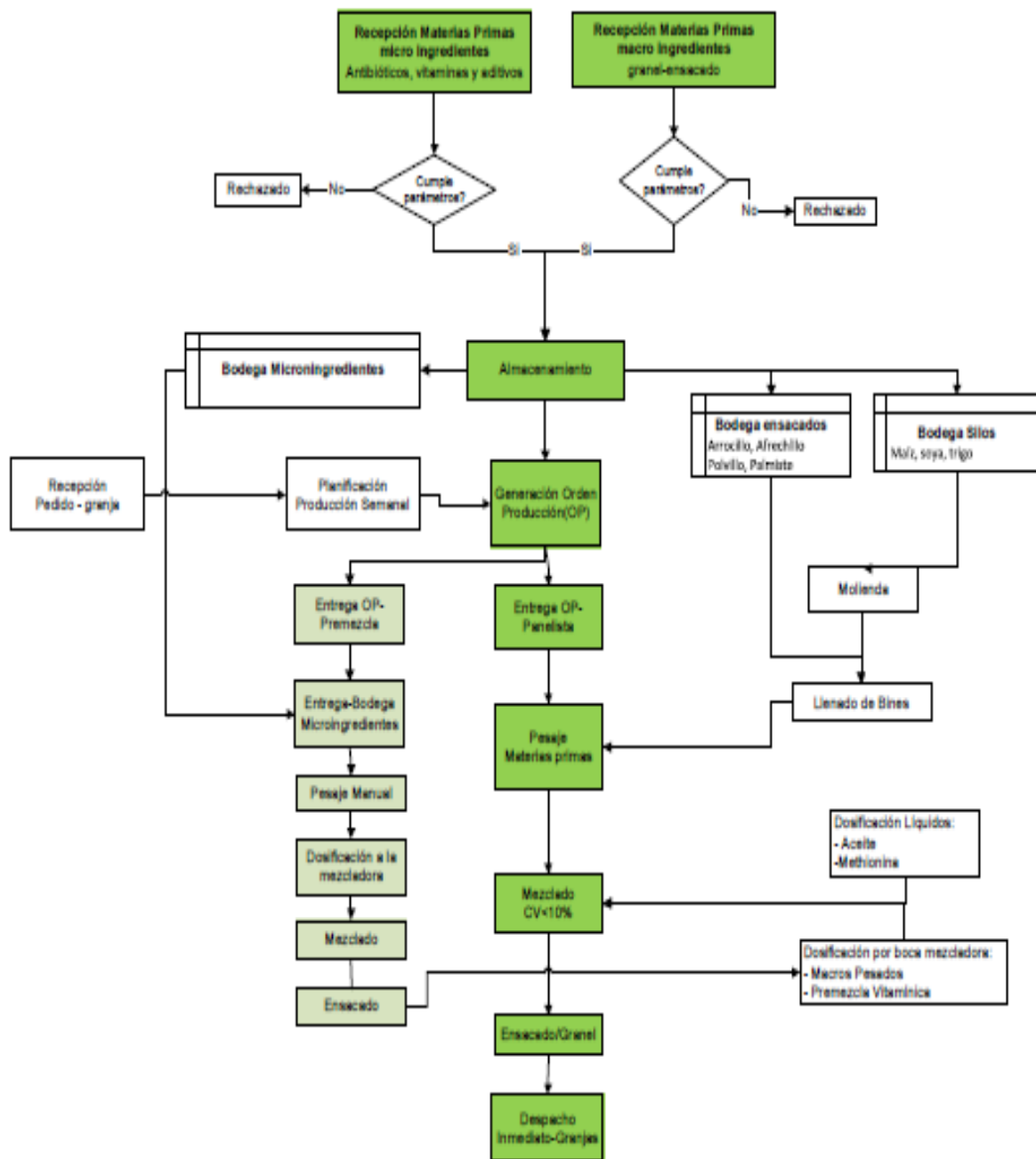


Figura 4 Diagrama de flujo de proceso de elaboración de alimento balanceado terminado

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha logrado determinar cada uno de los procesos involucrados de manera directa en la elaboración de alimento balanceado, se elaboró una tabla de resumen anua acerca de los reclamos por calidad, con la ayuda de aquello se efectuó una matriz de priorización en la cual se consideró como criterio principal los reclamos que fueron presentados durante el año 2019.

Tabla 3 Reclamos de productos terminados

Tipo de reclamo	Año		
	2017	2018	2019
Granulometría	55 %	24 %	46 %
Materias primas extrañas a la dieta	18 %	24 %	8 %
Materia prima apelmazada	9 %	12 %	8 %
Color uniforme	18 %	29 %	31 %
Dosificación de aceite	0 %	6 %	0 %
Problemas de color yemas de huevo	0 %	6 %	0 %
Problemas de rotura de cascara	0 %	6 %	0 %
Total	100 %	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se ha determinado la matriz de priorización, podemos visualizar que dentro de los procesos existen puntos críticos, es decir que dichos procesos son los que obtuvieron los puntajes más altos, tales como: dosificación de bins, dosificación de aceite, mezclado y elaboración de premezclas vitamínicas.

Tabla 4 Matriz de priorización de procesos claves

Nombre del proceso	Color uniforme	Granulometría	Dosis aceite	Mezcla homogénea	Materia primas extrañas	Valor
Recepción de pedidos de granja	0	0	0	0	0	0
Planificación de la producción	0	0	0	0	0	0
Generación OP	0	0	0	0	0	0
Dosificación bins	4	3	0	5	5	17
Dosificación de mezcladora	3	0	0	5	5	13
Dosificación de aceite	5	0	5	4	0	14

Dosificación de metionina líquida	0	0	0	1	1	2
Mezclado	5	0	0	5	0	10
Despacho ensacado	0	0	0	0	0	0
Despacho granes	0	0	0	0	0	0
Molienda materias primas a granes	0	5	0	0	0	5
Elaboración Premezcla vitamínica	1	0	0	3	3	7
Mantenimiento de equipos	0	0	1	1	1	3

Fuente: Elaboración propia

Para lograr la identificación de los procesos fue necesario contar con una lista de chequeo la misma que se describe a continuación, en la cual se logró considerar el objetivo principal de la organización, metas y la definición de cada uno de sus procesos, la secuencia y los responsables de las mismas. Con el principal objetivo de trabajar en cada uno de los procesos que añaden un valor y contribuyan de manera directa a alcanzar las metas propuestas por parte de la empresa.

Dosificación de bins

Al ser considerado como un proceso manual de dosificación, no fue posible contar con los datos de variabilidad del pesaje real durante el proceso de dosificación, de tal manera que fue necesario solo trabajar con los datos de porcentajes de proteínas obtenidos de los meses anteriores, los mismos que fueron ejecutados en un laboratorio externo, de tal manera que se llevó a cabo la validación de cada uno de los datos logrando verificar que los datos escogidos no existiera ninguna novedad o algún cambio de materias primas, el cual haya podido llegar a afectar el porcentaje de proteína, de tal manera que fue necesario revisar diversas órdenes de producción.

Luego de lograr recolectar cada uno de los datos necesarios se llevó a cabo una prueba de normalidad, donde fueron considerados parámetros de sesgo estandarizados y de curtosis estandarizadas, para lograr concretar la aceptación de normalidad en cada uno de los datos analizados.

El sesgo estandarizado utilizado para la representación numérica es la misma que llega a reflejar la asimetría dentro de un conjunto de datos y se procede a calcular por medio de una ecuación, por otro lado, la denominada curtosis estandarizada es aquella que logra expresar que tan elevada o plana llega a ser la curva de los datos que son estudiados en relación a la curva normal, cuyos cálculos se proceden a realizar por medio de ecuaciones. Cabe mencionar que los datos que se presentan dentro de una distribución normal las mediciones deben de estar en el rango de $-2 +2$.

$$\text{Sesgo estandarizado} = \frac{\text{sesgo}}{\sqrt{6/n}}$$

$$\text{Sesgo} = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra.

S: desviación estándar.

X: media muestral

$$\text{Curtosis} = \frac{n(n+1) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{3(n-1)}{(n-2)(n-3)}$$

$$\text{Curtosis estandarizado} = \frac{\text{sesgo}}{\sqrt{24/n}}$$

Dosificación de aceite

Para poder llevar a cabo la medición del parámetro crítico de dosificación de aceite, es necesario contar con el levantamiento de los datos de un promedio de tres mediciones. Se llevó a cabo la ejecución de un diagrama de causa-efecto para lograr identificar cada una de las posibles causas del problema, luego de aquello se llevó a cabo una detenida observación en el proceso de dosificación de aceite y de esta manera se logró verificar en el manual del equipo cada una de las condiciones necesarias para su funcionamiento.

Después se llevó a cabo la prueba de normalidad y de esta manera se procedió a elaborar un gráfico de control de medias y de rangos, en dicho grafico fue necesario aplicar variables continuas, dicho proceso nos da la facilidad de tomar muestras de tamaños entre 2 y 10. Los

límites de control para cada una de las medias se obtienen por medio de las siguientes ecuaciones.

$$LSC(X) = X + A_2R$$

$$LIC(X) = X - A_2R$$

$$X = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{k} ; \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K}$$

Donde:

LSC(X): límite control superior (medias)

LSI(X): límite de control inferior (medias)

X: promedio de medias

R: promedio de rangos

k: número de muestras de tamaño n

A3: constante para graficas de control

R: media de los rangos

Por otro lado los límites de control para los rangos se proceden a calcular con la ayuda de las siguientes ecuaciones:

$$LSC(R) = D_4R$$

$$LIC(R) = D_3R$$

Donde:

LSC(R): límite control superior (rangos)

LSI(R): límite de control inferior (rangos)

D4: constante para graficas de control

D3: constante para graficas de control

R: promedio de rangos

Calidad de mezcla

La calidad de mezcla se llevó a cabo por medio de las pruebas de mezclado, el cálculo para el coeficiente de variación dado en el proceso de mezclado se logró evaluar por medio del método denominado como microtrazadores, establecido para dos tiempos de mezclado, el tiempo actual necesario para la mezcla y el otro para el tiempo de prueba. Es decir que para cada tiempo fue necesario realizar cerca de dos repeticiones.

Para poder lograr alcanzar el éxito dentro de las mejoras al ser implementadas en los procesos claves, fue necesario el hecho de establecer nuevas condiciones para cada procesos,

para lo cual necesario considerar los beneficios y los posibles problemas futuros que podrían llegar a originarse. Dentro de cada proceso se propusieron una serie de soluciones las mismas que fueron recogidas a través de una lluvia de ideas, para lograr alcanzar las metas o las mejoras a ser implementadas dentro de los procesos claves, fue necesario contar con nuevas condiciones para cada proceso, teniendo en cuenta siempre los beneficios y los posibles problemas que podrían presentarse en el futuro.

Para la medición de parámetros críticos se efectuó la caracterización de cada una de las variables críticas, en las cuales se logra visualizar las especificaciones dadas por cada variable y al mismo tiempo el tipo, que en este caso presentado terminan siendo continua, debemos recalcar que en cada una de las fases se aplicó la metodología DMAIC.

Tabla 5 Caracterización de variables

CARACTERIZACION DE VARIABLES		
Variable critica	Especificación	Tipo
Dosificación de bins	Variación de proteína +- 1% respecto a lo formulado	Continua
Control en retenidos en alimento terminado		
Dosificación de aceite	Variación en dosificación +- 1%	Continua
Calidad de mezcla	Coefficiente de variación < 10%	Continua

Fuente: Elaboración propia

CURSOGRAMA ANALÍTICO					MATERIAL RESUMEN									
Proceso		Diagrama número: 1		ACTIVIDAD	Actual	Propuesta	Economía							
Proceso: Elaboración de alimentos balanceado				Operación	○	7								
Actividad: Elaborar balanceado línea Broilers				Transporte	⇒	4								
Método actual de producción				Espera	□									
Realizado por: Ing Patricia quillpanqui				Inspección	□	1								
Lugar: Área de producción				Almacenamiento	▽									
Observaciones generales:				Tiempo (minutos)		14,14								
				Distancia (metros)		71								
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad (kg)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Agregan valor		Sin valor agregado	Observaciones	
					○	⇒	□	□	▽	VAC	VAE	SVA		
1	Generar orden de producción	1800		0,54	●						1			
2	Retirar orden de producción del segundo piso		40	0,75		●						1		
3	Elaborar manualmente tarjeta de macros pesaje manual			0,34		●					1			
4	Entrega orden de producción a panelistas		1	0,49		●						1		
5	Verificar disponibilidad de ingredientes en bins			0,57					●				1	
6	Dosificar macroingredientes de bins a tolva báscula de forma manual			2,02		●					1			
7	Soltar contenido de tolva báscula a mezcladora			0,26		●					1			
8	Iniciar mezclado-Adicionar macros pesados- aceite.			3,64		●					1			
9	Vaciar mezcladora			0,08		●					1			
10	Transportar batch a bin		15	2,02					●			1		
11	Ensacar Alimento	1830		2,36		●					1			
12	Transportar sacos hasta camión transportadora		15	1,06					●				1	
TOTAL		1830	71	14,14							7	4	1	

Figura 5 Diagrama analítico situación actual

Fuente: Elaboración propia

Para el proceso de la dosificación de binses se usó los valores de proteínas que fueron conseguidos por medio de un laboratorio externo certificado con un valor de incertidumbre del 0.05 % y un nivel de confianza del 95 % los cuales se detalla a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 6 Valores de proteína con dosificación manual

Valores de proteína														
Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Proteína (%)	17.4	17.2	15.1	15.3	16.3	15.3	17.0	17.4	16.5	15.7	17.4	17.2	17.2	17.2
Muestra	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Proteína (%)	17.6	17.4	16.4	16.5	17.4	18.3	17.4	15.7	17.1	16.6	17.3	17.5	17.4	16.9
Muestra	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Proteína (%)	16.0	16.3	17.9	17.4	16.4	15.1	15.0	14.4	15.4	17.0	16.1	14.9	14.5	15.1
Muestra	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53			
Proteína (%)	15.4	15.5	16.0	15.1	15.8	14.9	14.9	14.3	15.1	16.6	17.4			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Índices de capacidad del proceso de dosificación de binses

	Capacidad	Desempeño
	Corto plazo	Largo plazo
Sigma	0.65	1.05
Cp/Pp	0.76	0.47
Cpk/Ppk	0.65	0.41
K		-0.13
DPM	29 244.6	161 533.0

Fuente: Elaboración propia

Luego de aquello se calculó el índice de Taguchi “Cpm” para obtener el valor del factor tau y el valor del Cpm.

$$t = \sqrt{(1.0525)^2 + (16.2998 - 16.5)^2} = 1.0714$$

$$Cpm = \frac{18 - 15}{3(1.0714)} = 0.933$$

Con el valor obtenido de 0.933 nos damos cuenta que el proceso en realidad no cumple con las especificaciones, ya que la misma presenta problemas de centrado.

De acuerdo a los datos de verificación para los pesos levantados que forman parte de la siguiente tabla, se llevó a cabo una prueba de normalidad, en donde los resultados arrojados nos presentan un valor para el sesgo estandarizado de -0.95 y en el caso de la curtosis estandarizada un valor dado de -0.88. De tal manera, que luego de los resultados obtenidos al ser menores a +- 2, se ha llegado a la conclusión de que los datos tienen una distribución normal.

Tabla 8 Valores de verificación de peso y temperatura en la dosificación de aceite

VERIFICACION DE DOSIFICACION DE ACEITE							
Subgrupo	Observaciones			Peso real promedio (kg)	Peso teórico (kg)	Variación (%)	Temperatura (°C)
1	103.6	103.6	103	103.4	100.0	-3.4	40.1
2	95.4	100.2	96	97.2	100.0	2.8	36.8
3	101.6	101.8	101.9	101.8	100.0	-1.8	39.4
4	98.2	101	99	99.4	100.0	0.6	41.3
5	101	99	99.4	99.8	100.0	0.2	41.1
6	104.2	104.6	104	104.3	100.0	-4.3	42.0
7	92.4	96	96.4	94.9	100.0	5.1	38.4
8	105.4	103.8	104.2	104.5	100.0	-4.5	41.5
9	101	99	99.4	99.8	100.0	0.2	40.7

10	104.2	104.6	104.3	104.4	100.0	-4.4	41.3
11	105.4	103.8	104.2	104.5	100.0	-4.5	41.3
12	92.4	96	96.4	94.9	100.0	5.1	38.5
13	104.6	106.8	105.3	105.6	100.0	-5.6	44.6
14	100.4	100.2	100.5	100.4	100.0	-0.4	39.1
15	103.4	104.2	97.8	101.8	100.0	-1.8	38.3
16	102.6	103.6	102.4	102.9	100.0	-1.8	41.8
17	105.4	103.8	104.2	104.5	100.0	-2.9	41.5
18	102.6	112.4	102.3	105.8	100.0	-4.5	45.8
19	103.2	98.8	98.6	100.2	100.0	-5.8	40.9
20	101.8	102	106.8	103.5	100.0	-0.2	43.2
21	100.6	100.4	100.6	100.5	100.0	-3.5	39.7
22	101.4	103.8	106	103.7	100.0	-3.7	45.4
23	113	111.8	104.4	109.7	100.0	-9.7	45.2
24	97.8	101	100.9	99.9	100.0	0.1	39.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Índices de capacidad para el proceso de dosificación de aceite

	Capacidad	Desempeño
	Corto plazo	Largo plazo
Sigma	1.78	3.85
Cp/Pp	0.19	0.09
Cpk/Ppk	-0.18	-0.08
K		1.97
DPM	75 4526	81 9985

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se procedió a calcular el índice de Taguchi (Cpm) para lo cual fue necesario aplicar la siguiente ecuación para el cálculo del factor tau y el cálculo del Cpm.

$$t = \sqrt{(3.4620)^2 + (101.9694 - 100)^2} = 3.9830$$

$$Cpm = \frac{101 - 99}{3(3.90830)} = 0.167$$

Con el valor obtenido del Cpm de 0.167 al ser menor a uno, se indica que el proceso no cumple con las especificaciones, esto se debe a que existe un exceso de variabilidad.

Calidad de mezcla

Dentro de este parámetro crítico, la pruebas de mezclado se efectuaron de acuerdo al tiempo de mezclado con el cual se estaba trabajando y un tiempo adicional de prueba con un tiempo de 3 minutos. Cabe recalcar que los resultados dados de dicha medición nos indica que el mejor coeficiente de variación se generó con el tiempo que se estaba trabajando, el cual nos arroja un valor de CV=9.39% como se lo puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 10 Resultados de pruebas de mezclado

	TIEMPO DE MEZCLADO	
	3 min	3 min 30 seg
	CV (%)	CV (%)
Repetición 1	10.01	9.24
Repetición 2	9.88	9.53
Repetición 3	9.95	9.39

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 3

3.1 RESULTADOS (ANÁLISIS O PROPUESTA)

Una vez que se ha logrado realizar la implementación de un sistema automatizado de dosificación de bines, se procedió a recolectar nuevas muestras de alimentos balanceado, para poder ser enviadas nuevamente a un laboratorio externo para efectuar un análisis de proteínas, de tal manera, que los datos obtenidos de este nuevo análisis se puede visualizar en la siguiente tabla:

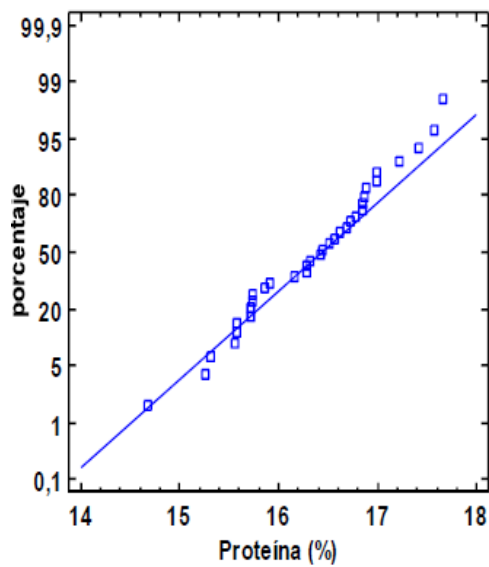
Resultados de proteína con la automatización

Tabla 11 Resultados de la proteína con la automatización

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Proteína (%)	16.78	15.74	16.44	16.49	16.68	15.58	15.58	15.56	15.91	15.73	16.86	15.86
Muestra	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Proteína (%)	15.71	15.71	15.32	17.22	17.66	16.99	16.32	16.52	16.56	17.57	16.28	17.41
Muestra	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
Proteína (%)	16.16	14.67	15.25	16.72	16.28	16.85	16.85	16.89	16.61	16.43		

Fuente: Elaboración propia

Con los datos que fueron obtenidos en este nuevo análisis al contar ya con el sistema de automatización, se llevó a cabo otra vez la prueba de normalidad para los datos, los resultados que se obtuvieron para el sesgo estandarizado de -0.49 y para la curtosis de -0.46, podemos concluir que los datos si poseen una distribución normal.



Recuento	34
Promedio	16,34
Mediana	16,43
Desviación Estándar	0,70
Coefficiente de Variación	4,32 %
Mínimo	14,67
Máximo	17,66
Rango	2,99
Sesgo Estandarizado	-0,49
Curtosis Estandarizada	-0,46

Figura 6 Prueba de normalidad para datos de proteínas con la automatización implementada
Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Índices de Cp con automatización

	Capacidad	Desempeño
	Corto plazo	Largo plazo
Sigma	0.55	0.70
Cp/Pp	0.90	0.70
Cpk/Ppk	0.81	0.63
K		-0.10
DPM	8 874.67	38 271.1

Fuente: Elaboración propia

De manera posterior se efectuó el índice de Taguchi “Cpm” en la cual se aplicó la ecuación del factor tau y para el cálculo del Cpm.

$$t = \sqrt{(0.7071)^2 + (16.3438 - 16.5)^2} = 0.7241$$

$$Cpm = \frac{18 - 15}{3(0.7241)} = 1.38$$

Con el valor obtenido del Cpm de 1.38 al ser considerado un $Cpm > 1.33$, nos indica que el proceso si cumple con cada una de las especificaciones que han sido dadas, ya que podemos notar que la media se encuentra dentro de la quinta parte central de la banda.

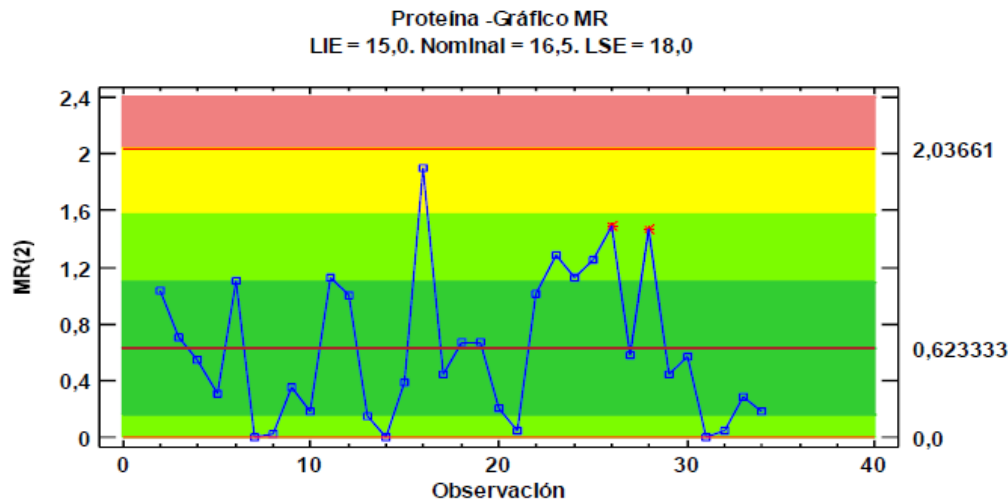


Figura 7 Grafica de control para individuales del proceso de dosificación de bins automatizado
Fuente: Elaboración propia

Dosificación de aceite

Para la dosificación del aceite se observan los datos que han sido recolectados con el nuevo sistema, se puede llegar a visualizar como los valores se hallan dentro de la zona alrededor de la media, es decir en esta etapa se puede verificar que el nuevo proceso de dosificación para el aceite se encuentra bajo control,

En la siguiente tabla podemos visualizar como los índices de capacidad generados por el proceso de dosificación del aceite poseen un $Cp > 1$ lo que nos dice que el proceso resulta ser capaz de cumplir con las especificaciones, con una variación de $\pm 1\%$. Con el valor obtenido para la capacidad real del proceso “Cpk” a corto plazo de 2.02, podemos observar de acuerdo a la tabla 1 se posee un nivel de sigma de 6.

Tabla 13 Verificación de pesos en el proceso de dosificación de aceite

Subgrupo	Observaciones			Peso real promedio (kg)	Peso teórico (kg)	Variación (%)
1	112.3	112.3	112.4	112.3	113.0	0.6
2	112.4	112.3	112.2	112.3	113.0	0.6
3	112.3	112.3	112.3	112.3	113.0	0.6
4	112.5	112.3	112.3	112.4	113.0	0.6
5	112.5	112.5	112.5	112.5	113.0	0.4
6	112.3	112.3	112.4	112.3	113.0	0.6
7	112.4	112.5	112.4	112.4	113.0	0.5
8	112.3	112.4	112.2	112.3	113.0	0.6
9	112.5	112.4	112.4	112.4	113.0	0.5
10	112.6	112.4	112.5	112.5	113.0	0.4
11	105.4	103.8	104.2	104.5	100.0	-4.5
12	112.6	112.3	112.5	112.5	113.0	0.5
13	112.4	112.4	112.4	112.4	113.0	0.5
14	112.3	112.4	112.3	112.3	113.0	0.6
15	112.3	112.4	112.4	112.4	113.0	0.6
16	112.5	112.4	112.4	112.4	113.0	0.5
17	112.4	112.3	112.4	112.4	113.0	0.6
18	112.3	112.4	112.3	112.3	113.0	0.6
19	112.4	112.3	112.5	112.4	113.0	0.5
20	112.4	112.4	112.5	112.4	113.0	0.5
21	112.4	112.4	112.4	112.4	113.0	0.5
22	112.4	112.3	112.4	112.4	113.0	0.6
23	112.4	112.6	112.3	112.4	113.0	0.5
24	112.4	112.3	112.6	112.4	113.0	0.5

25	112.4	112.2	112.4	112.3	113.0	0.6
26	112.3	112.5	112.5	112.4	113.0	0.5
27	112.5	112.3	112.5	112.4	113.0	0.5
28	112.5	112.3	112.4	112.4	113.0	0.5
29	112.3	112.4	112.5	112.4	113.0	0.5
30	112.4	112.4	112.4	112.4	113.0	0.5

Fuente: Elaboración propia

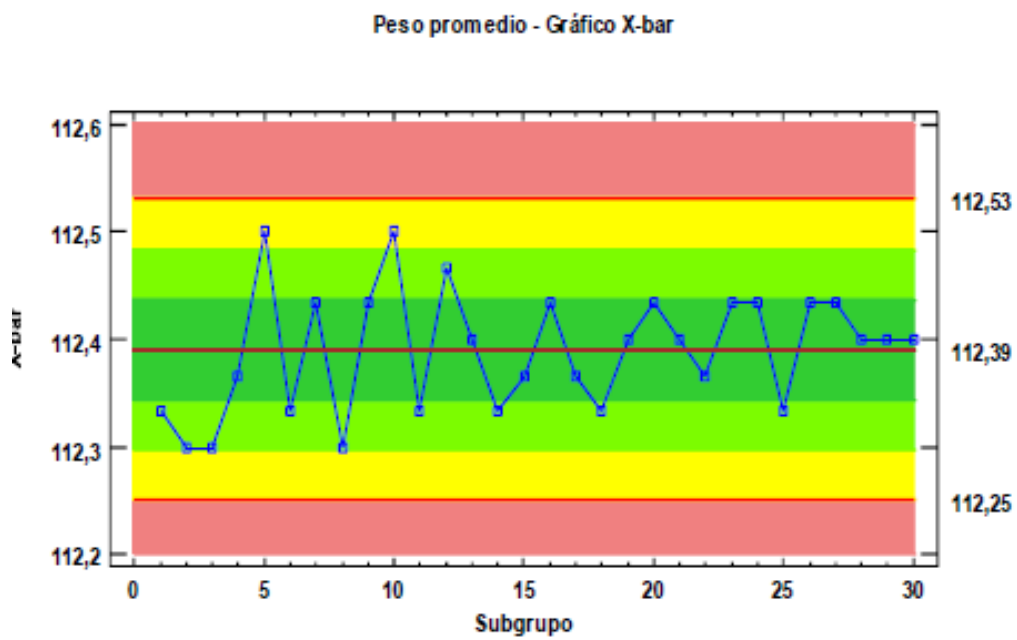


Figura 8 Gráfico para dosificación de aceite

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14 Índices de capacidad proceso de dosificación de aceite

	Capacidad	Desempeño
	Corto plazo	Largo plazo
Sigma	0.08	0.09
Cp/Pp	4.54	4.07
Cpk/Ppk	2.02	1.81
K		-0.55
DPM	0.0006	0.0261

Fuente: Elaboración propia

Luego de aquello se calculó el índice de Taguchi “Cpm” para el cálculo del factor tau y el cálculo del Cpm se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$t = \sqrt{(0.0562)^2 + (112.39 - 113.0)^2} = 0.6126$$

$$Cpm = \frac{114.1 - 111.9}{3(0.6126)} = 1.197$$

Con los valores que se obtuvo del Cpm de 1.197 al ser un Cpm > 1.0 se determina que el proceso si está cumpliendo con las especificaciones, y al mismo tiempo podemos observar que la media se encuentra dentro de la parte central de la banda de especificaciones.

Calidad de mezcla

Con las mejoras implementadas en el orden de dosificación de los macro ingredientes pesados de manera manual y agregados también a su vez por la boca y la influencia generada en las mejores del proceso de dosificación de bins, lo cual nos da la ventaja de obtener un control en el tiempo de mezclado y a su vez en el equipo de aceite la misma que lleva la descarga a menor tiempo.

En la siguiente tabla podemos apreciar una mejora en los coeficientes de variación, para las pruebas de mezclado en el tiempo acordado de 3 minutos y en 3 minutos 30 segundos. De

tal modo, que los resultados visualizados reflejan en si una disminución del CV en ambos tiempos, sin embargo se llegó a la conclusión de que el nuevo tiempo para la mezcla será de tan solo 3 minutos.

Tabla 15 Resultados pruebas de mezclado

	TIEMPO DE MEZCLADO	
	3 min	3 min 30 seg
	CV (%)	CV (%)
Repetición 1	9.03	8.5
Repetición 2	9.6	8.06
Promedio	9.32	8.28

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta un diagrama analítico con cada una de las mejoras implementadas en el proceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO					MATERIAL RESUMEN								
Proceso 1		Diagrama número: 1		ACTIVIDAD		Actual		Propuesta		Economía			
Proceso: Elaboración de alimentos balanceado				Operación	○	8							
Actividad: Dosificar alimento				Transporte	⇒	2							
Método actual de producción				Espera	D	0							
Realizado por: Ing Patricia quillapanqui				Inspección	□	1							
Lugar: Área de producción				Almacenamiento	▽	0							
Observaciones generales:				Tiempo (minutos)		12,06							
				Distancia (metros)		30							
No.	DESCRIPCIÓN	Cantidad (kg)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo					Valor agregado		Sin valor agregado	Observaciones
					○	⇒	D	□	▽	VAC	VAE	SVA	
1	Subir Orden de Producción en el sistema automático	1800kg		0,54	●					1			
2	Elaborar manualmente tarjeta de macros pesaje manual			0,34	●					1			
3	Verificar disponibilidad de ingredientes en bins			0,36				●				1	
4	Selección receta			0,26	●					1			
5	Dosificar automáticamente macroingredientes de bins a tova báscula			1,84	●					1			
6	Soltar contenido de tova báscula a mezcladora			0,18	●					1			
7	Iniciar mezclado-Adicionar macros pesados-aceite.			3,01	●					1			
8	Vaciar mezcladora			0,08	●					1			
9	Transportar batch a bin		15	2,02				●			1		
10	Ensacar Alimento	1810		2,36	●					1			
11	Transportar sacos hasta camión transportadora		15	1,06				●			1		
TOTAL		1810	30	12,06						8	2	1	

Figura 9 Diagrama analítico con mejoras implementadas

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

La identificación clave para los procesos que fueron inmersos en la elaboración de alimento balanceado, se la ejecuto por medio del levantamiento de varios mapas de procesos, en los cuales se destacaron varios procesos, entre los cuales se destacan los procesos de apoyo y estratégicos. De la misma manera se puede observar que los procesos operativos se encuentran dentro del área de producción y que se encuentran relacionados con el área.

Para llevar a cabo el análisis de la situación actual o inicial de la empresa con respecto al área de producción, fue necesario la utilización de una matriz de priorización, en la cual se logró establecer los procesos claves que influían en los reclamos presentados por los clientes, de los cuales solamente fueron seleccionados tres, ya que eran los que presentaban mayores datos críticos.

Uno de los principales propósitos de la metodología Six Sigma es obtener la satisfacción de los clientes, de esta manera la misma se enfoca esencialmente en lograr comprender cada una de sus necesidades, de recolectar la información necesaria y con la formulación de un análisis estadístico hallar una serie de oportunidades de mejora continua, o a su vez una mejora consistente. Algunas de las ventajas que se presentan al implementar six sigma son las siguientes:

- Nos permite asegurar la calidad dentro de cada puesto de trabajo.
- Formar personas que sean capaces de lograr una mejora en la calidad de su trabajo.
- Asegurar de manera oportuna la sostenibilidad y rentabilidad de los negocios.
- Diseñar y poder desarrollar nuevos procesos, productos y servicios.

Otras de las ventajas que nos da la metodología es la capacidad para analizar los problemas de causa raíz, una parte de la metodología se basa en analizar el problema con profundidad para poder llegar al origen del problema. Es decir si conocemos la causa raíz del problema, resulta más fácil el hecho de tener en cuenta cuáles serán los pasos necesarios para poder llegar a la solución y a partir de aquello proceder a solucionarlo o inclusive poder eliminarlo por completo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con el proceso de la mejora continua para el proceso de dosificación de bins con el objetivo por poder obtener un nivel sigma mejor del que ya se tiene actualmente en el trabajo.
- Continuar estudiando las opciones para la mejora de la calidad de mezcla, ya sean por medio de nuevas pruebas o el control de los parámetros establecidos tales como el tiempo de mezcla seca, el tiempo de mezcla húmeda y a su vez el tamaño de las partículas dadas de cada uno de los ingredientes.
- Sociabilizar y reforzar de manera periódica a cada uno del personal que forma parte de la planta de alimentos balanceados, es decir dar a conocer cada uno de los nuevos procedimientos con el objetivo de mantener un control adecuado en los procesos que han sido mejorados.
- Incentivar para la mejora de otros procesos que también terminan siendo claves y que son establecidos en el proceso de producción de balanceado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, N. O. (2012). Metodología Lean Seis Sigma aplicada a un proceso de manufacura . *UNIVERSIDAD EAN* , 2-59.
- Cano Solano, C. M. (2013). *Mejoramiento de la calidad en alimentos balanceados pelletizados para aves, mediante el metodo de ruta de la calidad* . Lima : Universidad de San Martin de Porras.
- Jimenez, H. F. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodologico . *Scielo* , 263-277.
- Melissa Blanco, E. H. (2018). *Mejora del proceso de marinado en la empresa Campollo a traves de la implementacion de la metodologia del seis sigma*. Cartagena de Indias : Universidad Tecnologica de Bolivar .
- Moreno, D. G. (2019). Revision de la implementacion de Lean Six Sigma . *Scielo* , 6522-667 .
- Olivo, A. V. (2004). Alimentos balanceados para animales a partir de residuos organicos . *Redalyc* , 1-6.
- Quillupangui, P. (2019). *Mejora del proceso de elaboracion de alimentos para broilers mediante la implementacion del proceso de negocio Seis Sigma-DMAIC, en un planta de produccion de alimentos balanceados*. Quito : Escuela Politecnica Nacional.
- Salto, P. Q. (2019). Mejora del proceso de elaboracion de alimentos para broilers mediante la implementacion del proceso de negocios Seis Sigma-DMAIC en una planta de produccion de alimentos balanceados. *Escuela Politecnica Nacional*, 3-79.

ANEXOS

[Se colocan acá información secundaria o material importante que es demasiado extenso.
El anexo se sitúa después de la literatura citada]