

Tesis para optar por el Título Académico de Máster en Ingeniería Industrial



**Título: Mejora en la calidad del huevo de ponedora en el
proceso de producción en la UEB Yaguaramas de la Empresa
Avícola Cienfuegos**

Autor: Ing. Adrian Cambra Díaz

Tutor: Msc. Ing. Aníbal Barrera García

Cienfuegos

2017

Resumen



RESUMEN

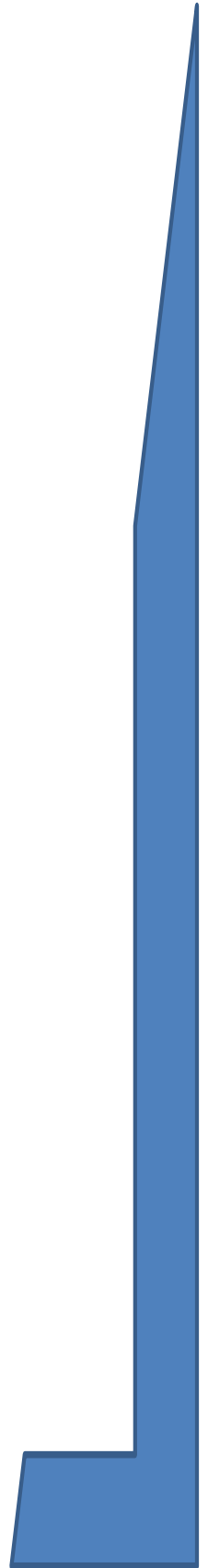
El presente trabajo es realizado en la Empresa Avícola Cienfuegos, específicamente en la UEB Yaguaramas, con el objetivo de aplicar la metodología Seis Sigma para la mejora de la calidad del huevo de ponedora en el proceso de producción. Para el cumplimiento del mismo se utilizan entrevistas, observaciones directas, revisión de documentos, técnicas de mapeo de procesos, gráficos de control, análisis de capacidad, así como técnicas para el análisis desde el punto de vista estadístico, entre otras.

Como resultados fundamentales se obtienen un mejoramiento de la estabilidad del proceso, así como la reducción de la cantidad de productos defectuosos y la disminución del porcentaje de huevo de tercera calidad, moviéndose en el rango cercano a las 3 Sigmas.

Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones que derivan del estudio y que permiten definir una vía de seguimiento adecuada para dar continuidad a la temática desarrollada en la investigación.

Palabras claves: Calidad, mejora, seis sigmas, huevo.

Summary



SUMMARY

The present work is carried out at Cienfuegos Poultry Company, specifically at the UEB Yaguaramas, with the objective of applying the Six Sigma methodology for the improvement of egg laying quality in the production process. Interviews, direct observations, document review, process mapping techniques, control charts, capacity analysis, as well as techniques for analysis from a statistical point of view, among others, are used to fulfill the same.

The fundamental results are an improvement in the stability of the process, reduction of the quantity of defective products and the reduction of the percentage of egg of third quality, moving in the range close to 3 Sigmas.

Finally, we present the conclusions and recommendations that derive from the study and that allow us to define an adequate follow-up path to give continuity to the thematic area developed in the research.

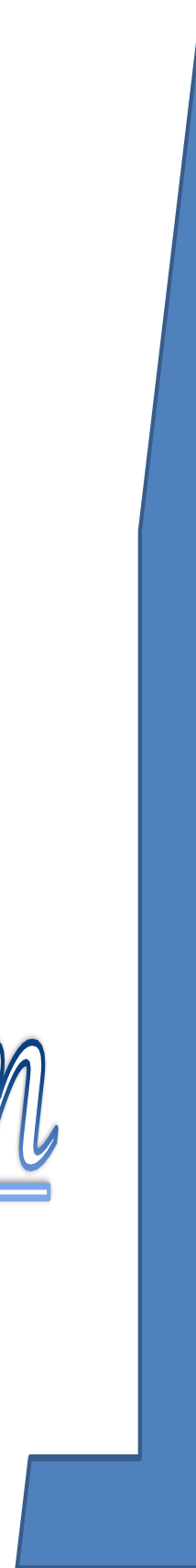
Key words: Quality, improvement, six sigma, egg.

Índice



ÍNDICE	
RESUMEN.....	3
SUMMARY	5
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	14
1.1 Surgimiento y desarrollo de la calidad. Definiciones	14
1.2 Importancia y necesidad de la calidad	16
1.3 Gestión de la Calidad	17
1.4 Control estadístico en la gestión de la calidad	21
1.4.1 Control de la calidad del proceso	21
1.5 Metodologías de mejoramiento de procesos	23
1.5.1 Metodología de Reingeniería de Procesos de Negocio.....	23
1.5.2 Seis Sigma como metodología de mejora de procesos.....	24
1.6 Herramientas para la evaluación de la capacidad de los procesos.....	30
1.7 Herramientas para el control estadístico de los procesos relacionadas en la investigación	32
1.8. Caracterización del sector avícola.....	33
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA SEIS SIGMA PARA LA MEJORA DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS	37
2.1 Caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos (EAC).....	37
2.2. Descripción de la Metodología Seis Sigma.....	44
CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE PONEDORA	56
3.1. Aplicación del procedimiento	56
Etapa I: Definir	56
Etapa II: Medir	65
Etapa III: Analizar las causas raíces	69
Etapa IV: Mejorar.....	69
Etapa V: Controlar	76
CONCLUSIONES GENERALES	79
RECOMENDACIONES.....	81
BIBLIOGRAFÍA.....	83
ANEXOS	89

Introducción



INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la civilización el ser humano ha intentado corregir y mejorar todas las actividades que realiza, ya sean deportivas, económicas, sociales y otras. El espíritu de superación, unido a la satisfacción que reporta, conduce a comportamientos que tienden a evitar los errores y a perfeccionar lo que previamente se podía dar por bueno. Por tanto, resulta justo reconocer que la calidad ha sufrido una importante evolución en las últimas décadas, siendo un ejemplo de ello las diferentes variaciones que ha tenido en las organizaciones empresariales (García Guerra, 2014).

El nuevo enfoque integral de la calidad brinda un sistema de gestión que asegura que las organizaciones satisfagan los requerimientos de los clientes, y a su vez hagan uso racional de los recursos, asegurando su máxima productividad. Así mismo permite desarrollar en la organización una fuerte ventaja competitiva como es la cultura del "mejoramiento continuo" con un impacto positivo en la satisfacción del cliente, del personal y un incremento de la productividad. Autores como Xiaofen y Antony (2013); aseguran que los métodos de calidad están siendo el pilar sobre el cual se apoya toda empresa para garantizar su futuro. Quién no esté en proceso de normalizar su empresa, implantar un sistema de calidad y obtener la certificación, no tiene futuro.

A nivel internacional se marcan tendencias en el tema de calidad, siendo uno de los más publicados el relacionado a la Metodología 6 Sigma, la cual constituye una estrategia de mejora continua que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. Seis Sigma se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso; tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de defectos (García Guerra, 2014).

Según el criterio de los autores consultados Galvania, Carpinettib y Coleman (2013), con su uso hay mayor aceptación de la importancia de los análisis de datos, los cuales definen y justifican el pensamiento estadístico y su importancia para el movimiento de calidad.

Es una filosofía en la cual las variables pueden ser controladas y se utilizan como un medio de gestión de la calidad destinada al cero error (Pyzdek, 2003; Gygi, Williams y Gustafson, 2006; Daglioglu, Inal y Aksoy, 2009; ISO 13053: 2011; Ingelsson y Martensson, 2014). La misma puede ser aplicada a cualquier tipo de organización, existiendo un sin número de investigaciones que la utilizan, sobresaliendo las empresas de manufactura, sin embargo, es poca utilizada en otros sectores, ejemplo la agricultura.

En Cuba dentro del sector de la agricultura no se evidencian en la búsqueda realizada investigaciones que utilicen esta metodología para la mejora de los procesos. La Empresa Avícola Cienfuegos es una de las organizaciones de mayor importancia en el sector de la agricultura en la provincia, debido a la aceptación de sus productos en el mercado, en especial el huevo. Por tal razón es de vital importancia para esta organización lograr altos niveles productivos, siempre teniendo en cuenta la máxima calidad de sus productos. Durante el año 2014 se obtuvo una producción de 81 799 989 huevos, lo que representa el 100,4% de cumplimiento (una de las cuatro empresas de la rama que cumplió con el plan de producción). Unos de los principales problemas que tuvo la empresa en el período fue la pérdida de 2 822 099 huevos, lo que representa una pérdida económica de \$ 479 552. La Unidad Empresarial de Base (UEB) que tuvo mayor afectación por concepto de huevo de mala calidad fue la UEB Yaguaramas. Esta UEB dejó de ingresar \$ 39 489 debido a que 175 511 huevos no cumplieron con los parámetros de calidad establecidos para su comercialización. A partir de la situación descrita es que se decide realizar un estudio en dicha UEB para conocer cuáles son los principales factores que intervienen en la mala calidad del huevo. Lo tratado anteriormente constituye la situación problemática de la presente investigación.

Basado en los aspectos abordados se plantea el problema científico de la misma.

Problema Científico

¿Cómo mejorar la calidad del huevo de ponedora que permita la disminución de los niveles de huevo de tercera en la UEB Yaguaramas?

El objetivo general de la investigación es:

Aplicar la metodología Seis Sigma para la mejora de la calidad del huevo de ponedora en el proceso de producción de la UEB Yaguaramas.

Para el cumplimiento de este objetivo es necesario llevar a cabo los siguientes objetivos específicos:

1. Realizar un diagnóstico en el proceso de producción de la UEB Yaguaramas.
2. Identificar los factores de mayor influencia en la calidad del producto.
3. Proponer e implantar un programa de mejora a partir de los factores identificados en el proceso de producción en la entidad objeto de estudio.

Justificación de la investigación

La justificación de la investigación está dada por los beneficios que aporta la aplicación de esta metodología, entre los que se encuentran: registrar los factores que influyen en la calidad del

huevo de ponedora en función de generalizarlo en la Empresa Avícola Cienfuegos, lo que permitiría aumentar la producción de huevo de primera calidad y en consecuencia lograr la disminución del huevo de tercera, logrando así una mejor imagen de la empresa en la sociedad.

Hipótesis

Si se aplica la metodología Seis Sigma, permitirá mejorar la calidad del huevo de ponedora contribuyendo a la disminución de la cantidad de huevo de tercera en la UEB Yaguaramas.

Esta hipótesis quedará comprobada si se logra:

- Aplicar la metodología al proceso de producción de la UEB Yaguaramas.
- Mejorar la calidad del producto y ello se verifica mediante la comparación de los resultados antes y después de aplicar la metodología.

Definición de variables

Variable independiente:

Metodología Seis Sigma

Variables dependientes:

Calidad del huevo de ponedora

Conceptualización y operacionalización de las variables

- Metodología Seis Sigma:

Estrategia de mejora continua del proceso enfocada al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos.

Esta variable se propone evaluarla a partir de la aplicación de un conjunto de pasos que sigue la metodología DMAIC (Definir – Medir – Analizar – Mejorar – Controlar), haciendo uso de las técnicas propias de Seis Sigma.

- Calidad del huevo de ponedora

Especificaciones de calidad establecidas con las que tiene que cumplir el producto para su correcta comercialización en el mercado.

Esta variable se propone evaluarla a partir de la calidad del producto terminado, mediante las especificaciones de calidad, con la disminución del huevo de tercera.

El trabajo quedó estructurado de la siguiente forma:

En el capítulo I se desarrolla el marco teórico referencial que contiene aspectos relacionados con la gestión de la calidad, así como las principales definiciones y características de estos

sistemas, teniendo como soporte la literatura científica que aborda la problemática desde el punto de vista teórico-práctico.

En el capítulo II se realiza una caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos, así como de la metodología de mejora de procesos Seis Sigma, dado por (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009), ajustado a las características de la organización.

En capítulo III se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad del huevo en la UEB Yaguaramas, sobre la base de un conjunto de elementos propios en la temática, trayendo como resultado, el conocimiento de los principales factores que influyen en la calidad del producto, los elementos a mejorar dentro del sistema, la propuesta de un programa de mejora, así como su implantación.

Capítulo I



CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En el presente capítulo se desarrolla el marco teórico referencial que contiene aspectos relacionados con la gestión de la calidad, así como las principales herramientas que se utilizan en esta, teniendo como soporte la literatura científica que aborda la problemática desde el punto de vista teórico-práctico, lo cual sirve de apoyo para la utilización de la metodología “Seis Sigma”. Para una mejor comprensión del contenido del presente capítulo, se sigue la estrategia mostrada en la figura 1.1, la cual se corresponde con el hilo conductor del marco teórico referencial de la presente investigación.

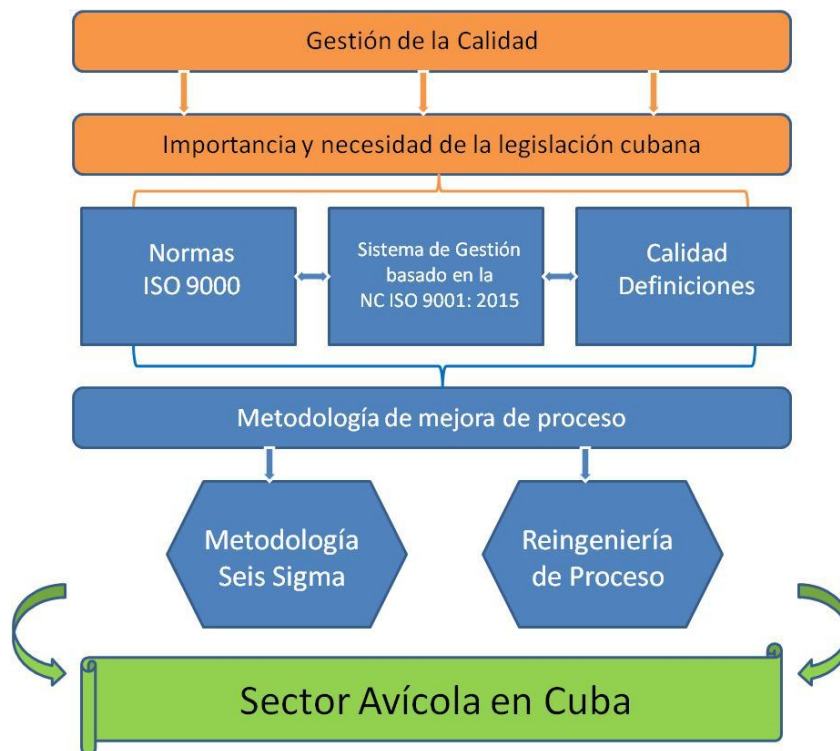


Figura 1.1. Hilo conductor. Fuente: Elaboración propia.

1.1 Surgimiento y desarrollo de la calidad. Definiciones

La evolución del significado dado a la palabra calidad va paralela al cambio de enfoque en la gestión empresarial (Pérez Fernández de Velasco, 2009). Estos han evolucionado hacia una visión cada vez más global, de modo que se ha pasado de la consideración de la calidad como un requisito a cumplir en el área de producción, a tratarla como un factor estratégico.

García Guerra (2014) manifiesta que la evolución del concepto de calidad en la organización y los enfoques conceptuales sobre el mismo son diversos. Esta evolución ayuda a comprender la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al cliente y en definitiva a la sociedad, constituyendo ello la razón de la importancia que ha alcanzado el tema tanto en las organizaciones productivas como de servicios.

El término calidad es un concepto fácil de visualizar y sin embargo difícil de medir (González, 2012), teniendo cada persona su propia definición. Para García Guerra (2014) dentro de la amplia gama de conceptos se tienen:

- Cumplir con los requisitos. El consumidor es la parte más importante de la actividad productiva (Deming, 1982).
- Adecuación para el uso (Juran, 1983).
- Ofrecer mejores productos que la competencia, en precio y diseño, mínimo de variación entre sí, resistentes al deterioro y factores externos a su operación (Taguchi, 1999).
- Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos (NC ISO 9000:2015).

El autor de la actual investigación se identifica con el concepto dado por la norma NC ISO 9000: 2015, siendo este el manejado en el sistema empresarial, tanto a nivel nacional como internacional.

En términos menos formales se puede afirmar entonces que la calidad la define el cliente, es el juicio que este tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación o rechazo del producto. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo, satisfacción al cliente, lo que presupone que en la organización se trabaje sin fallos (Guerra García, 2014).

Una organización orientada a la calidad promueve una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos para proporcionar valor mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes (NC ISO 9000:2015).

Fernández Cao (2004) plantea un enfoque, coincidiendo con este (Cambra Díaz y Martínez Hernández, 2014 y Marín Rodríguez, 2015) y el autor de la presente investigación, que identifica el inicio de la evolución de la calidad con el surgimiento de la inspección final de la producción como una necesidad insoslayable de la Revolución Industrial, y con la aparición en las fábricas del inspector: persona encargada de vigilar la calidad del trabajo (ver figura 1.2).



Figura 1.2. Etapas evolutivas del desarrollo de la calidad. Fuente: (Fernández Cao, 2004).

La calidad es una constante en el lenguaje actual. Todo el mundo acepta que si no se trabaja con calidad la organización peligra. Ahora bien, la calidad debe ser entendida no sólo como calidad técnica de los productos que se fabrican, sino también en todos sus aspectos: calidad en el servicio, en la atención al cliente y calidad en la gestión empresarial. En mercados cada día más competitivos, la calidad se convierte en un elemento diferenciador y capaz de generar ventajas competitivas sostenibles en las empresas. Ante esta realidad, la cuestión fundamental que se plantea es analizar cómo se traduce esta importancia de la calidad en la práctica empresarial (Marín Rodríguez, 2015).

1.2 Importancia y necesidad de la calidad

Autores como (Hernández Santana, 2012; Machado García, 2013; Martínez Hernández y Cambra Díaz, 2014 y Marín Rodríguez, 2015) explican que la globalización de los mercados y los mecanismos regionales de integración, plantean nuevos y fuertes desafíos competitivos a todas las organizaciones y están creando de forma permanente nuevas condiciones para competir. La clave para alcanzar estos nuevos niveles de competitividad radica en la modernización de la tecnología, la formación del personal y el desarrollo de nuevas formas de organización y gestión de los procesos productivos. El nuevo enfoque integral de la calidad brinda un sistema de gestión que asegura que las organizaciones satisfagan los requerimientos de los clientes, y a su vez hagan uso racional de los recursos, asegurando su máxima productividad. Así mismo permite desarrollar en la organización una fuerte ventaja competitiva como es la cultura del "mejoramiento continuo" con un impacto positivo en la satisfacción del cliente, del personal y un incremento de la productividad.

Autores como Xiaofen, Myszewski y Antony (2013) aseguran que los métodos de calidad están siendo el pilar sobre el cual se apoya toda empresa para garantizar su futuro. Quién no esté en proceso de normalizar su empresa, implantar un sistema de calidad y obtener la certificación, no tiene futuro. Plantean además que se debe mejorar el nivel de gestión de calidad global guiada por el criterio de excelencia en el desempeño.

Según el criterio de autores consultados como Yvonne Coleman, Galvania y Carpinettib (2013), con la ayuda de iniciativas como Seis Sigma, hay una mayor aceptación de la importancia de los análisis de datos. Los autores mencionados definen y justifican el pensamiento estadístico y su importancia para el movimiento de calidad. Plantean además que este se encuentra ganando importancia en todos los sectores, utilizándose dentro del movimiento de la calidad para hacer grandes avances.

1.3 Gestión de la Calidad

La gestión de la calidad se define como parte de un sistema de gestión relacionada con la calidad (NC ISO 9000:2015). Un sistema de gestión de la calidad comprende actividades mediante las que la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados. En este se gestionan los procesos que interactúan y los recursos que se requieren para proporcionar valor y lograr los resultados para las partes interesadas pertinentes. Posibilita además a la alta dirección optimizar el uso de los recursos considerando las consecuencias de sus decisiones a largo y corto plazo (NC ISO 9000:2015).

La adopción de un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible (NC ISO 9001:2015).

ISO 9000 es un conjunto de estándares internacionales para sistemas de calidad, diseñado para la gestión y aseguramiento de la calidad, especifica los requisitos básicos para el desarrollo, producción, instalación y servicio a nivel de sistema y a nivel de producto. ISO 9001 se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente y pueden utilizarse para su aplicación a nivel interno por las organizaciones o para la certificación. ISO 9004 se centra especialmente en la mejora continua del desempeño y de la eficacia global de la organización. Se recomienda como una guía para organizaciones que persiguen la mejora continua del desempeño, sin afán certificador (Romero Valdez, 2013).

Esta serie de normas, ha tenido varias versiones, desde su surgimiento hasta la actualidad, por ejemplo la versión se convierte en las prescripciones generales que debe reunir un sistema de aseguramiento de calidad en una organización. Para ello se establecen cinco normas como parte de la serie ISO 9000; dos para propósitos de la gestión interna de calidad: ISO 9000 e ISO 9004, y tres más para fines externos de aseguramiento de calidad en situaciones contractuales: ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.

La versión 2000 de la serie ISO 9000 recibe una reforma radical, en la cual se disminuye el énfasis en la documentación y se afianza la necesidad de la mejora continua y el enfoque al cliente. En 2005 se hacen algunos ajustes menores a la norma ISO 9000 que pueden utilizarse por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño (Morán García, 2010)

En 2008, se llevan a cabo otros cambios con la norma ISO 9001 donde la misma queda estructurada por cinco capítulos, los cuales son:

- Sistema de gestión de la calidad.
- Responsabilidad de la dirección.
- Gestión de los recursos.
- Realización del producto.
- Medición, análisis y mejora.

Las normas ISO se revisan cada cinco años para establecer si se requiere una revisión para mantenerla actualizada y relevante para el mercado. ISO 9001, norma de gestión de calidad líder en el mundo, concluyó su proceso de revisión en el mes de septiembre de 2015. La nueva norma ISO 9001: 2015 responde a las últimas tendencias y es compatible con otros sistemas de gestión, tales como ISO 14001. Esta presenta una nueva estructura de nivel superior, para que sea más fácil de utilizar en conjunto con otras normas de sistemas de gestión, con una mayor importancia que se da al riesgo.

Esta norma propone un sistema de gestión de la calidad bien definido, basado en un marco de referencia que integra conceptos, principios, procesos y recursos fundamentales establecidos relativos a la calidad, para ayudar a las organizaciones a hacer realidad sus objetivos. Su objetivo es incrementar la consciencia de la organización sobre sus tareas y su compromiso para satisfacer las necesidades y las expectativas de sus clientes y sus partes interesadas y lograr la satisfacción con sus productos y servicios (NC ISO 9001:2015).

Los beneficios potenciales para una organización de implementar un sistema de gestión de la calidad basado en la norma NC ISO 9001:2015 son:

- Capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
- Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente.
- Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.
- La capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados.

Según la NC ISO 9001:2015 las organizaciones deben establecer, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la calidad, incluidos los procesos necesarios y sus interrelaciones. A continuación, se muestran los principios de la gestión de la calidad enunciados en el estándar mencionado.

- **Enfoque al cliente:** El enfoque principal de la gestión de la calidad es cumplir los requisitos del cliente y tratar de exceder sus expectativas. El éxito sostenido se alcanza cuando una organización atrae y conserva la confianza de los clientes y de otras partes interesadas pertinentes. Cada aspecto de la interacción del cliente proporciona una oportunidad de crear más valor y entender las necesidades actuales y futuras de los mismos y de otras partes interesadas contribuye al éxito sostenido de la organización.
- **Liderazgo:** Los líderes en todos los niveles establecen la unidad de propósito y la dirección, y crean condiciones en las que las personas se implican en el logro de los objetivos de la calidad de la organización. La creación de la unidad de propósito y la dirección y gestión de las personas permiten a una organización alinear sus estrategias, políticas, procesos y recursos para lograr sus objetivos.
- **Compromiso de las personas:** Las personas competentes, empoderadas y comprometidas en toda la organización son esenciales para aumentar la capacidad de la organización para generar y proporcionar valor. Para gestionar una organización de manera eficaz y eficiente, es importante respetar e implicar activamente a todas las personas en todos los niveles. El reconocimiento, el empoderamiento y la mejora de la competencia facilitan el compromiso de las personas en el logro de los objetivos de la calidad de la organización.
- **Enfoque a procesos:** Se alcanzan resultados coherentes y previsibles de manera más eficaz y eficiente cuando las actividades se entienden y gestionan como procesos

interrelacionados que funcionan como un sistema coherente. El sistema de gestión de la calidad consta de procesos interrelacionados. Entender cómo este sistema produce los resultados permite a una organización optimizar el sistema y su desempeño.

- **Mejora:** La mejora es esencial para que una organización mantenga los niveles actuales de desempeño, reaccione a los cambios en sus condiciones internas y externas y cree nuevas oportunidades.
- **Toma de decisiones basada en la evidencia:** Las decisiones basadas en el análisis y la evaluación de datos e información tienen mayor probabilidad de producir los resultados deseados. La toma de decisiones puede ser un proceso complejo, y siempre implica cierta incertidumbre. Con frecuencia implica múltiples tipos y fuentes de entradas, así como su interpretación, que puede ser subjetiva. Es importante entender las relaciones de causa y efecto y las consecuencias potenciales no previstas. El análisis de los hechos, las evidencias y los datos conduce a una mayor objetividad y confianza en la toma de decisiones.
- **Declaración:** Para el éxito sostenido, las organizaciones gestionan sus relaciones con las partes interesadas pertinentes, tales como los proveedores. Las partes interesadas pertinentes influyen en el desempeño de una organización. Es más probable lograr el éxito sostenido cuando una organización gestiona las relaciones con sus partes interesadas para optimizar el impacto en su desempeño. Es particularmente importante la gestión de las relaciones con la red de proveedores y socios.

El ciclo PHVA puede aplicarse a todos los procesos y al sistema de gestión de la calidad como un todo. La figura 1.3 ilustra cómo los diferentes elementos del sistema analizado pueden agruparse en relación con el ciclo PHVA para esta nueva edición de la NC ISO 9001:2015.

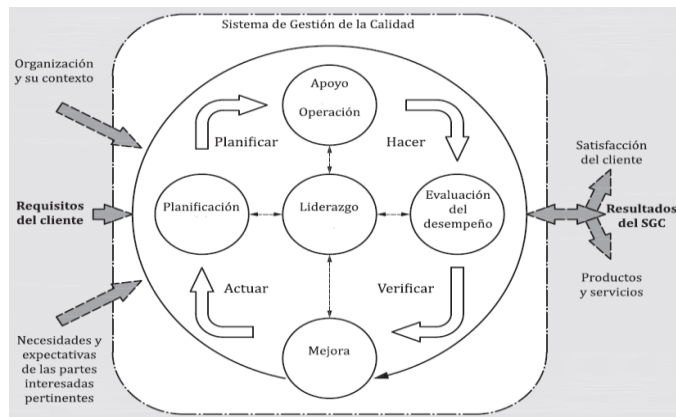


Figura 1.3: Representación de la estructura de la NC ISO 9001:2015 con el ciclo PHVA.
Fuente: NC ISO 9001:2015.

Luego de analizar los aspectos esenciales que conforman las normas ISO y en consecuencia todo lo referente a la Gestión de la Calidad y los Sistemas de Gestión de la Calidad, es válido adentrarse en el estudio del control estadístico y la capacidad de los procesos.

1.4 Control estadístico en la gestión de la calidad

Para García Guerra (2014) el control estadístico juega un papel primordial en el desempeño de los procesos, ya que en estos siempre existen fuentes de variación bajo condiciones normales o comunes de trabajo todas las M's aportan variación a las variables de salida del proceso, en forma natural o inherente. Además pueden aportar variaciones especiales o fuera de lo común, por lo que resulta fundamental distinguir de forma eficiente entre ambos tipos de variación, para así tomar las medidas adecuadas en cada caso, por lo que se hace necesario trabajar en el control de la calidad de los procesos, apoyándose en el uso correcto de las herramientas estadísticas las cuales son imprescindibles para su identificación (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009), con la finalidad de mejorar el desempeño de estos y de las organizaciones como un todo, lo que se traduce, en el éxito empresarial.

1.4.1 Control de la calidad del proceso

El control de la calidad del proceso utiliza la inspección del producto o servicio mientras se está ejecutando, para lo cual se controla en cada etapa de la actividad los puntos críticos de calidad, es decir, las variables de control definidas de acuerdo al sistema de predominio que posee el proceso (García Guerra, 2014).

La autora mencionada plantea además que el control del proceso se basa en dos suposiciones claves, una de las cuales es que la variabilidad es básica para cualquier proceso de producción y/o servicio. No importa qué tan perfectamente esté diseñado un proceso, siempre tienen variación. El objetivo del control del proceso es encontrar el rango de variación natural del mismo y entonces asegurar que la producción permanezca dentro de este rango.

El segundo principio del control del proceso es que usualmente no se encuentre en un estado de control, ya que en él intervienen diferentes factores sintetizados a través de las 6M": materiales, maquinarias, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente. Bajo condiciones normales o comunes de trabajo todas las Ms aportan variación a las variables de salida, en forma natural o inherente, pero además pueden aportar variaciones especiales o fuera de lo común, ya que a través del tiempo las 6M" son susceptibles a cambios, desajustes, desgastes, errores, descuidos, fallas, entre otros. Así, hay dos tipos de variabilidad: debido a causas comunes y a causas especiales o atribuibles. Resulta fundamental distinguir en forma eficiente

entre ambos tipos de variación, para así tomar las medidas adecuadas en cada caso (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009).

La variación por causas comunes es aquella que permanece día a día, lote a lote y la aportan en forma natural las condiciones de las 6Ms, mientras que la variación por causas especiales es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009).

Para García Guerra (2014) el primer trabajo de los encargados del control del proceso es buscar estas fuentes de variación innecesaria y tomar las acciones que permitan traer el proceso bajo el control estadístico, donde las variaciones restantes se deben a causas aleatorias.

Por su parte Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2009) manifiestan que un proceso se puede traer a un estado de control y mantener en esta condición mediante el uso de gráficas o cartas de control, donde su objetivo básico es observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo, permitiendo distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales. Ello ayuda a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Además estas también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de alguna variable de entrada o de control del proceso mismo.

Los controles de calidad del proceso son a veces confundidos con los controles del producto, pero existe una clara diferencia. Los controles del proceso están asociados en la decisión: el proceso, ¿debe continuar o parar? Los controles del producto están asociados con la decisión: el producto, ¿es conforme con la especificación? Habitualmente ambas decisiones requieren información derivadas del muestreo y medición del producto (García Guerra, 2014).

El control al proceso se basa en el bucle de retroinformación, donde sus etapas se definen y se utilizan en la planificación de la calidad. Para García Guerra (2014) el control de la calidad parte de los criterios de control, el cual se impone en tres áreas principales:

- **Criterio de preparación:** para algunos procesos la iniciación de la producción debe esperar a que se cumpla el criterio de preparación. En ciertos casos críticos, esta forma de garantía temprana puede requerir que un supervisor o inspector apruebe la preparación.
- **Criterio de funcionamiento:** algunos procesos necesitan que se compruebe el funcionamiento para decidir si el proceso se debe continuar o si debe pararse para su reajuste. El criterio debe incluir la frecuencia del control, tamaño de la muestra, manera de seleccionarla, ensayos a realizar y las tolerancias permitidas.

- **Criterio de mantenimiento del equipo:** en algunos procesos el propio equipo debe ser estrechamente controlado si se quiere mantener la calidad. Este tipo de control es preventivo y es muy diferente al concepto de reparación de las averías. Esta forma de mantenimiento preventivo requiere disponer de un cuidadoso conjunto de planos que definan las características esenciales del funcionamiento del equipo.

Unido a lo anterior, es necesario agregar que el control estadístico del proceso debe ser realizado en los denominados puntos de control, que son aquellos que permiten realmente evaluar con antelación cuando un proceso está fuera de los rangos permitidos o tiene tendencia a hacerlo, lo que facilita la adecuada toma de decisiones para el mejoramiento.

Según la literatura consultada existen innumerables metodologías para el mejoramiento de procesos, la mayor parte de ellas se encuentra estructurada en etapas, fases, entre otras. Muchas de ellas han sido de amplia utilización tanto en el ámbito internacional como en el nacional, siendo estas tratadas en el siguiente apartado.

1.5 Metodologías de mejoramiento de procesos

A partir de los criterios expuestos por Brown (2013) quien explica la dirección futura de la calidad y explora mediante la identificación de una serie de cuestiones que afectan a la misma en las organizaciones, se destacan un grupo de metodologías de mejoramiento de procesos y de la calidad, realizando una valoración de cada una de ellas a partir de fortalezas y debilidades.

Según McCarty et al. (2004) y Brown (2013) dentro de las metodologías de mejoramiento de procesos sobresalen las siguientes:

- Reingeniería de Procesos de Negocio
- Seis Sigma

1.5.1 Metodología de Reingeniería de Procesos de Negocio

La aparición de la metodología de reingeniería de procesos de negocio (BPR) se remonta a principios de los años noventa. La misma está basada en una escuela diferente de pensamiento a la mejora del proceso continuo. La reingeniería asume que el proceso actual no es pertinente, no funciona, por lo cual debe empezarse a diseñar un nuevo proceso.

Roberts (1994) presenta un procedimiento concentrado en un conjunto de pasos relacionados con BPR exponiendo de esta manera la forma en que las compañías deben ejecutar la Reingeniería del Proceso como una pauta por lograr el éxito. El procedimiento tiene nueve pasos fundamentales, los cuales son: identificación de la oportunidad, análisis de la capacidad actual del proceso, diseño del proceso, riesgo y valoración del impacto, plan de transición,

prueba piloto, modificaciones de la infraestructura, aplicación, transición y evaluación del desempeño del proceso. Después de la realización de todos los pasos, el autor mencionado enfatiza en la necesidad de la mejora continua.

1.5.1.1 Valoración crítica a la metodología de BPR

Aubyn Salkey (2008) resume un grupo de críticas, las cuales se exponen a continuación:

- BPR asume que el factor que limita el desempeño de la organización es la ineficacia de sus procesos.
- BPR no proporciona una manera eficaz de enfocar los esfuerzos de mejora en las restricciones de la organización.
- Las recomendaciones de forma general se basan en la reestructuración radical, reduciendo el número de departamentos, sobre todo los que están relacionados con el trato de clientes, y reduciendo los número de empleados (Needle, 2004).
- Se ha criticado por no sólo enfocar la calidad como un costo, sus críticas más frecuentes se basan en que se utiliza como medio para reducir la mano de obra y como una novedad de paso (Needle, 2004).

1.5.2 Seis Sigma como metodología de mejora de procesos

Seis Sigma es una herramienta de la gestión de calidad desarrollada en el contexto industrial, donde han demostrado su utilidad durante décadas (Abbas Shirazi y Pintelon, 2012). Es un programa de mejora de la calidad que tiene como objetivo reducir la variabilidad del proceso a través de la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad. El programa Seis Sigma está atrayendo la atención de ganancias financieras obtenidas por algunas empresas con el desarrollo de proyectos de Seis Sigma (Sanders y Hild, 2000; Hoerl, 2001; Schroeder et al., 2007 Mergulhao y Martins, 2008; Arthur, 2014; Duarte y Cruz Machado, 2013), coincidiendo con estos criterios autores tales como (Reyes Aguilar, 2002; McCarty, 2004; John et al., 2008; Daglioglu, Inal y Aksoy, 2009; Gutiérrez Pulido, 2010; Gremyr y Fouquet, 2012; Galvania y Carpinettib, 2013). Es una metodología donde las variables pueden ser controladas y se utilizan como un medio de gestión de la calidad destinada al cero error (Pyzdek, 2003; Gygi, Williams y Gustafson, 2006; Daglioglu, Inal y Aksoy, 2009; ISO 13053: 2011; Ingelsson y Martensson, 2014). Obliga a las personas a medir los procesos (Eckes, 2003; Gygi, DeCarlo y Williams, 2005; ISO 13053: 2011; Galvania y Carpinettib, 2013 y Panat et al., 2014).

Cada etapa requiere la aplicación de los métodos estadísticos y herramientas de gestión de la calidad (Schroeder et al., 2007; Mergulhao y Martins, 2008 e ISO 13053: 2011). Tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos (Gutiérrez Pulido, 2010).

Es una metodología sistemática para la mejora continua de la calidad del proceso y para el logro de la excelencia operativa (Antony, Kumar y Tiwari, 2011), así como de la mejora de procesos, que permite a las organizaciones aumentar sus ganancias a través de la eficiencia de los procesos mediante la mejora la calidad y la eliminación de fallos y errores. Estudios realizados en las empresas manufactureras instaladas en Brasil, Tailandia y los Estados Unidos demuestran lo planteado anteriormente (Reyes Aguilar, 2002; Calia y Guerrini, 2005; Pinto y Carvalho, 2006; Fernández y Turrioni, 2007; Andrietta y Miguel, 2007; Lertwattanapongchai y Swierczek, 2014).

Autores como Huang et al. (2010) y Goodman (2012) plantean que la misma es aplicable a cualquier área de trabajo, utilizada de manera continua puede convertirse en una forma de trabajo y una filosofía para cualquier organización. Seis Sigma ha sido empleada por grandes empresas para mejorar el rendimiento de sus procesos de fabricación. Sin embargo, el interés y la aplicación de esta metodología en las empresas pequeñas y medianas es algo emergente en la actualidad (Gonçalves Amitrano et al., 2015). Esta metodología se contextualiza como nuevos conocimientos para ser absorbido por empresas medianas y pequeñas (McAdam et al., 2014).

La meta de 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad 6σ , es decir, procesos que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades (García Guerra, 2014).

El proceso "Seis Sigma" es un método sistemático que utiliza datos, rigurosamente medidos y analizados, para identificar las fuentes de error (causas raíces de un problema) y las formas de eliminarlas, generando mayor satisfacción del cliente y ahorros económicos sustanciales. Tiene seis niveles, donde 1Sigma es cometer muchos errores y 6Sigma muy pocos. Si se quiere saber en qué nivel Sigma se encuentra una organización la lista siguiente puede ayudar (Guerra Guevara, 2014):

- Sigma= 690.000 errores por millón de unidades.
- 2Sigma= 308.538 errores por millón de unidades.
- 3Sigma= 66.807 errores por millón de unidades.
- 4Sigma= 6.210 errores por millón de unidades.

- 5Sigma= 233 errores por millón de unidades.
- 6Sigma= 3,4 errores por millón de unidades.

Esta filosofía se basa en el ciclo iterativo definir, medir, analizar, mejorar, controlar (DMAIC) (ver figura 1.4) empleada para optimizar los procesos existentes (Gutiérrez Pulido, 2010; ISO 13053: 2011). El objetivo de DMAIC es elevar la calidad (John *et al.*, 2008). En el **Anexo No.1** se indican las principales actividades y se alinean las herramientas empleadas para las respectivas fases del ciclo mencionado.



Figura 1.4 Secuencia Seis Sigma DMAIC. Fuente: ISO 13053: 2011.

A continuación se explican cada una de estas etapas, a partir de lo expuesto por (García Guerra, 2014):

- **DEFINIR:** Consiste en realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa identificando cuáles son los elementos seleccionados para aplicar la metodología. Ello puede partir de sus objetivos estratégicos, desempeño de los procesos y los aspectos deficientes de servicio al cliente que dan respuesta a los requisitos del producto y/o servicio.
- **MEDIR:** Se deben determinar cuáles son las características críticas que influyen sobre las variables resultantes del proceso y medirlas. Se debe preparar un plan de recolección de datos, para lo cual es importante asegurarse de la confiabilidad de los dispositivos de medición que pueden ser instrumentos de medición o cuestionarios de evaluación para el servicio.
- **ANALIZAR:** Consiste en analizar los datos obtenidos de la etapa de medición identificando las fuentes de variabilidad. En la misma se deducen las relaciones existentes entre las variables de entrada y salida del proceso. Esta etapa es la de mayor contenido técnico ya que se comprueba las teorías o hipótesis sobre el funcionamiento del proceso, donde es necesario acudir a herramientas estadísticas avanzadas (Harry, Mikel, Schroeder y Richard, 2000). Como salidas de esta etapa se tiene el análisis de la influencia de estas variables, capacidad de procesos, identificación de las fuentes de variabilidad y preparación de la etapa de mejora a partir de las causas raíces.

- **MEJORAR:** Comienza una vez que se han identificado las citadas causas vitales. Se desarrolla un plan de implantación de mejoras que aporte soluciones sólidas para eliminar los defectos en los que incurre el proceso y se realiza un análisis costo-beneficio de las soluciones, de forma que puedan ser una ayuda a la toma de decisiones de la Dirección de la Empresa. Generalmente, antes de ser implantadas las mejoras, es recomendable hacer una prueba piloto de las mismas para determinar su alcance.
- **CONTROLAR:** Se comprueba la validez de las soluciones propuestas y probadas en escala piloto. Se deben establecer controles, no sólo sobre las salidas del proceso sino también sobre las causas vitales que inciden en su consecución. En ocasiones los procesos, pasado un tiempo pierden regularidad en su comportamiento, por lo que para evitarlo, la metodología Seis Sigma impone controles que monitorizan permanentemente los procesos con el fin de mantener las ganancias conseguidas.

Según estudios realizados por Galvania y Carpinettib (2013) definen once factores críticos para la implementación efectiva de un programa Seis Sigma, estando entre ellos: el cambio cultural; capacitación; capacidad para la gestión de proyectos, entre otros, coincidiendo con estos Martínez Hernández (2014) y Marín Rodríguez (2015) y el autor que desarrolla la actual investigación.

Antony (2006) añade que Seis Sigma se ha implementado con éxito en muchas empresas de fabricación, sin embargo, su aplicación en el sector de los servicios sigue siendo limitada. Él lo atribuye al hecho de que muchas empresas todavía tienen la impresión que Seis Sigma es sólo para industrias de fabricación.

Para Gibbons et al., (2012) el ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) y la mejora DMAIC pueden ser estructurados para que se complementan entre sí; reforzando el marco proporcionado por DMAIC.

1.5.2.1 Indicadores empleados en la Metodología Seis Sigma

La metodología Seis Sigma utiliza un sistema de indicadores para diagnosticar el estado de un proceso, así como para medir los resultados de un proyecto de mejora. Algunos de uso frecuente son el “Índice de defectos por unidad”, el “Índice de defectos por oportunidad” y el “Índice o nivel sigma”. Como todo indicador permiten establecer comparaciones entre distintos procesos dentro de una misma empresa o entre procesos similares de distintas empresas. Los dos primeros se definen como relativos de la cantidad de defectos respecto de distintos totales (García Guerra, 2014), estos se calculan de la siguiente forma:

$$DPU = \frac{\text{Defectos}}{\text{Unidades}} \quad (1.1)$$

$$DPO = \frac{\text{Defectos}}{\text{Unidades} \times \text{Factores críticos}} \quad (1.2)$$

El denominador del *DPO* proporciona el total de defectos factibles o de oportunidades de fallas, o sea que su cálculo es adecuado cuando pueden esperarse varios tipos de defectos por unidad inspeccionada. También suele hablarse del “Índice de defectos por millón de oportunidades”, (*DPMO*) que no es más que el *DPO* multiplicado por un millón. Smith (2001) plantea que en el caso de que se trate de rechazos basados en atributos el *DPO* puede considerarse como la división de los rechazos entre el total de observaciones multiplicado por millón. El cálculo de cualquiera de estos índices requiere de un período de inspección del proceso, ya sea por muestreo o por inspección completa. También pueden obtenerse a partir de registros históricos existentes en la empresa (García Guerra, 2014).

Según la autora mencionada anteriormente, los valores de los indicadores tratados dependen de la variabilidad de los procesos que se analizan. Mientras mayor dispersión tengan las variables que se estudian, mayor es la proporción de unidades que estarán fuera de las especificaciones. Por lo tanto, el nivel de desempeño o rendimiento de cada proceso se evalúa en términos de su variabilidad, medida en unidades de desviación estándar.

Si la variable de calidad de interés en un proceso de manufactura o de servicio, se comporta de acuerdo a una distribución Normal, el intervalo comprendido entre la media $\pm$ tres veces el desvío estándar, contiene aproximadamente el 99,73% de las unidades. Si dichos límites coinciden con las especificaciones, el proceso tendrá 0,27% de unidades defectuosas o 2700 unidades defectuosas por millón. Un proceso con estas características, es aceptable en las estrategias tradicionales de mejora de la calidad, sin embargo en la metodología Seis Sigma, el objetivo es obtener tasas de defectos más pequeñas. Para ello se busca reducir la variabilidad del proceso de modo que aún si a largo plazo la media llegara a desplazarse en una cantidad de hasta 1,5 veces (en más o en menos), queden fuera de las especificaciones solo 3,4 unidades por millón (proceso Seis Sigma). Para García Guerra (2014) de acuerdo a esta definición, los procesos que en la metodología tradicional resultan de un nivel de calidad aceptable, equivalen a aceptar una tasa de fallos de 66800 partes por millón de unidades.

Puede notarse que aceptar un desplazamiento del valor medio en 1,5 veces, equivale a obtener una proporción de unidades fuera de especificación igual al área encerrada por la curva normal a la derecha del valor medio más 4,5 veces (o a la izquierda del valor medio menos 4,5 veces). Dicha área corresponde a 0,00034% o su equivalente, 3,4 unidades de cada millón. El criterio de establecer el porcentaje de unidades fuera de especificación en base a un corrimiento de la media, equivale a trabajar pensando en un posible aumento de la variabilidad a largo plazo, lo cual enfoca en forma más realista, la visión del cliente.

Con este concepto se construye un indicador del rendimiento de cualquier proceso, que suele denominarse Nivel o Índice Sigma, que vincula la variabilidad con el indicador *DPMO* definido anteriormente. Este indicador de rendimiento permite ubicar al proceso bajo análisis, en función del objetivo establecido por la estrategia Seis Sigma.

1.5.2.2 Valoración crítica de la metodología Seis Sigma

Seis Sigma tiene sus propias limitaciones, las críticas principales se resumen a continuación (Aubyn Salkey, 2008):

- Los procesos se mejoran independientemente.
- Falta de consideración por los factores humanos.
- La infraestructura requiere una inversión significativa.
- La meta Seis Sigma (3.4 partes por millones de oportunidades) es absoluta, pero esto no siempre es una meta apropiada y no necesita ser cumplida rigurosamente.
- Trabaja solo sobre la calidad.
- Debido a las demandas dinámicas del mercado, las características críticas de calidad de hoy necesariamente no son significativas mañana.

Los investigadores Reosekar y Pohekar (2014) realizan un análisis de 179 artículos de investigación publicados entre 1995 y 2011 en 52 revistas seleccionadas de renombre, con el objetivo de explorar el campo de Seis Sigma, indagar en sus limitaciones, aspectos emergentes y tendencias futuras. Entre los resultados obtenidos por estos investigadores se encuentran:

- Necesidad de la difusión de la investigación en el ámbito de aplicación de Seis Sigma.
- Necesidad de colaboraciones de investigación más interregionales.
- Necesidad de la integración de la filosofía Seis Sigma con otras filosofías.
- Falta de implementación, es decir, las pruebas y la validación de los modelos o marcos propuestos por los investigadores.

El autor de esta investigación coincide con los criterios de (Hernández Santana, 2012; Machado García, 2013; Martínez Hernández, 2014; Marín Rodríguez, 2015 y Román Acosta, 2016), los cuales seleccionan Seis Sigma como la metodología a utilizar en sus trabajos de campo, debido a que es una metodología más comprensiva y fácil de aplicar, una vez que se tienen claras las herramientas requeridas y por otra parte contiene un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos y controlar el desempeño de los resultados.

En los siguientes epígrafes se abordan algunos elementos que son utilizados en el control estadístico de la calidad, por tanto son partes de la metodología Seis Sigma, razón por la cual son tratados a continuación.

1.6 Herramientas para la evaluación de la capacidad de los procesos

Los autores Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2009) plantean que los procesos tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones para así considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso es analizar qué tan bien cumplen sus variables de salida con las especificaciones. Por su parte, los índices de capacidad son mediciones especializadas para evaluar la capacidad por excelencia.

Según los autores mencionados existen dos tipos de variabilidad: debida a causas comunes y a causas especiales o atribuibles. Resulta fundamental distinguir en forma eficiente entre ambos tipos de variación, para así tomar las medidas adecuadas.

Un proceso que trabaja con causas comunes de variación se dice que está en control estadístico (o si variación a través del tiempo es estable). Independientemente de que su variabilidad sea mucha o poca, el desempeño del proceso es predecible sobre el futuro inmediato, en el sentido de que su tendencia central y la amplitud de su variación se espera que se mantengan al menos en el corto plazo. Un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico (o simplemente que es inestable). Este tipo de procesos son impredecibles sobre el futuro inmediato porque en cualquier momento pueden aparecer de nuevo esas situaciones que tienen un efecto especial sobre la tendencia central o sobre la variabilidad. No distinguir entre estos dos tipos de variabilidad lleva a cometer dos errores en la actuación sobre los procesos (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009), siendo estos:

- Error 1: Reaccionar ante un cambio o variación (efecto o problema) como si proviniera de una causa especial, cuando en realidad surge de algo más profundo en el proceso, como son las causas comunes de variación.
- Error 2: Tratar un efecto o cambio como si proviniera de causas comunes de variación, cuando en realidad se debe a una causa especial.

Cada uno de estos dos errores causa pérdidas, se puede evitar uno u otro, pero no ambos. No es posible reducir a cero ambos errores. Lo mejor que se puede hacer es tratar de cometer rara vez a ambos, y para ello son destinadas las cartas de control (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009).

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales, lo que ayudara a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y de mejora. Cuando se habla de variabilidad se refiere principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de alguna variable de entrada o de control del proceso mismo.

A criterio de Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar (2009) existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continua, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, entre otras). A continuación se muestran los tipos de cartas de control para variable:

- $\bar{x}$ (de promedios)
- R (de rangos)
- S (de desviaciones estándar)
- $\bar{X}$ (de medidas individuales).

Las cartas de control para atributos se utilizan cuando las características de calidad no se pueden medir con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. Para realizar la medición de estos se utilizan las siguientes cartas:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos)
- np (números de unidades defectuosas)
- c (números de defectos)
- u (números de defectos por unidad).

Las cartas de control anteriormente mencionadas se utilizan con el objetivo de conocer cuando un proceso es estable y cuando no. Un proceso es estable cuando todos sus puntos caen dentro de los límites de control y fluctúan o varían aleatoriamente (con una apariencia errática, sin un orden) a lo ancho de la carta, con mayor frecuencia caen cerca de la línea central. Un proceso es inestable cuando se incumpla lo anteriormente dicho o cuando el proceso está

funcionando con causas especiales de variación debido a que sus puntos cumplan uno de los siguientes patrones:

- **Desplazamiento o cambios de nivel en el proceso:** Cuando uno o más puntos se salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central.
- **Tendencias en el nivel del proceso:** Este patrón consiste en una tendencia a incrementarse o disminuirse los valores de los puntos en la carta.
- **Ciclos recurrentes (periodicidad):** Desplazamientos cíclicos de un proceso que se detectan cuando se dan flujos de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera decente en ciclos.
- **Mucha variabilidad:** Se manifiesta mediante la alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central de la carta.
- **Falta de variabilidad:** Es cuando prácticamente todos los puntos se concentren en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad o estatificación.

1.7 Herramientas para el control estadístico de los procesos relacionadas en la investigación

En los epígrafes anteriores se explica la necesidad del por qué utilizar la metodología Seis Sigma, se denota gran cantidad de herramientas a emplear, tratándose algunas de ellas en el actual apartado.

Corresponde hacer referencia a aquellas que son empleadas en la presente investigación. Dentro de estas herramientas se encuentran:

- Gráficos de control
- Diagrama de Pareto
- Prueba de hipótesis
- Diagrama causa – efecto
- Índices de capacidad

Un resumen de estas se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1.1. Herramientas estadísticas- matemática utilizadas. Fuente: Elaboración propia.

Herramienta	Explicación
Gráficos de control	Herramienta estadística utilizada para evaluar la estabilidad de un proceso.
Diagrama de Pareto	Gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes.
Pruebas de hipótesis	Procedimiento para juzgar si una propiedad que se supone en una población estadística es compatible con lo observado en una muestra de dicha población.
Diagrama causa – efecto	Método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas.
Indices de capacidad	Es la manera en que las variables de salida de un proceso cumplen con sus especificaciones.

El control estadístico de los procesos es de gran utilidad, siendo utilizados en la mayor parte de las organizaciones, constituyendo la base para la detección de variaciones. Uno de los sectores que necesita de este tipo de análisis es la industria avícola nacional, debido a los grandes volúmenes de producción, atraso tecnológico y demanda por parte de la población, que en innumerables ocasiones dicho producto no cumple con sus especificaciones de calidad, trayendo consigo insatisfacciones y quejas por parte de sus clientes, así como pérdidas económicas.

1.8. Caracterización del sector avícola

El sector avícola en el ámbito internacional ha sufrido diversos cambios tecnológicos, estructurales y organizativos que modifica de forma significativa las condiciones de cría de estos animales, sobre todo en lo que se refiere a las instalaciones. En Europa está prohibida la cría de gallinas ponedoras en jaulas convencionales (no enriquecidas). En los Estados Unidos se está utilizando un sistema de jaulas con armazón en forma de A para ponedoras enjauladas que proporcionan un entorno excelente para la producción de huevos y ahorro máximo de alimento. Este sistema ofrece el excelente rendimiento de la producción de huevos que se espera, además de una mayor facilidad de envío, ensamblado y reparación, y un sistema

mejorado de recolección; todo en un sistema económico de jaulas que cumple con el espacio para las aves (Campillo Sabina, 2012).

El sistema de jaula mencionado ofrece a las aves un mejor entorno perfeccionando las condiciones de cría de estos animales. Por las características que presentan disminuye la mortalidad de los mismos obteniéndose por ende una mayor calidad y mejor rendimiento de la producción de huevos, por lo que se deben considerar estos cambios en el sector avícola cubano ya que las características de las jaulas que actualmente se usa en Cuba son antiguas presentando una tecnología de la década del 50.

El consumo de huevos en Cuba está arraigado a la cultura alimentaria de la población, en general, el cubano consume el huevo en todas sus variantes. Es la proteína más estable en su producción y accesibilidad. El huevo contribuye a una dieta equilibrada, además de aportar proteínas de gran valor nutricional (Borges Milián, 2013).

La avicultura cubana acorde a la tendencia mundial trabaja en tres vías: una de producción especializada o intensiva y dos de producción alternativas: la avicultura intermedia y la familiar a través de los productores independientes. En los últimos 20 años la industria avícola ha sido la actividad pecuaria de mayor crecimiento en el país.

Esta se ha ido desarrollando progresivamente en el país, llegando a alcanzar una producción por ave de 240 huevos por año, con una conversión de 1.54 Kg por decena de huevos producidos y viabilidad del 60%. La explotación avícola se halla especializada en dos producciones: huevo y carne. Una producción rentable desde el punto de vista de la producción de huevos debe satisfacer las demandas crecientes de la población y estar técnicamente avalada por ponedoras que resuman una alta producción de huevos de buen peso y calidad, buena persistencia y viabilidad, además de una alta eficiencia alimenticia. Para lograr la efectividad deseada en las ponedoras es necesario unir al potencial genético un manejo adecuado que incluye como es lógico una correcta alimentación (Campillo Sabina, 2012).

Es importante señalar que en nuestro país la tecnología de crianza es atrasada y se presentan problemas en la infraestructura de las granjas, lo que constituye uno de los principales factores que influyen en la calidad del producto. Situación que puede ser atenuada con la realización de estudios de estabilidad y capacidad en los procesos.

Durante la revisión bibliográfica realizada en la investigación se constató que en el sector objeto de estudio no existe metodologías de mejoras de proceso aplicadas, adoleciendo de experiencias en la implementación de estos estudios.

Conclusiones parciales del capítulo

1. Existe una clara base conceptual acerca de la calidad y el control estadístico de procesos, tanto en la literatura nacional como extranjera, donde salvando las diferencias entre los enfoques de los diferentes autores, se evidencian coincidencias de opiniones en cuanto a la necesidad de estos conceptos y su aplicación en el ámbito empresarial, todo lo cual sirve de sustento para la investigación.
2. La Metodología Seis Sigma constituye un proceso de mejora continua basado en herramientas estadísticas, permitiendo un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos, controlar el desempeño de los resultados y mejorar la capacidad de los procesos. Aun cuando se plantea por los autores que puede ser aplicada en cualquier tipo de entorno, es en la actividad productiva en la que se reportan la mayor cantidad de aplicaciones.
3. Durante el proceso de revisión bibliográfica se evidencia la ausencia de aplicaciones de la metodología Seis Sigma en el sector avícola cubano, razón por la que se considera un aporte práctico su implementación en este tipo de organizaciones.

Capítulo II

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA SEIS SIGMA PARA LA MEJORA DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE HUEVOS

En el presente capítulo se realiza la caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos, así como se expone un procedimiento de mejora de procesos basado en la metodología Seis Sigma. En este se utilizan criterios de diferentes autores, tales como: (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009; ISO 13053: 2011 y Gibbons et al., 2012).

2.1 Caracterización de la Empresa Avícola Cienfuegos (EAC).

La Empresa Avícola Cienfuegos perteneciente al Ministerio de la Agricultura, con domicilio social en la Calle 2 NE # 4906 – A e/ 49 Y 51, en la ciudad de Cienfuegos, pertenece al Organismo Superior de Dirección Empresarial (OSDE) Ganadero. Fue constituida por resolución 214/76 el 15 de diciembre de 1976 y se encuentra en estos momentos inmersa en el Proceso de Perfeccionamiento Empresarial aprobado el 5 de marzo del 2001.

La entidad posee una sólida tradición en la producción de carne y huevos de aves, que ha permitido satisfacer las demandas del mercado en moneda nacional y libremente convertible atendiendo a la diversidad de clientes, haciendo uso de la tecnología existente y apoyada en la amplia experiencia adquirida con el paso de los años. El contacto directo con las necesidades del mercado y el esfuerzo constante por satisfacer a los clientes, ha contribuido a reunir una amplia variedad de productos de alta calidad, mejorando el entorno social y la calidad de vida de personal involucrado en el proceso productivo. Para llevar adelante con perseverancia y excelencia los procesos, se cuenta con un capital humano capacitado y comprometido a apoyar e impulsar el desarrollo de la actividad, lo que ha permitido un incremento de los niveles de eficiencia.

El objeto empresarial de la EAC es aprobado por la Resolución 769/2005 del Ministerio de Economía y Planificación, planteando:

- Producir y comercializar de forma mayorista aves vivas, huevos de aves, carne de aves, subproductos avícolas, embutidos y ahumados.
- Producir y comercializar de forma minorista a través del mercado agropecuario estatal y ferias, aves y otros animales de las distintas especies de ganado menor, incluyendo sus carnes, huevos de cáscara marrón, huevos de cáscara blanca no balanceables, huevos de codorniz, subproductos avícolas y productos agropecuarios.
- Prestar servicios especializados de transportación de piensos y sus materias primas.
- Comercializar de forma mayorista sacos vacíos de propileno, nuevos y recuperados al sistema de la agricultura.

- Producir y comercializar de forma mayorista productos agropecuarios y medicamentos avícolas al sistema de la agricultura y a terceros.
- Comercializar de forma minorista a sus trabajadores excedentes de productos agropecuarios autorizados.
- Brindar servicios de transporte de carga por vía automotor.
- Ofrecer servicios de incubación.
- Prestar servicios de alquiler de equipos.
- Brindar servicios de comedor, cafetería y recreación a trabajadores del sistema.
- Realizar la construcción y reparación de viviendas a los trabajadores del sistema.
- Brindar servicios de alquiler de áreas y locales.
- Producir y comercializar de forma mayorista materiales alternativos de construcción al sistema y efectuar la venta minorista a los trabajadores de la entidad.

La EAC se encuentra compuesta por cuatro direcciones las cuales tienen definidas las siguientes funciones:

Dirección Producción:

- Orientar y controlar las tareas de la dirección productiva de la empresa.
- Dirigir y controlar las actividades relacionadas con la elaboración de las directivas de los planes de producción.
- Dirigir y controlar el proceso de desagregación de las cifras productivas por UEB.
- Definir y controlar el plan de visitas a las unidades.
- Actualizar los manuales de manejo.
- Participar en las reuniones programadas por la empresa en la esfera de producción.
- Definir las formas y métodos de efectuar las diferentes producciones y servicios.
- Planificar los movimientos de rebaño de la Empresa.
- Responder por la calidad de las producciones y servicios, garantizando el nivel de competitividad y presencia en el escenario económico.

- Organizar y controlar en los piensos balanceados el cumplimiento de las especificaciones de la calidad según el genérico a producir.
- Controlar el desarrollo de las actividades técnicas en las UEB.
- Cumplir y hacer cumplir con las normas y procedimientos de control interno establecidas para la actividad.
- Analizar el método de estudio a utilizar para el perfeccionamiento de la organización del trabajo de acuerdo a las características técnicas y productivas de la empresa, así como aplicar las medidas necesarias para instrumentar los resultados obtenidos una vez aprobados en el consejo de dirección.

Dirección Veterinaria:

- Dirigir el proceso de innovación de las Unidades Empresariales de Base a partir de la estrategia de ciencia e innovación tecnológica definida, de manera tal que se garantice un adecuado nivel de gestión tecnológica que posibilite la adquisición e incorporación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos a la actividad de la Empresa, con el objetivo de mantener e incrementar sus niveles de competitividad y eficiencia.
- Garantizar la aplicación del programa de Bioseguridad. Organizar y controlar los tratamientos preventivos y terapéuticos y el programa de inmunización contra las enfermedades de los animales.
- Elaborar e implantar el sistema de medio ambiente en la empresa.
- Realizar periódicamente diagnósticos de la situación ambiental, definiendo los problemas ambientales y las medidas para su solución.
- Desarrollar las actividades inherentes a la propiedad industrial, definiendo las medidas y procedimientos que garanticen la protección legal de los productos del intelecto creado, conforme a lo establecido en la Legislación vigente sobre la propiedad industrial.
- Organizar y controlar los programas del Fórum y Ciencia y Técnica.
- Diseñar e implantar el sistema de gestión de la innovación de la empresa.
- Controlar el cumplimiento de los planes de generalización.
- Diseñar e implantar el sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia empresarial que permita la actualización de los conocimientos del personal de la empresa en función de su desarrollo.

- Garantizar el cumplimiento de las medidas de la propiedad industrial y el derecho de autor en correspondencia a lo establecido por el Organismo correspondiente.
- Garantizar el funcionamiento del movimiento de innovadores, racionalizadores, las brigadas técnicas juveniles y del fórum de ciencia y técnica. Garantizar la generalización e implantación en la empresa de las mejores soluciones.

Dirección de Contabilidad y Finanzas:

- Definir el sistema informativo interno de la Empresa y de las UEB.
- Organizar y establecer los procedimientos generales para el control interno en la Empresa y en las Unidades Empresariales de Base que agrupa.
- Dirigir el proceso de elaboración de la planificación estratégica y la dirección por objetivos tomando en consideración las políticas establecidas por el grupo empresarial.
- Dirigir, coordinar y controlar el proceso de elaboración del Plan de Negocios y de los presupuestos de la Empresa y las UEB que agrupa, en correspondencia con los lineamientos emitidos por el grupo empresarial de manera que se cumplan los objetivos básicos de su funcionamiento y se recojan en él las producciones y servicios seleccionados y otros indicadores directivos.
- Llevar a cabo el proceso de desagregación del plan y la confección de los consolidados.
- Proponer y encauzar las propuestas de los ajustes del plan que resulten necesarias.
- Evaluar los resultados económicos y financieros de toda la organización en su conjunto y de las Unidades Empresariales de Base que agrupa.
- Orientar, organizar y ejecutar la creación de condiciones para reducir los costos y gastos.
- Solicitar créditos bancarios en moneda nacional y en divisas que hayan sido aprobados por el Director General.
- Ejecutar una eficiente gestión de cobros y pagos, que permita lograr la liquidez necesaria para cumplir sus obligaciones económicas.
- Emitir mensualmente los estados y balances contables establecidos.
- Desarrollar funciones en el manejo de las finanzas de la organización en su conjunto.
- Organizar, dirigir y controlar la actividad contable-financiera.
- Dirigir, coordinar y controlar el proceso de elaboración del plan anual y los presupuestos

(gastos e ingresos) de la empresa y sus unidades empresariales de base. Controlar el cumplimiento del plan en cada sección de conjunto con las áreas y las unidades empresariales de la empresa.

- Dirigir y ejecutar la gestión de cobros y pagos realizando análisis de los proveedores y clientes.
- Emitir y controlar los cheques y efectos correspondientes, así como las conciliaciones bancarias.
- Registrar y controlar los inventarios de medios de rotación y de activos fijos tangibles e intangibles.
- Confeccionar y contabilizar las nóminas, así como efectúa las retenciones que procedan de los trabajadores.
- Ordenar y efectuar los pagos al presupuesto del estado por conceptos de impuestos, aportes y contribuciones de acuerdo a la legislación vigente.
- Elaborar los registros contables de las empresas y emitir los estados financieros.
- Analizar la disponibilidad financiera de la empresa y las razones.
- Confeccionar y controlar los modelos estadísticos.
- Realizar control, asesoramiento y supervisión a las unidades empresariales de base.
- Proponer la composición y organización de las comisiones de autocontrol interno de la empresa en estrecha coordinación con la organización sindical de la empresa.

Dirección Capital Humano.

- Planificar, organizar y controlar las medidas que garanticen la satisfacción de los trabajadores por la labor que desarrollan, definiendo además un sistema de estimulación en la Empresa y sus Unidades Empresariales de Base.
- Organizar y controlar la actividad de seguridad y salud en el trabajo, y las medidas para preservar el Medio Ambiente
- Asegurar que el personal de la entidad desempeñe y desarrolle sus actividades de acuerdo a las exigencias de sus funciones y contenido de trabajo.
- Organizar de conjunto con el Sindicato todo el sistema de estimulación a los trabajadores en correspondencia con los resultados productivos o en la prestación de servicio.

- Diseñar, evaluar y controlar la aplicación de los sistemas de pagos vinculados a los resultados finales de la producción.
- Organizar y controlar los procesos relacionados con la evaluación del desempeño y la idoneidad.
- Organizar y garantizar los procesos de capacitación de los trabajadores y cuadros a través de la determinación de sus necesidades de aprendizaje.
- Cumplir y hacer cumplir con las normas y procedimientos de control interno establecidas para la actividad.
- Dirigir y supervisar el proceso de selección, reclutamiento y contratación de la entidad.

Además cuenta con las siguientes UEB:

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| • UEB Mal Tiempo | • UEB Yaguaramas |
| • UEB Las Delicias | • UEB Rodas |
| • UEB Caoba Inicio | • UEB Los Eneiros |
| • UEB Santa Elena | • UEB Yaguaramas Autoconsumo |
| • UEB Mártires de Panamá | • UEB Aseguramiento |
| • UEB Mártires de Bolivia | • UEB Comercializadora |
| • UEB Vietnam Heroico | |

La misión y visión se exponen a continuación:

Misión

Producir y comercializar con efectividad huevos, carne de aves y otros productos avícolas en el territorio nacional con cultura de calidad y recursos humanos preparados que aseguren la competitividad y la seguridad de nuestros clientes.

Visión

Ser la empresa líder de la región central con el máximo potencial productivo de las aves, con personal capacitado y motivado, sustentado en una calidad certificada, que se vea reflejado en la satisfacción de nuestros clientes y lideramos la comercialización dentro del territorio y otras zonas del país.

La estructura jerárquica de estas direcciones se define en el organigrama de la empresa que se muestra en el **Anexo No.2**.

La organización cuenta con un total de 691 trabajadores, los cuales se dividen en las categorías de operarios, técnicos, administrativos, servicios y cuadros, cuyos porcentajes se muestran en la figura 2.1.

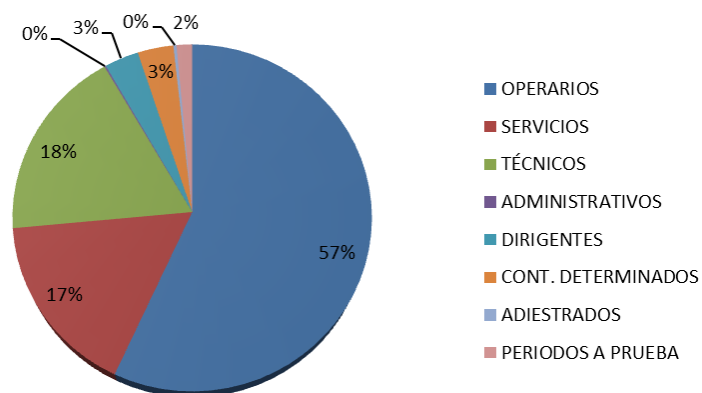


Figura 2.1. Representación de las categorías ocupacionales en la EAC. Fuente: Elaboración propia.

Del total de trabajadores 437 son hombres y 254 mujeres, cuyo porcentaje queda distribuido de la siguiente forma.

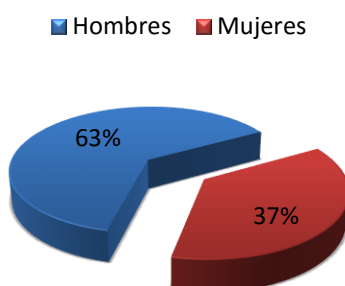


Figura 2.2: Representación del nivel de escolaridad en la EAC. Fuente: Elaboración propia.

Hoy la Empresa Avícola Cienfuegos se convierte en el principal proveedor de huevos, carne de aves y otros productos avícolas de la provincia Cienfuegos, a continuación se relacionan algunos de los principales proveedores y clientes.

Proveedores

- Empresa Productora de Piensos de Cienfuegos
- Empresa Integral Forestal de Cienfuegos
- Empresa Nacional “Celso Stakerman”
- LABIOFAM

Clientes

- Comercio Interior Provincial
- EPIA Cienfuegos

- Educación Provincial
- Salud Provincial
- MINCIN
- MINTUR

Es una empresa dedicada a brindar servicios de producción de huevos, aves y carne de aves, teniendo como objetivo suministrar sus productos en todo el territorio nacional de forma competitiva, adecuada y que satisfaga cabalmente los requisitos contractuales de sus clientes, asegurando la mejora continua de todos sus procesos y las condiciones medioambientales dentro de su entorno.

La Empresa Avícola Cienfuegos es una de las organizaciones más importante en el sector de la agricultura en la provincia, debido a la aceptación de sus productos en el mercado, en especial el huevo. Por tal razón es vital lograr altos niveles productivos, siempre teniendo en cuenta la máxima calidad de sus productos. En el año 2014 se obtuvo una producción de 81 799 989 huevos, lo que representa el 100,4% de cumplimiento. Unos de los principales problemas que afrontó la empresa durante este periodo fue la presencia de 2 822 098 huevos de tercera calidad, constituyendo una pérdida económica de \$ 479 552. Por lo antes expuesto, es que surge la necesidad por parte del consejo de dirección de realizar un estudio para conocer cuáles son los principales factores que intervienen en la mala calidad del huevo y cómo mejorar la misma.

A partir de este análisis se evidencia la necesidad de realizar un estudio sobre las características de calidad del producto, con el objetivo de disminuir el porcentaje de huevo de tercera. El autor de la actual investigación selecciona la Metodología Seis Sigma para ser aplicada en la EAC, debido a que la misma es más comprensiva y fácil de aplicar, una vez que se tienen claras las herramientas requeridas y también porque contiene un acercamiento sistemático para encontrar soluciones a los problemas ocultos y controlar el desempeño de los resultados, siendo tratada la misma en el siguiente apartado.

2.2. Descripción de la Metodología Seis Sigma

El procedimiento para la mejora de procesos propuesto en la presente investigación, se encuentra fundamentado en la filosofía Seis Sigma para el mejoramiento continuo de procesos, la cual se basa en el ciclo gerencial básico de Deming. Dicho procedimiento es seleccionado para ser aplicado al proceso de ponedora, debido a que es una estrategia que busca encontrar y eliminar causas de errores o defectos en los procesos, enfocadas a las variables de importancia crítica para los clientes. Para su elaboración se utilizan criterios de diferentes metodologías, dadas por disímiles autores, tales como: (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009; ISO 13053: 2011; Gibbons et al., 2012 y García Guerra, 2014).

El procedimiento se organiza en cinco etapas básicas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (ver figura 2.3), cada una de ellas con su correspondiente sistema de actividades y herramientas para su diseño y ejecución (ver tabla 2.1).

Antes de comenzar la investigación es necesario la creación o consolidación de un grupo de trabajo, el cual debe estar formado por el director, el especialista principal de nutrición, especialista de la línea de producción de huevo, el jefe de brigada de producción y trabajadores de experiencias, los cuales dominan lo planteado en la NC 848: 2011 “Huevos de Gallina. Especificaciones” así como parte de los requisitos planteados en la NC ISO 9001: 2015 e ISO 13053: 2011, además de las técnicas de diagnóstico que se aplicarán. De ser necesario se realizará una capacitación en el tema.

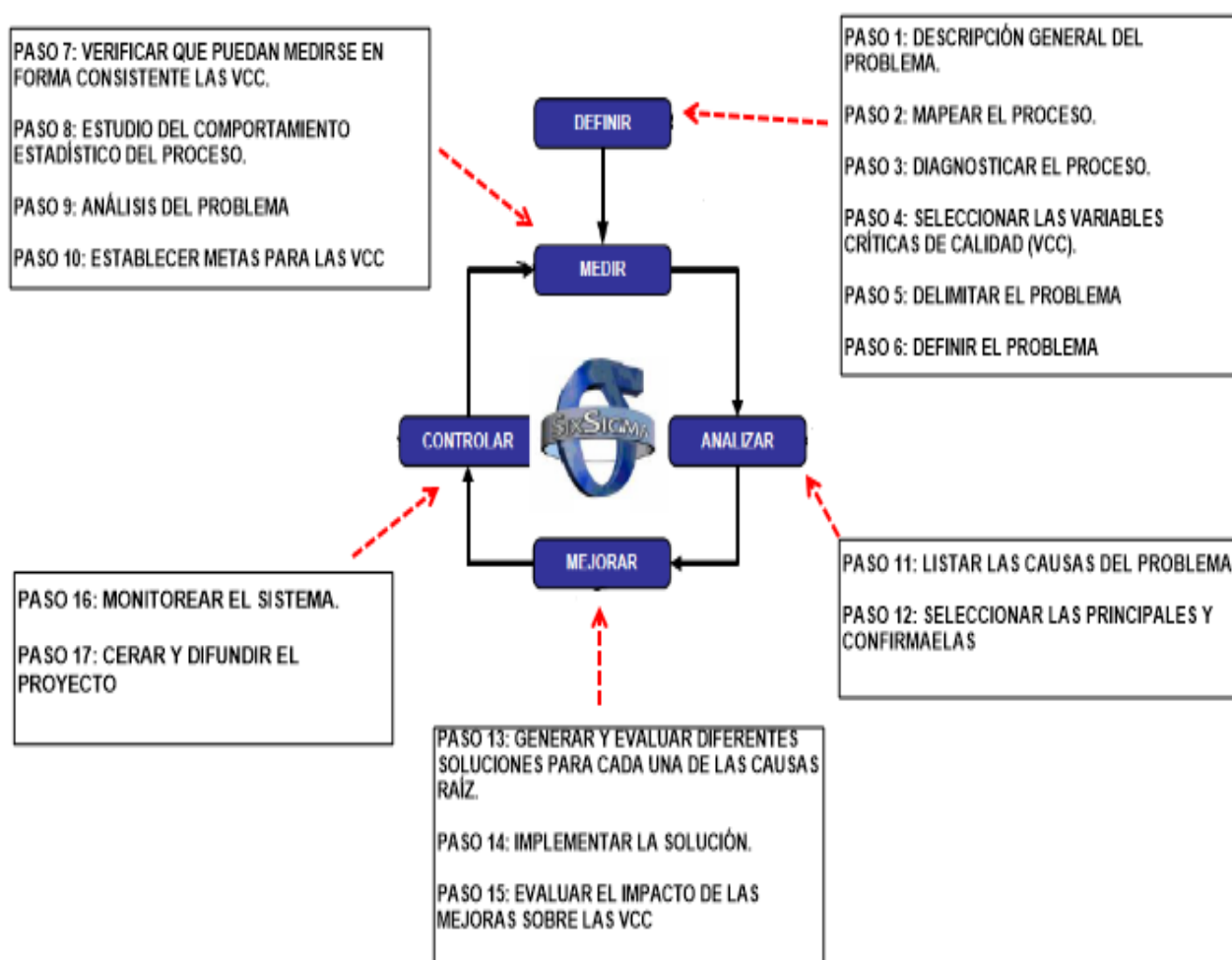


Figura 2.3. Procedimiento para la mejora de procesos a partir de la utilización de la metodología Seis Sigma. Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestran los aspectos básicos de cada una de las etapas de la metodología.

Tabla 2.1: Aspectos básicos del procedimiento para la mejora de procesos en la gestión de las mediciones. Fuente: Elaboración propia.

ETAPAS	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS
Definir	Describir de forma general el problema	Documentación descriptiva del proceso objeto de análisis, reuniones participativas, trabajo de grupo.
	Mapear el proceso	Reuniones participativas, documentación de proceso, Mapeo de procesos.
	Diagnosticar el proceso	Análisis de los requisitos legales aplicables en la materia, documentación relativa al proceso, informes de auditorías, no conformidades
	Seleccionar las variables críticas para la calidad	Diagrama de Pareto, Método Delphi, Selección pondera, Voz del cliente
	Delimitar y definir el problema	Trabajo en grupo
Medir	Verificar que puedan medirse en forma consistente las variables críticas de calidad	Trabajo en grupo
	Estudiar el comportamiento estadístico del proceso	Trabajo en grupos, Gráficos de control, Estudio de estabilidad
	Analizar el problema	Capacidad de proceso
	Establecer las metas para las variables críticas de calidad	Trabajo en grupo, Tormenta de ideas
Analizar	Listar las causas del problema	Diagrama causa – efecto
	Seleccionar las principales causas y confirmarlas	Trabajo en equipo Votación
Mejorar	Generar y evaluar diferentes soluciones para cada una de las causas raíces	Trabajo en grupos, Tormenta de ideas
	Implementar la solución	5W y 2H
	Evaluar el impacto de la mejora sobre las variables críticas de calidad	Técnicas estadísticas Análisis costo - beneficios
Controlar	Monitorear el sistema	Documentación del proceso, Cartas de Control
	Cerrar y difundir el proyecto de mejora	Reuniones participativas

A continuación se expone la descripción de cada una de las etapas del procedimiento propuesto para ser aplicado al proceso de ponedora, teniendo en cuenta los criterios de los autores mencionados.

Etapas I: Definir

En esta etapa se define el problema sobre el cual se va a implementar la metodología a partir de lo detectado en la organización. En ello es importante partir de la estrategia empresarial como patrón que integra las principales metas y políticas de la empresa. Para dar respuesta a estas preguntas, aun cuando existen otros métodos el autor recomienda la herramienta: *Voice of Customer* (VOC), que traducida al español significa *Voz del Cliente*, la cual orienta en qué medida los clientes están o no satisfechos, así como sus expectativas, considerando sus opiniones y sugerencias como aspectos significativos.

Luego es fundamental identificar las variables críticas para la calidad, establecer metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto. Todo lo anterior se debe hacer con base en el conocimiento que el equipo tiene sobre las prioridades del negocio, de las necesidades del cliente y del proceso que necesita ser mejorado (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009 y García Guerra, 2014). Los siguientes pasos componen esta secuencia inicial:

Paso 1: Describir de forma general el problema

Se hace necesario responder la pregunta, ¿Cuál es el actual funcionamiento del proceso?

Para realizar un examen profundo del trabajo es necesario:

- Conversar con los clientes (fundamentalmente los trabajadores).
- Recopilar datos y obtener información relevante sobre el comportamiento del proceso.
- Obtener una visión global de la actividad.

De forma general se debe explicar en qué consiste el problema y por qué es importante resolverlo.

El mapeo del proceso permite visualizar cada una de las operaciones (subprocesos) involucradas, de manera aislada o interrelacionadas, debido a que este flujo detallado deja clara la trayectoria de la actividad desde su inicio hasta su conclusión.

Paso 2: Mapear el proceso

Este paso tiene por objetivo mostrar los subprocesos u operaciones principales del proceso completo donde se presenta el problema, para lo cual es necesario:

Descripción del contexto

Este aspecto pretende dar respuesta a la pregunta, ¿Cuál es la naturaleza del proceso?

Para llegar a conocer el proceso en su totalidad es preciso especificar:

- La esencia de la actividad
- El resultado esperado del proceso
- Los límites del proceso: ¿Dónde comienza? (entradas) y ¿Dónde termina? (salidas)
- Las interfaces con otras actividades (¿Cómo el proceso interactúa con otros procesos?)
- Los actores involucrados en la actividad (ejecutores, clientes, proveedores)

Determinación de los requisitos y narración del proceso

En cuanto a la determinación de requisitos es necesario analizar cuáles son:

- Los requisitos del cliente (exigencias de salida). Las demandas de los clientes de la actividad esclareciendo adecuadamente el producto final que estos esperan.
- Los requisitos para los proveedores (exigencias de entrada). Las demandas del proceso, siendo estas indispensables para obtener un producto o servicio que satisfaga al cliente.

Sin duda alguna, es fundamental que se establezca una comunicación directa, positiva y efectiva entre los responsables de la actividad, los clientes y los proveedores.

Se debe describir con claridad el proceso para tener una visión amplia sobre él. El producto final esperado de esta etapa de caracterización del proceso, es un documento que permita entender y visualizar de manera global en qué consiste el mismo, además de elaborar la ficha del proceso objeto de estudio.

Lo anteriormente expuesto facilita la obtención de los problemas que afectan el desempeño de la organización vistos desde la óptica del cliente; para luego elaborar el diagrama de proceso con el que se obtiene una visualización general de la empresa, de manera que se identifiquen y cuantifiquen las causas de cada problema en el proceso que ocurre.

El diagrama de procesos contribuye al esclarecimiento y visualización de todas las actividades que se ejecutan para obtener el producto final.

Esto último permite elaborar el Diagrama de Pareto para saber el proceso que realmente se debe analizar y enfocar hacia el mismo el resto del estudio. Finalmente debe definirse de manera concreta y precisa el problema a resolver, lo cual garantiza la correcta aplicación de las siguientes etapas de la metodología (García Guerra, 2014).

Paso 3: Diagnosticar el problema

En cuanto a la identificación de problemas, la pregunta a responder es; ¿Cuáles son los principales problemas que afronta el proceso de ponedora para disminuir la cantidad de huevo de tercera calidad en la organización?

Para ello se considera de significativa importancia definir las fortalezas y debilidades de la actividad, especificando:

- ¿El qué está bien? (éxito)
- ¿El qué está mal? (fracaso)
- ¿El porqué de cada una de estas situaciones?

Se identifican los aspectos a que irá dirigido el diagnóstico, fundamentalmente: requisitos legales aplicables, análisis de los resultados de auditorías y no conformidades, conocimiento del estado del proceso y actividades con respecto a la calidad, entre otras.

Requisitos legales aplicables en el proceso de ponedora de la Empresa Avícola Cienfuegos

Tomando como base los listados actualizados emitidos por la Oficina Nacional de Normalización (ONN), el Instituto de Investigaciones Avícola y el Organismo Superior de Dirección Empresarial (OSDE) Ganadero, se deben identificar y ubicar los requisitos legales aplicables y otros requisitos. Se recomienda elaborar un listado de referencia con el número y título de las regulaciones aplicables en la empresa, además verificar la existencia o no de estas.

Conocimiento del estado del proceso y actividades

Este tiene como objetivo conocer el estado de la organización, sus procesos y actividades con respecto al conocimiento de los requisitos a cumplir en cada operación del proceso, así como de los requisitos de los documentos normativos legales, para de esta forma identificar fortalezas y debilidades.

Análisis de los resultados de auditorías y no conformidades

Se recomienda la revisión de las “No conformidades” identificadas en auditorías y reclamaciones de los clientes. Las “No conformidades” deben ser corregidas con la mayor inmediatez posible o programar su solución, ser objeto de seguimiento por el comité de gestión y el análisis en las revisiones semestrales del sistema por la dirección.

Dando un adecuado uso a los datos e informaciones obtenidas es posible detectar y caracterizar las causas responsables de las fallas y de los resultados indeseados en el proceso

Paso 4: Seleccionar las variables críticas para la calidad (VCC)

En este paso se deben especificar las variables críticas para la calidad mediante las cuales se evaluará qué tan bien se cumplen los objetivos del proyecto, ejemplo de esto: tiempo de ciclo, costos, calidad de alguna variable de salida, quejas, productividad, entre otras. Estas variables deben estar ligadas a la satisfacción del cliente o en general al desempeño del proceso, por tanto se debe garantizar la opinión del cliente. La clave aquí es preguntarse qué aspectos del

producto final son importantes para dicho cliente y por qué, además de los resultados del diagnóstico realizado en el paso anterior.

Realizando el análisis de lo anterior se hace necesario actuar sobre aquellas variables que más repercuten en el deterioro del desempeño. Al respecto se conoce que aproximadamente el 80% de los problemas, se deben a causas o situaciones que actúan de manera permanente y que sin embargo están vinculados a solo unas pocas situaciones vitales que contribuyen en mayor medida a la problemática global. Es por ello que otra herramienta propuesta en esta etapa de trabajo es el Diagrama de Pareto, dado que ayuda a localizar él o los problemas vitales, así como las causas más importantes.

Además también se puede utilizar para dar un orden de prioridad a cada una de las variables identificadas, otras técnicas y herramientas como es la UTI, la Selección ponderada o el Método Delphi.

Paso 5: Delimitar el problema

En este paso se hace necesario delimitar el problema, para decidir qué parte del proceso será abordado en la investigación en función de su magnitud.

Paso 6: Definir el problema

Para la definición final del problema deben utilizarse los datos de las variables críticas para la calidad (ya sea que se refieren al cliente o al desempeño del proceso), es decir, expresar el problema en términos cuantitativos, de conjunto con los resultados del proceso.

Etapas II: Medir

Una vez definido el problema sobre el cual va a incidir, se hace necesario su medición, con ello se conoce la capacidad del proceso analizado. Medir es una etapa clave en el camino de Seis Sigma. El propósito de esta etapa es verificar que la información que se utilizará para tomar decisiones es realmente correcta. Esta segunda etapa está compuesta por la siguiente secuencia de pasos.

Paso 7: Verificar que puedan medirse en forma consistente las Variables Críticas de Calidad

En la aplicación de la metodología Seis Sigma, es necesario contar con datos confiables que realmente permitan tomar decisiones acertadas. Para ello se deben recolectar las cantidades de huevo que no cumplan con los requisitos de calidad en el proceso seleccionado con el objetivo de verificar su comportamiento estadístico o el ajuste a cierta distribución teórica.

Partiendo de lo anterior, se verifica si los datos se ajustan a alguna de las distribuciones estadísticas conocidas, lo que permite obtener un valor esperado de determinada cantidad de

rechazos segun el intervalo de tiempo que se analice. De esta forma es posible además el análisis del comportamiento de proporción del rechazo.

Este análisis se puede realizar utilizando como software: Statgraphics, Minitab, SPSS, entre otros.

Paso 8: Estudiar el comportamiento estadístico del proceso seleccionado

Se emplea para ello las herramientas del Control Estadístico de la Calidad, en específico los gráficos de control. Se verifica el estado de control estadístico de los datos analizados, sobre la base del tipo de gráfico de control correspondiente. El gráfico de control elaborado permite afirmar si el proceso se encuentra o no en control aparente.

Paso 9: Analizar el problema

Este paso busca la determinación de todos los defectos que inciden en el rechazo de huevos de primera calidad en la entidad analizada, utilizando para ello el criterio de varios especialistas y de normas técnicas. Por esa razón, como parte del mismo, deben ser cumplimentadas algunas actividades como es la determinación de la capacidad del proceso.

El estudio de la capacidad de un proceso es una herramienta fundamental en la aplicación de la metodología Seis Sigma. Con este estudio se evalúa el estado del proceso considerando las insuficiencias que presenta en el momento analizado.

Al evaluar la capacidad de un proceso se comprueba qué tan bien cumplen sus variables de salida con las especificaciones, sea una variable de tipo valor nominal o atributivas.

Paso 10: Establecer las metas para las variables críticas de calidad

Tomando en cuenta la situación para las variables críticas de calidad, se deben establecer metas para éstas. Dichas metas deben balancear el que sean ambiciosas pero alcanzables.

Etapas III: Analizar

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema, entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Por tanto en esta fase se deben desarrollar teorías que explican cómo es que las causas raíces generan el problema, confirmar estas teorías con datos, para después de ello tener las pocas causas vitales que están generando el problema. Las herramientas que son de utilidad en esta fase son muy variadas, algunas de ellas son: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, cartas de control, entre otras.

Paso 11: Listar las causas del problema

En la etapa anterior queda definido el estado del proceso en cuanto a la variable crítica de calidad definida, por tanto en función de estos resultados se deben generar las causas que

pueden estar incidiendo en el estado del proceso mediante una lluvia de ideas, y organizarlas mediante un diagrama de Ishikawa.

Paso 12: Seleccionar las principales causas y confirmarlas

En este paso se deben seleccionar las que se crean que son las causas principales, explicar cuál es la razón y confirmar con datos la situación existente.

Etapas IV: Mejorar

En esta etapa se está listo para que se propongan, implementen y evalúen las soluciones que atiendan las causas raíces detectadas. El objetivo es demostrar con datos que las soluciones propuestas resuelva el problema y conlleven a las mejoras buscadas. Con este propósito se propone completar los siguientes pasos.

Paso 13: Generar y evaluar diferentes soluciones para cada una de las causas raíz

Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas. Luego es importante evaluarlas a partir de diferentes criterios o prioridades sobre los que se debe tomar la solución.

Paso 14: Implementar la solución

Para implementar la solución es importante elaborar un plan en el cual se especifiquen las diferentes tareas, su descripción (en qué consiste, cómo se va a hacer, dónde se va a implementar), las fechas para cada una, los recursos monetarios que se requieren, las personas responsables y participantes. Para este fin se recomienda utilizar la técnica de las 5W2H.

En el caso que sea conveniente, inicialmente, puede adoptarse un procedimiento de carácter experimental, que consista en:

- Realizar un proyecto piloto.
- Observar, controlar y evaluar la experiencia implantada.
- Realizar la implantación definitiva como consecuencia de los resultados positivos obtenidos.

Paso 15: Evaluar el impacto de la mejora sobre las variables críticas de calidad

Para la evaluación de la solución se debe comparar el estado del proceso antes y después de las acciones tomadas. Este tipo de estudio obedece a una búsqueda permanente del mejoramiento continuo de un proceso. Si los resultados no son satisfactorios, entonces se debe revisar por qué se obtiene lo esperado y con esa base revisar lo hecho nuevamente.

Etapas V: Controlar

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas. En otras palabras, el objetivo de esta etapa es que el equipo de trabajo desarrolle un conjunto de actividades con el propósito de mantener el estado y desempeño del proceso a un nivel que satisfaga las necesidades del cliente y esto sirva de base para buscar la mejora continua. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimientos obtenidos se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

Paso 16: Monitorear el sistema

Para el monitoreo de los resultados, se dirige a responder la pregunta; ¿Funciona el proceso de acuerdo con los patrones?, lo que consiste en verificar si el mismo está funcionando de acuerdo con los patrones establecidos, así como la ejecución de las acciones correctivas.

Este monitoreo del proceso es permanente y forma parte de la rutina diaria de trabajo de todas las personas que participan en el proceso, siempre sobre la base del ciclo gerencial básico de Deming (PHVA).

Paso 17: Cerrar y difundir el proyecto de mejora

El objetivo de este último paso es asegurarse que el proyecto de mejora sea fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión. Por ello el equipo de trabajo debe desarrollar los siguientes aspectos:

- Documentar el proyecto: Integrar todos los documentos que reflejen el trabajo realizado en las cinco etapas.
- Principales logros alcanzados: Elaborar un resumen de los cambios y soluciones dadas para el problema, así como el impacto de las mejoras.
- Difundir lo hecho y logros alcanzados: Presentación ante colegas y directivos, difusión interna por los canales adecuados.

Conclusiones parciales del capítulo

1. El procedimiento propuesto está fundamentado en la filosofía Seis Sigma para el mejoramiento continuo de procesos, basado en el ciclo gerencial básico de Deming. En este se incluye el diagnóstico inicial, así como un grupo de criterios planteados por diferentes autores, tales como: (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009; ISO 13053: 2011; Gibbons et al., 2012 y García Guerra, 2014), llegándose a especificar en cada una de sus etapas las técnicas y herramientas que deben ser aplicadas.
2. La aplicación de la metodología Seis Sigma en el mejoramiento de la calidad del producto incluye etapas que pueden ser realizadas por un solo investigador como es el caso de Definir, Medir y Controlar, mientras que otras como las de Analizar y Mejorar deben ser realizadas por un grupo de expertos.

Capítulo III



CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL HUEVO DE PONEDORA

En este capítulo se presentan los resultados relacionados con la aplicación del procedimiento para la mejora de la calidad del huevo de ponedora en la UEB Yaguaramas, sobre la base de la evaluación de las características de calidad de dicho producto, así como de un conjunto de elementos propios en la temática, trayendo como resultado el conocimiento de las principales debilidades en el proceso de producción y los aspectos a mejorar.

3.1. Aplicación del procedimiento

La aplicación del procedimiento se realiza siguiendo en orden los pasos propuestos en el capítulo anterior dados por disímiles autores, tales como: (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009; ISO 13053: 2011; Gibbons *et al.*, 2012 y García Guerra, 2014), tomando como objeto de estudio la Unidad Empresarial de Base (UEB) Yaguaramas.

En el comienzo de la investigación se crea el grupo de trabajo compuesto por especialistas, naveros, directores y trabajadores, los integrantes del mismo se mencionan en el **Anexo No.3**.

Con el transcurso de la investigación se hace necesario la incorporación de otros miembros, ejemplo: técnicos en la actividad, trabajadores de experiencia, entre otros.

Etapas I: Definir

Para la aplicación de esta etapa de la Metodología Seis Sigma, se tiene en cuenta la caracterización de la organización y los métodos y herramientas propuestos en el capítulo anterior. Es válido destacar que en la visión de la entidad se declara el mejoramiento de la calidad como un aspecto a desarrollar de manera sistemática. Por otra parte en la estrategia empresarial se declara dentro de sus objetivos: *eleva la calidad del producto*, donde queda definido como un indicador o criterio de medida de este objetivo la disminución del porcentaje de huevo de tercera, así como la reducción de los índices de merma.

Además de ello, se tiene en cuenta la retroalimentación con los clientes a través de la aplicación de encuestas que corroboran la necesidad de mejorar la calidad del producto.

Paso 1: Describir de forma general el problema

La Empresa Avícola Cienfuegos se dedica a brindar servicios de producción de huevos, aves y carne de aves, teniendo como objetivo suministrar sus productos en todo el territorio nacional de forma competitiva, adecuada y que satisfaga cabalmente los requisitos contractuales de sus clientes, asegurando la mejora continua de todos sus procesos y las condiciones medioambientales dentro de su entorno. La empresa se encuentra actualmente en el proceso

de solicitud de certificación del sistema de gestión de la calidad por la NC ISO 9001:2008, cuya documentación fue enviada a la Oficina Nacional de Normalización (ONN), estando planificada la auditoría de certificación para el primer trimestre del año 2017.

Dentro de los procesos claves de la empresa (ver **Anexo No.4**) se encuentra el de producción de huevo de ponedora y el de comercialización, siendo estos los de mayor importancia dentro de la empresa.

En la organización se cumplen los planes de producción, así como con los parámetros de calidad establecidos por parte del Organismo Superior de Dirección Empresarial (OSDE) Ganadero. Entre los principales resultados relacionados con la producción de huevos obtenidos al cierre del año 2015 se encuentran:

Tabla 3.1: Resultado productivos de la Empresa Avícola Cienfuegos. Fuente: Dirección de producción de la Empresa Avícola Cienfuegos.

UEB	Producción de Huevos (Miles de unidades)		Huevos por Aves (u)		Conversión (kg)		Viabilidad (%)	
	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real	Plan	Real
Mártires de Panamá	15 824.1	17 548.3	260.18	252.98	1.52	1.56	70.46	68.88
Vietnam Heroico	13 749.5	16 376.9	247.79	246.79	1.58	1.59	74.83	77.78
Mártires de Bolivia	19 895.3	19 537.1	271.09	268.27	1.47	1.48	69.58	60.59
Rodas	11 437.1	11 090.7	258.90	243.20	1.52	1.62	73.22	57.60
Yaguaramas	15 435.1	14 739.1	258.20	264.17	1.52	1.49	72.92	58.66
Juraguá	-	816.8	-	266.50	-	1.86	-	73.18
TOTAL	76 340.9	80 108.7	260.00	255.47	1.52	1.54	72.00	65.43

Al cierre del año no se cumple los indicadores de eficiencia como Huevo por Ave (cantidad de huevo de un ave en el año), Conversión (kg de pienso que consume un ave para lograr una decena de huevo) y Viabilidad (Porcentaje de aves vivas al final de una crianza). Se logra cumplir con el volumen de huevo, superando en 3,7 millones de unidades a la cantidad planificada. Esto se debe a las estrategias trazadas en la empresa, como es el aumento del número de aves y el no contar con un matadero en la provincia, estas extienden el ciclo de producción previsto de 12 meses, llegando a alcanzar hasta 15 meses de puesta.

Trabajar con aves que tengan más de 12 meses de puesta, tiene consecuencias negativas para la entidad, ya que se afecta la calidad del huevo y aumenta los niveles de merma. A

continuación, se muestra en la figura 3.1 el comportamiento de las mermas de huevo durante el año 2015.

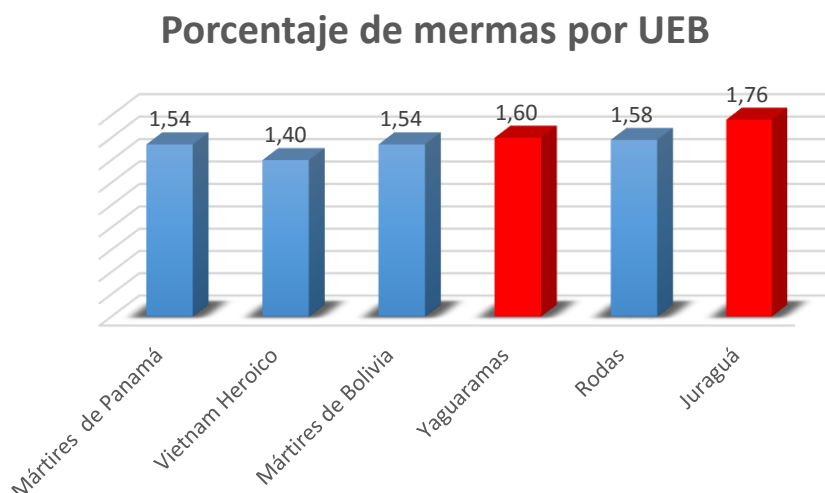


Figura 3.1: Comportamiento de las mermas durante el año 2015. Fuente: Dirección de producción de la Empresa Avícola Cienfuegos.

De los resultados mostrados anteriormente se evidencia que la UEB con mayor deterioro del indicador analizado es Juraguá, debido fundamentalmente al sistema de crianza en la misma, el cual es en piso y no en jaulas. Esta UEB solo fue utilizada durante tres meses en el año, no estando activa la misma desde inicios del año 2016. Luego le sigue la UEB Yaguaramas.

El huevo se clasifica según sus características de calidad en:

- Huevo de 1ra: Peso superior a 48 g, cáscara íntegra y limpia.
- Huevo de 2da: Peso que oscila entre los 40 g y 47 g, cáscara íntegra y con ligeras suciedades.
- Huevo de 3ra: Peso inferior a 40 g, cascado y sucio.

Con respecto a estas categorías, la producción del año 2015 se comporta de la siguiente forma:

Tabla 3.2: Comportamiento de la calidad del producto durante el año 2015. Fuente: Dirección de Estadística de la Empresa Avícola Cienfuegos.

Granja	Huevos de 1ra (U)	Huevos de 2da (U)	Huevos de 3ra (U)	Total	Huevos de 1ra (%)	Huevos de 2da (%)	Huevos de 3ra (%)
Yaguaramas	14318521	88022	332564	14739107	97,15	0,59	2,26
Rodas	10858520	49649	182483	11090652	97,91	0,45	1,65
Vietnam	16053267	34205	291395	16378867	98,01	0,21	1,78
Bolivia	19104162	48741	384177	19537080	97,78	0,25	1,97
Panamá	17354352	73570	120352	17548274	98,89	0,42	0,69

En la tabla anterior se muestra el comportamiento de la calidad del huevo y sus diferentes categorías de clasificación durante el año 2015, donde se aprecia que en tres UEB se generan mayor cantidad de huevo de tercera que el valor establecido por los organismos superiores (1,7%). La alta dirección tiene entre sus prioridades lograr disminuir los niveles de merma, así como aumentar los índices de huevo de primera calidad.

Paso 2: Mapear el proceso

Narración del proceso y determinación de los requisitos

El proceso de Producción de Huevo de Ponedora se encuentra asociado a la Dirección de Producción. Este tiene la misión de garantizar la producción de huevos a partir del cumplimiento de las principales disposiciones y requisitos técnicos establecidos. Este proceso se encuentra compuesto por un grupo de actividades, las que son descritas en el **Anexo No.5**, siendo representadas en el **Anexo No.6** mediante un diagrama de flujo.

Entre los requisitos a cumplir para realizar el trabajo dentro del proceso se encuentran:

- Manual tecnológico para la cría de aves.
- Manual de buenas prácticas en la avicultura.

Paso 3: Diagnosticar el proceso

El objetivo general del diagnóstico es establecer el estado actual de las características de calidad del producto objeto de análisis por medio de una revisión inicial, así como de los documentos normativos aplicables. A partir de lo expuesto anteriormente se realiza un diagnóstico inicial estructurado en:

- Documentos normativos aplicables.
- Actividades de gestión.
- Parámetros de calidad.

Documentos normativos aplicables

Se realiza la actualización de la legislación, normas cubanas y otras regulaciones aplicables a la actividad. Se elabora un listado de referencia de acuerdo a lo establecido por el organismo rector y el título de las normas aplicables en la empresa, se verifica la existencia o no de dichas regulaciones, lo que aparece en el **Anexo No.7**. De forma general la empresa dispone de la legislación emitida (resoluciones, normas, instrucciones, reglamentos, leyes, decretos y decretos leyes aplicables) en el país.

Actividades de gestión

Se lleva a cabo una revisión del registro “Procedimiento para el control del producto no conforme, no conformidades, acciones preventivas y correctivas”, reclamaciones de los clientes, así como informes de auditorías y supervisiones correspondientes al año 2015. A partir de este análisis se evidencian que existe declarada una no conformidad, con fecha 12 de mayo del 2015 referida a la fragilidad de la cáscara del huevo, ya que por este motivo aumentan los niveles de huevo cascado. Mientras por parte de los clientes existen quejas y reclamaciones referidas a la suciedad del producto.

Entre las causas raíces de los problemas mencionados se encuentran:

- Comercialización del producto proveniente de aves con más de 12 meses de explotación, por lo que los huevos tienen como característica una cascara más frágil.
- Con respecto a la situación de los huevos con suciedades esta dado a que en la UEB Yaguaramas presenta problemas en la jaulería.

Con respecto a la evaluación de la satisfacción de los clientes y análisis de los resultados, la entidad evalúa la misma mediante la aplicación y procesamiento de las encuestas diseñadas para este fin. Sus resultados constituyen una herramienta de trabajo para el mejoramiento de la calidad del producto. Estas son aplicadas semestralmente a los clientes, utilizando para ello la “Encuesta de Satisfacción de Clientes”

Durante el año 2015 el total de encuestas aplicadas es de diez, mostrándose dichos resultados en la siguiente tabla.

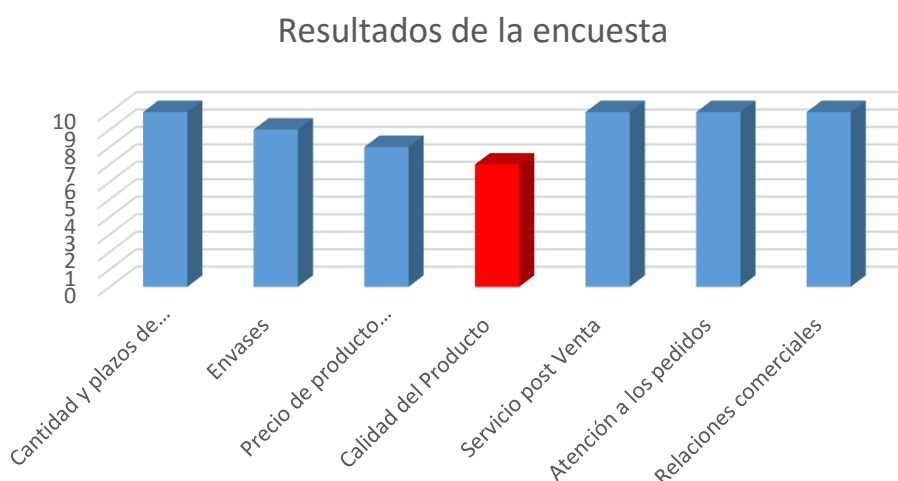


Figura 3.2: Resultados de la encuesta de satisfacción de clientes durante el año 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Los aspectos que mayor insatisfacción causan entre los clientes son los requisitos relacionados con la calidad del producto, la relación precio-calidad y el envasado. De forma general los clientes se encuentran satisfechos con los productos o servicios que brinda la empresa.

Parámetros de calidad

Para medir la calidad del producto (huevo de ponedora) se encuentran definidos en la NC 848: 2011 los siguientes parámetros:

- Huevo entero: huevo cuya cáscara está íntegra.
- Huevo cascado: huevo cuya cáscara está fracturada, pero que su membrana interior está íntegra.
- Huevo limpio: huevo cuya cáscara no tiene manchas o suciedades apreciables a simple vista.
- Huevo con suciedad ligera: huevo con suciedades superficiales o manchas; dispersas en la cáscara del huevo.
- Huevo sucio: huevo que presenta más de $\frac{1}{4}$ de su superficie total sucia, o con manchas pronunciadas.
- Huevo con hongo: huevo que presenta manchas grises, negras o eventualmente rosadas en la cáscara.
- Huevo putrefacto: huevo con coloración negra, carmelita, violeta, verde, roja o azul. Por la acción bacteriana despiden olores desagradables, aún con la cáscara sana.
- Huevo roto: huevos que presentan grietas tanto en la cáscara como en la membrana que dan lugar a la exposición de su contenido.
- Huevo no apto: huevo que presenta color, olor o sabor extraño u otras condiciones que determinan su rechazo para consumo humano.

El Ministerio de la Agricultura agrupa los parámetros mencionados en los siguientes grupos:

Huevo sano: Huevo cuya cáscara está íntegra y no tiene manchas o suciedades apreciables a simple vista.

- Huevo cascado: Huevo cuya cáscara está fracturada, pero que su membrana interior está íntegra.
- Huevo sucio: Presenta más de $\frac{1}{4}$ de su superficie total sucia, o con manchas pronunciadas.

- **Huevo inservible:** Huevo el cual no se completó la formación de la membrana exterior o es muy pequeño.
- **Merma:** Huevos que presentan grietas que dan lugar a la exposición de su contenido, coloración negra, carmelita, violeta, gris, verde, roja o azul. Por la acción bacteriana despiden olores desagradables, aún con la cáscara sana. Color, olor o sabor extraño u otras condiciones que determinan su rechazo para consumo humano.

El resultado de cada uno de estos parámetros por UEB durante el año 2015 se muestra a continuación:

Tabla 3.3. Comportamiento productivo por UEB durante el año 2015. Fuente Dirección Estadística de Empresa Avícola.

Indicador	Panamá	Vietnam	Bolivia	Yaguaramas	Rodas
Producción	17548274	16378867	19537080	14739107	11090652
Cascado	44530	166096	161355	183528	118613
Sucio	75822	125299	22822	149036	63870
Inservible	73570	34205	48741	86527	49649
Merma	457149	195871	253410	149805	124564
Sanos	17354352	16053267	19104162	14318521	10858520

En la tabla anterior se muestra el comportamiento por UEB de cada uno de los parámetros de calidad, como es que se recoge en la estadística de la empresa para su estudio y posterior análisis.

Paso 4: Seleccionar las variables críticas para la calidad (VCC)

Para definir las variables críticas de calidad de mayor impacto a los clientes, se realiza una sesión de trabajo con el equipo de expertos, donde se listan las variables de salida del producto final y la forma en que afectan al cliente. Para esto se analiza qué aspectos del huevo de ponedora son importantes para el cliente y por qué, además de hacer una valoración general de la situación actual de los mismos.

El equipo de trabajo define el orden de prioridad de cada variable, lo cual se realiza mediante una valoración entre 1 y 5, siendo 5 la más alta prioridad. En la siguiente tabla se ilustra el resultado obtenido para el huevo de ponedora.

Tabla 3.4. Variables del producto y su prioridad. Fuente: Elaboración propia.

Variables del producto	Por qué es importante para el cliente	Situación actual	Prioridad
Peso	Por el albumen	Bien	2
Olor	Porque es un producto comestible	Bien	1
Integridad de la cáscara	Se rompe fácilmente	Regular	5
Color	Puede estar podrido	Bien	1
Suciedad	Porque es un producto comestible	Regular	5

A partir de este resultado se proponen como variables críticas para la calidad:

- Integridad de la cáscara
- Suciedad

A partir de los requerimientos establecidos en la NC 848:2011 para realizar la medición de las variables mencionadas, se seleccionan las bandejas a medir y se realiza mediante la observación directa, siguiendo los criterios de medida establecidos en la norma citada.

Paso 5: Delimitar el problema

A partir de la información mostrada en pasos anteriores se observa que la UEB Yaguaramas es la que presenta mayor deterioro de los indicadores de calidad, razón por la cual el equipo de trabajo decide seleccionar dicha UEB para realizar el estudio.

La UEB Yaguaramas se encuentra en el municipio de Abreus. Cuenta con una capacidad instalada de 70 000 aves, el sistema de crianza de la unidad es en batería, con un total de cinco naves de 100 metros de largo y 12 metros de ancho, las naves son piramidales (dos filas de jaulas una encima de la otra), presenta un total de 41 trabajadores de ellos 15 son operario agropecuario especializado (navero), los cuales son los encargados del manejo de las aves y la producción. El transporte de los productos de las naves hacia el almacén de la UEB se realiza con un tractor.

El proceso de Producción de Huevo de Ponedora consta de varias actividades cuya descripción es realizada en pasos anteriores por tanto se hace necesario decidir qué parte del proceso será objeto de estudio en la investigación para buscar la solución. Para esto se decide utilizar la técnica despliegue de la función de calidad (QFD). Con el resultado de este análisis se obtiene un orden de prioridad respecto en qué actividades se deben centrar los esfuerzos de mejora. En la tabla 3.5 aparece dicho análisis, donde a todas las variables críticas de calidad se les ha dado la máxima prioridad, debido a que las dos representan la esencia del problema.

Tabla 3.5: Relación entre las prioridades y los subprocesos. Fuente: Elaboración propia.

VCC	Prioridad	Recolección	Clasificación	Envase	Transporte	Almacenamiento
Integridad	5	5	2	2	5	3
Suciedad	5	5	2	3	1	1
Importancia		50	20	25	30	20
Importancia relativa		1	5	3	2	4

De la tabla se aprecia que la actividad más influyente sobre las variables críticas de calidad es la recolección. Por ello en lo adelante el estudio se orienta hacia esta actividad.

Luego se identifican las variables de salida del subproceso de recolección. En la tabla 3.6 se muestra información inherente a estas variables.

Tabla 3.6. Variables de salida del subproceso de recolección del producto. Fuente: Elaboración propia.

Variable de salida	Descripción según la norma 848	Especificación	Situación actual	Prioridad
Huevo limpio	Huevo cuya cáscara no tiene manchas o suciedades apreciables a simple vista	100% limpio	Bien	1
Huevo sucio	Huevo que presenta más de $\frac{1}{4}$ de su superficie total sucia	> 25% de suciedad	Aceptable	5
Huevo con suciedad ligera	Huevo con suciedades superficiales o manchas dispersas en la cáscara del huevo	Entre un valor mínimo y un valor máximo	Bien	2
Huevo con la cáscara entera	Huevo cuya cáscara está íntegra	100% íntegro	Bien	1
Huevo inservible	Huevo el cual no se completó la formación de la membrana exterior o es muy pequeño		Bien	1
Huevo cascado	Huevo cuya cáscara está fracturada, pero que su membrana interior está íntegra	Sin perforación de la membrana	Aceptable	5

En la tabla anterior se evidencia que las variables de salida peor evaluada son huevos sucios y huevos cascados, entonces estas tienen la más alta prioridad (5). A partir del análisis realizado, se definen como variables críticas de calidad a desarrollar durante la investigación:

- Huevo sucio
- Huevo cascado

Paso 6: Definir el problema

Disminuir el % de huevo de ponedora de tercera calidad por cascado y suciedad en el proceso de recolección en la UEB Yaguaramas.

Etapa II: Medir

En esta etapa se realiza la medición de las variables críticas de calidad definidas, con el objetivo de evaluar las mismas en la UEB Yaguaramas durante el año 2015.

Pasos 7, 8 y 9: Verificar que puedan medirse en forma consistente las variables críticas de calidad, analizar el comportamiento de los datos y estadístico del proceso.

Se analiza el comportamiento estadístico del proceso de Recolección utilizando el software MINITAB 15.0, obteniéndose los gráficos de la figura 3.3 y 3.4 que muestra la proporción por día de huevos cascados y sucios durante el año 2015 (ver **Anexo No.8**).

Cada una de estas muestras equivale a la producción diaria de huevos, contabilizando las unidades físicas que no cumplan con los parámetros de calidad establecidos, en este caso, huevo sucio y cascado, del total recolectado.

Para esto (Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2009) proponen utilizar una carta de control para atributos, específicamente la carta p (proporción de defectuosos). Esta analiza la proporción de productos defectuosos por muestra. El tamaño de subgrupo puede ser constante o variable, siendo en el caso de la presente investigación variable, ya que se toma la producción de huevos diarios. Pero los autores mencionados explican que no es adecuada esta carta para valores de n (tamaño de subgrupo) muy grandes, de uno varios miles, los límites de control en este caso serán muy estrechos, siendo mejor graficar la proporción en una carta de individuales. En esta, el valor de p_i se toma como si fuera una variable numérica continua, y sin considerar el valor de n con que se obtuvo p_i . Con esto solo se detectan variaciones medianas y grandes en la proporción de productos defectuosos.

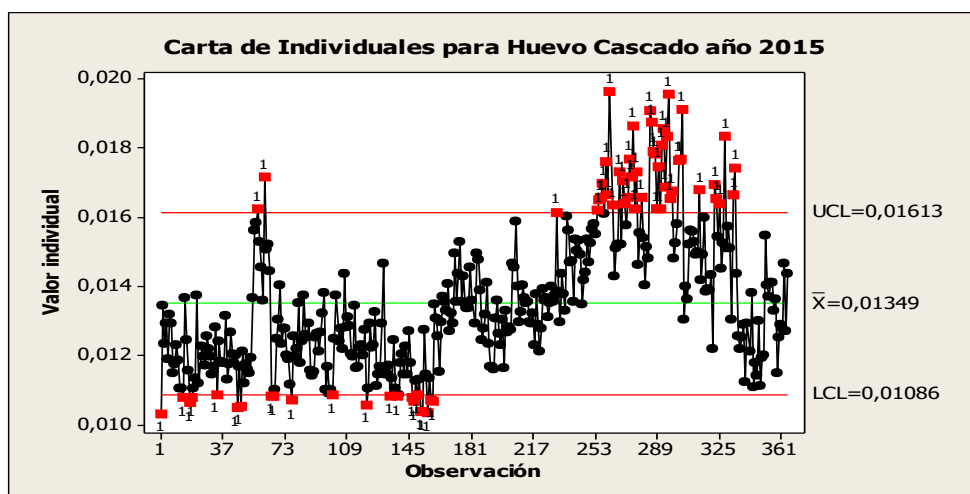


Figura 3.3: Gráfico de control de individuales para el huevo cascado durante el año 2015.

Fuente: Salida del software Minitab 15.0.

Durante el año se observa cierta estabilidad en la proporción de huevo cascado en los primeros 265 días, debido a que las aves existentes en la UEB objeto de análisis se encuentran en los primeros meses de puesta, lo cual favorece en mayor fortaleza en la cáscara, se aprecia que existen puntos fuera del límite de control, siendo objeto de análisis los que se encuentren por encima del límite superior, debido a que esta variable es del tipo entre más pequeña mejor, siendo el 1,7% de la producción el valor máximo admisible. A partir del día 266 hubo un incremento en la proporción de huevos cascados, debido a la edad del ave y al deterioro de la infraestructura, específicamente de las jaulas, provocando que se casque más el huevo.

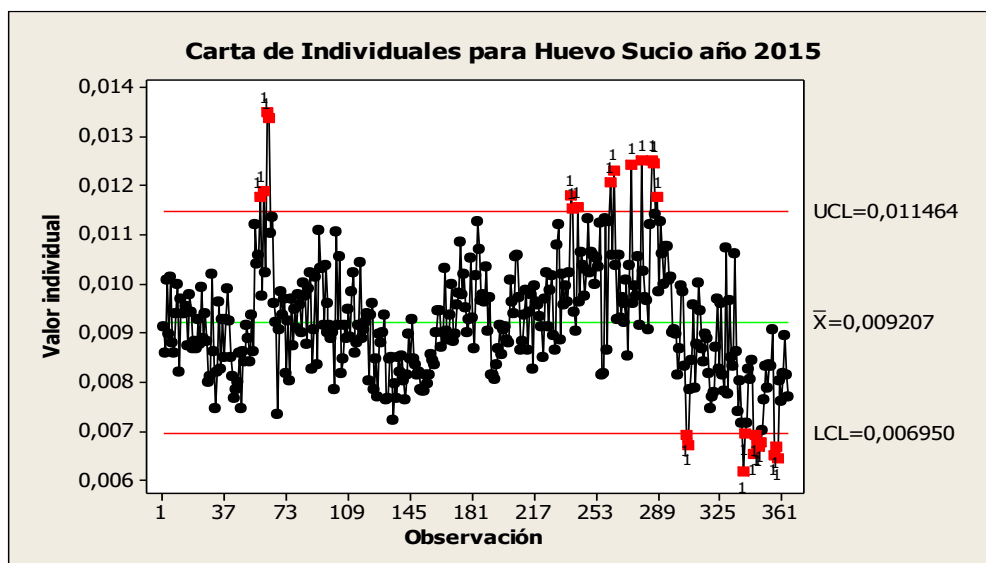


Figura 3.4: Gráfico de control de individuales para el huevo sucio durante el año 2015.
Fuente: Salida del software Minitab 15.0.

Durante el año se observa estabilidad en la proporción de huevos sucios. Se aprecia que la mayor parte de los puntos se encuentran por debajo del límite de especificación superior, existiendo 14 puntos por encima. Los mismos corresponden a situaciones aisladas que se presentaron durante el año relacionadas con enfermedades entéricas y de prolapso – picaje.

Luego se calculan los índices de estabilidad, obteniendo 45 puntos fuera del límite superior en el caso del huevo cascado y 14 puntos de huevo sucio, alcanzando el siguiente resultado:

Tabla 3.7: Índice de estabilidad para las variables críticas de calidad (VCC). Fuente: Elaboración propia.

VCC	Puntos fuera de los límites de control	Índice de estabilidad
Huevo cascado	45	12,33
Huevo sucio	14	3,83

El resultado mostrado en la tabla anterior nos indica que el proceso se comporta de forma estable para la variable crítica huevo sucio e inestable para la variable huevo cascado.

Análisis de la capacidad del proceso

Corresponde la realización del estudio de la capacidad del proceso, como una de las fuentes esenciales de la etapa de análisis en la metodología Seis Sigma. Partiendo de que los datos se ajustan a una distribución binomial, utilizando el software Statgraphics Centurion, se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 3.8. Análisis de capacidad para las VCC durante el año 2015. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

Aspectos	Huevo cascado	Huevo sucio
Porcentaje defectuoso promedio	1,33247	0,923789
Defectos por millón	13 324	9 238
Z de proceso	2,21	2,36
Límites de tolerancia (tamaño de muestra promedio)	493-584	336 - 411
Límites de confianza (95 %)	1,32662 - 1,33833	0,9189–0,92868

De los 365 valores analizados de huevo cascado, estos tienen un promedio de 1,33% unidades defectuosas, lo cual equivale a 13 324 huevos cascados por millón de huevos producidos. Los límites de confianza del 95% indican que el porcentaje medio de huevos cascados en la población muestreada puede, estar en algún lugar entre 1,32662 % y el 1,33833 % de la producción diaria. El valor Z del proceso convierte el porcentaje promedio de defectuosos en un índice de capacidad, midiendo el número de sigmas con que se desempeña el proceso, siendo recomendado un valor Z de, al menos 4, estando en este caso por debajo, por tanto, el mismo tiene un mal desempeño. Se puede plantear que el proceso analizado se mueve en el rango de las Dos Sigma, muy lejos de las Seis Sigma deseadas.

Los límites de tolerancia muestran la variabilidad probable entre las muestras en la población. En este caso puede esperarse que haya entre 493 y 584 huevos cascados por cada una de las muestras.

La siguiente gráfica muestra que la mayor frecuencia de porcentaje de defectuosos se mueve entre el valor de 480 y 600. Siendo un proceso descentrado con mucha variabilidad.

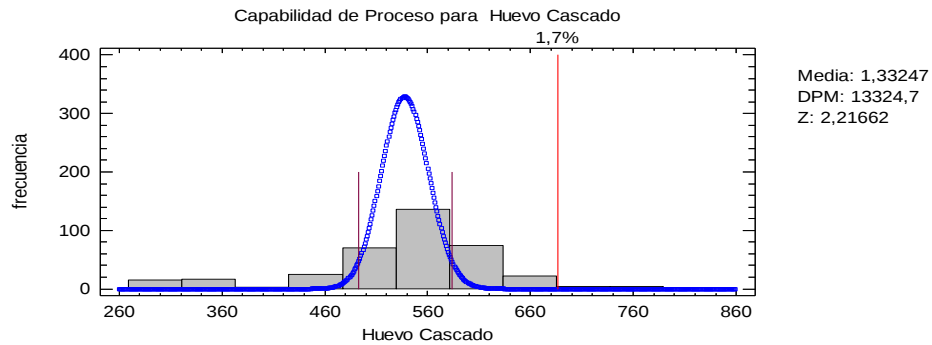


Figura 3.5: Histograma para huevo cascado. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

Con respecto al huevo sucio de los 365 valores analizados, estos tienen un promedio de 0,92% de unidades defectuosas, lo cual equivale a 9 238 huevos sucios por millón de huevos producidos. Los límites de confianza del 95% indican que el porcentaje medio de huevos sucios en la población muestreada puede estar entre 0,9189 % y 0,92868 %de la producción diaria. El valor Z del proceso se encuentra por debajo de 4, por tanto, el mismo tiene un mal desempeño. Se puede plantear que el proceso analizado se mueve en el rango de las Dos Sigma, muy lejos de las Seis Sigma deseadas.

Los límites de tolerancia muestran la variabilidad probable entre las muestras en la población. En este caso puede esperarse que haya entre 336 y 411 huevos sucios por cada una de las muestras.

La siguiente gráfica muestra que la mayor frecuencia de porcentaje de defectuosos se mueve entre el valor de 350 y 450. Siendo un proceso descentrado con mucha variabilidad.

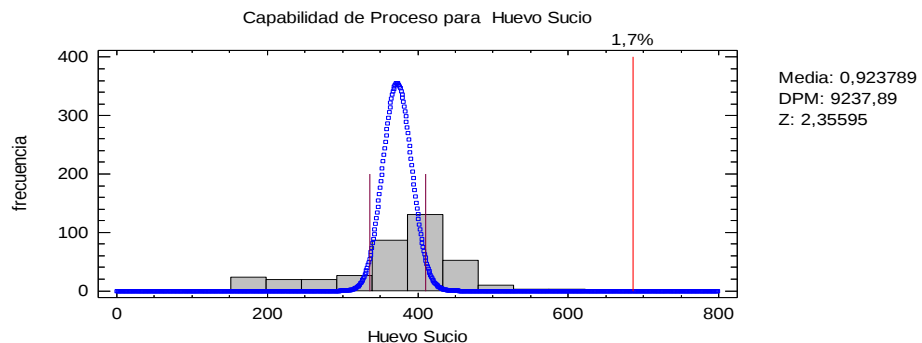


Figura 3.6: Histograma para huevo sucio. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

Paso 10: Establecer las metas para las variables críticas de calidad

Tomando en cuenta la situación para las variables crítica de calidad (huevo cascado y huevo sucio), se plantea la disminución de la cantidad de unidades con estos defectos, para reducir el porcentaje de huevo de tercera en la entidad.

Etapla III: Analizar las causas raíces

Pasos 11 y 12: Listar las causas del problema, seleccionar las principales y confirmarlas

Después de haber identificado los problemas existentes, se hace un análisis de las causas. Este se divide en dos aspectos:

- Preparación del diagrama causa-efecto.
- Verificación de las causas más probables.

Preparación del Diagrama Causa-Efecto: Se realiza el análisis de causa y efecto para determinar las causas posibles que influyen en la obtención de huevos cascados y sucios en la UEB objeto de estudio. El diagrama de causa-efecto que se muestra en el **Anexo No.9**, es construido en una sesión de tormenta de ideas de conjunto con el equipo de mejora.

Verificación de las causas más probables: El equipo de mejora revisa las causas posibles y selecciona las más probables mediante una votación basada en la experiencia. Estas causas se enumeran en el **Anexo No.10**, basándose en esta lista, se verifican las más probables.

Etapla IV: Mejorar

En esta etapa se proponen, implementan y evalúan las soluciones a las causas raíces detectadas, demostrando con datos, que las soluciones propuestas resuelven el problema y llevan a las mejoras buscadas.

Paso 13: Generar y evaluar diferentes soluciones para cada una de las causas raíces

Con el fin de priorizar las oportunidades de mejora definidas en el paso anterior, se emplea el método Delphi (ver **Anexo No.11**), donde se ordenan descendientemente, es decir, valor 10 máxima prioridad. Este resultado se muestra en el siguiente gráfico de barras.

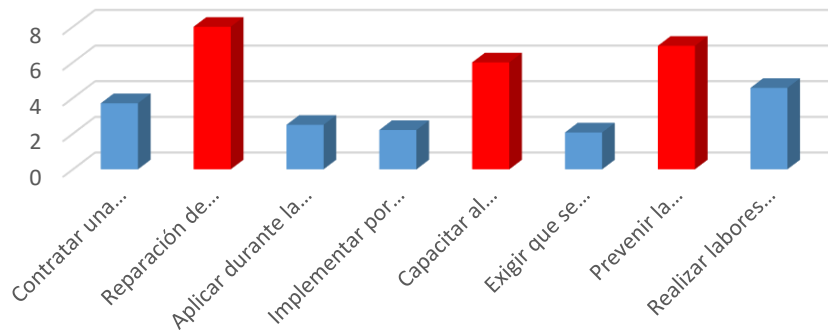


Figura 3.7: Rangos promedios para las oportunidades de mejora. Fuente: Elaboración propia.

Por consenso del equipo de trabajo se arriba a la conclusión de priorizar las tres primeras oportunidades de mejora, las cuales se definen de la forma siguiente:

- Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos.
- Prevenir la aparición de enfermedades por enterobacterias.
- Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo.

Paso 14: Implementar la solución

Para realizar la implementación de las soluciones se diseñan los planes de acción correspondientes, haciendo uso de la técnica de las 5W2H (qué, quién, cómo, por qué, dónde, cuándo y cuánto). Dicho plan se encuentra en el **Anexo No.12**, donde se refleja en qué consiste la propuesta, dónde se implementan, la forma en qué se va a realizar, las fechas, personas responsables, entre otros.

La implementación de las mejoras se realiza durante el periodo de habilitación sanitaria previsto en el mes de febrero de 2016, extendiéndose hasta el mes de marzo, por la envergadura de las obras ejecutadas. Estas son detalladas a continuación.

Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos

- Se realiza la reparación de toda la jaulería de la UEB, donde se cambia aquellas que se encuentra en mal estado. Se refuerzan los fondos; se mejora la separación entre las celdas, evitando con ello que se unan las aves, cumpliendo de esta forma los requerimientos de espacio vital establecidos en el “Manual Tecnológico para la Cría de Aves”.
- Se logra en la totalidad de las jaulas colocarlas con la inclinación necesaria, logrando que el producto se desplace en la dirección correcta, evitando que las aves puedan

romperlo o ensuciarlo. Con esta acción se facilita además la labor de recolección por parte de los operarios.

- Debido al mal estado en la zona frontal de las jaulas, el producto se obstaculiza, quedando dentro de la misma, provocando que este se ensucie o casque por acción de las aves. Para dar solución a esta deficiencia se colocan soportes entre el fondo y la cara frontal de las jaulas.
- El óxido de las jaulas reemplazadas es un factor determinante en la suciedad del producto, ya que al finalizar las labores de limpieza, estas se quedan húmedas, provocando la aparición del óxido, trayendo como consecuencia manchas en el producto al realizar el contacto.
- Se reparan los techos para evitar que se continuaran mojando parte de las aves, labor que se realiza en dos naves de la granja, además se refuerza la cubierta en el resto de las mismas.
- Se reemplazan y arreglan los platones y ruedas de las carretillas con que se transporta el alimento y las bandejas de huevo, así como parte de los pasillos entre las baterías de jaulas.

Prevenir la aparición de enfermedades por enterobacterias

Es obligación del médico veterinario de la granja velar por la correcta salud de las aves, con la adecuada aplicación de tratamiento preventivo para evitar o detener la aparición de enfermedades como la enterobacteria, siendo esta las que más afectan la calidad del huevo. Para esto es necesario mezclar los medicamentos con el alimento del animal. A partir del mes de diciembre de 2015 se establece por parte de la dirección de la organización que los especialistas en calidad, alimentación y zootecnia participen cuando sea necesario de conjunto con el personal de la Fábrica de Piensos en la conformación de las pre mezclas de los piensos medicados.

Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo.

Con respecto al personal que realizar el proceso de reclutamiento y selección, se hace necesario su capacitación, mediante talleres, cursos y conferencias, para cubrir las brechas existentes entre las competencias de los especialistas y las requeridas por el puesto, evitando que se contraten personas no idóneas para el cargo operario agrícola especializado.

Es necesario dar capacitación sistemática al personal que labora en el cargo de operario agrícola especializado, habilitándose los siguientes cursos y entrenamientos:

- Entrenamientos en el puesto de trabajo sobre técnicas de zootecnia.

- Curso sobre técnicas de manejo de las aves.
- Talleres relacionados con la clasificación del producto a partir de los parámetros de calidad.

Para ver la efectividad de estas mejoras se debe comparar el estado del proceso antes y después de las acciones tomadas, es decir, volver a realizar el estudio de capacidad y estabilidad para las variables críticas de calidad.

Paso 15: Evaluar el impacto de la mejora sobre las variables críticas de calidad

Para la evaluación de la solución se debe comparar el estado del proceso antes y después de las acciones tomadas. Para realizar el estudio de estabilidad se siguen las mismas recomendaciones de los pasos anteriores. Los datos obtenidos durante el año 2016 se muestran en el **Anexo No.13**.

En los gráficos siguientes se observa el comportamiento de los datos correspondiente a la proporción de huevo cascado y sucio en la UEB objeto de estudio luego de ser aplicada las mejoras descritas previamente, durante los meses de mayo a diciembre del año 2016. Siendo a partir del mes de mayo que las aves se incorporan al proceso de producción. Se observa como la proporción de huevo cascado y sucio se comportan dentro de los límites de control establecidos para esta variable, encontrándose por encima del límite superior solo una medición para cada variable. No es de interés analizar los puntos que estén por debajo del límite inferior, debido a razones ya expuestas.

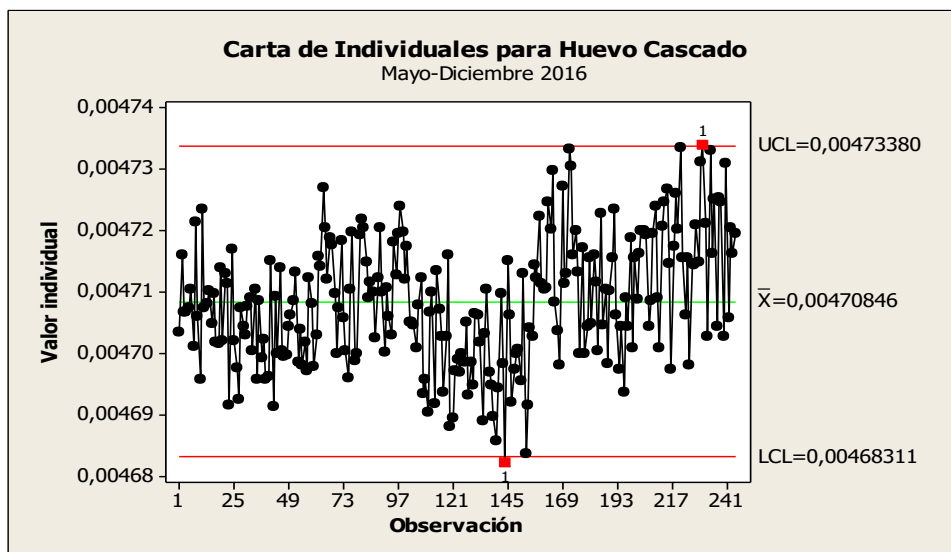


Figura 3.8: Gráfico de control de individuales para el huevo cascado durante el año 2016.

Fuente: Salida del software Minitab 15.0.

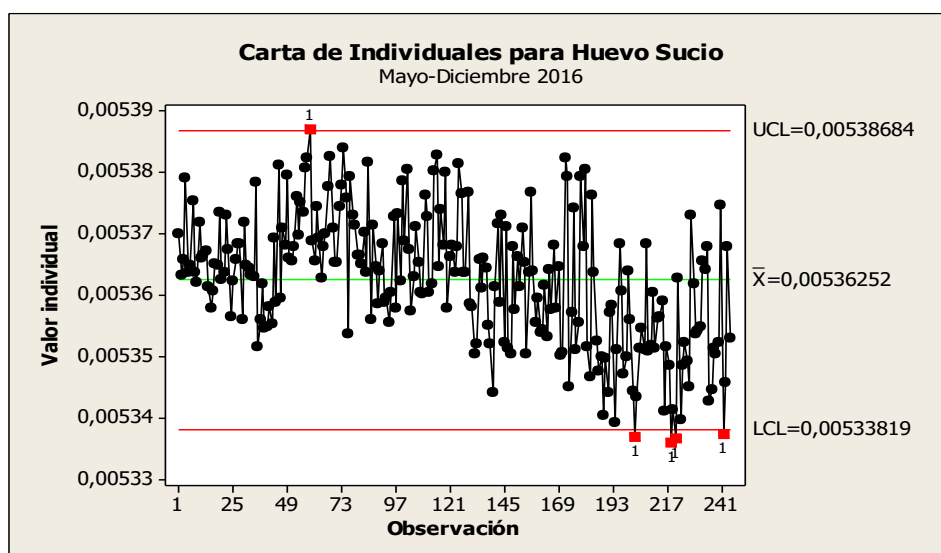


Figura 3.9: Gráfico de control de individuales para el huevo sucio durante el año 2016.
Fuente: Salida del software Minitab 15.0.

Luego se calculan los índices de estabilidad, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3.10: Índice de estabilidad para las variables críticas de calidad (VCC). Fuente: Elaboración propia

VCC	Puntos fuera de los límites de control	Índice de estabilidad
Huevo cascado	1	0,408
Huevo sucio	1	0,408

El resultado mostrado en la figura anterior nos indica que el proceso es estable.

Análisis de la capacidad del proceso

Corresponde realizar nuevamente el estudio de la capacidad del proceso, utilizando el software Statgraphics Centurion, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 3.11: Análisis de capacidad para las VCC durante el año 2016. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

Aspectos	Huevo cascado	Huevo sucio
Porcentaje defectuoso promedio	0,470801	0,536336
Defectos por millón	4 708	5 363
Z de proceso	2,59	2,55
Límites de tolerancia	170-224	195 - 253
Límites de confianza (95 %)	0,466604-0,475007	0,531859-0,540823

De los 245 valores analizados de huevo cascado, estos tienen un promedio de 0,47% unidades defectuosas, lo cual equivale a 4 708 huevos cascados por millón de huevos producidos. Los límites de confianza del 95% indican que el porcentaje medio de huevos cascados en la población muestreada puede oscilar entre 0,466604 % y el 0,475007 % de la producción diaria.

El valor Z del proceso está en 2,59 sigmas, aunque lejos de las Seis Sigma deseado se logra una mejora discreta del mismo.

Los límites de tolerancia muestran la variabilidad probable entre las muestras en la población. En este caso puede esperarse que haya entre 170 y 224 huevos cascados por cada una de las muestras.

Con respecto al huevo sucio de los 245 valores muestreados, estos tienen un promedio de 0,53% unidades defectuosas, lo cual equivale a 5 363 huevos sucios por millón de huevos producidos. Los límites de confianza del 95% indican que el porcentaje medio de huevos sucios en la población muestreada puede oscilar entre 0,531859 y 0,540823 % de la producción diaria. El valor Z del proceso está en 2,55 sigmas, aunque lejos de las Seis Sigma deseado, se observa una mejora discreta del mismo.

Los límites de tolerancia constatan la variabilidad probable entre las muestras en la población. En este caso puede esperarse que haya entre 195 y 253 huevos sucios por cada una de las muestras.

A continuación se exponen los histogramas para cada una de las variables analizadas.

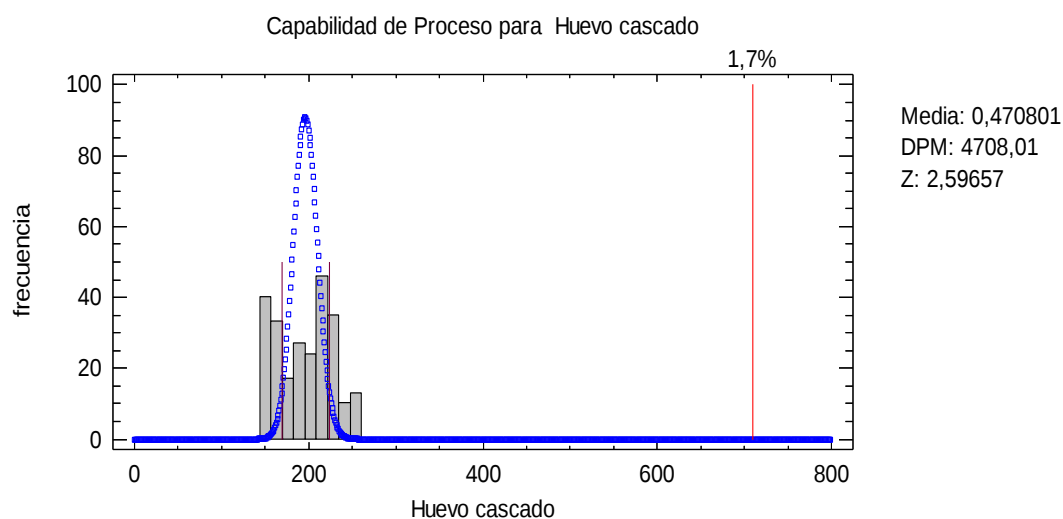


Figura 3.10: Histograma para huevo cascado. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

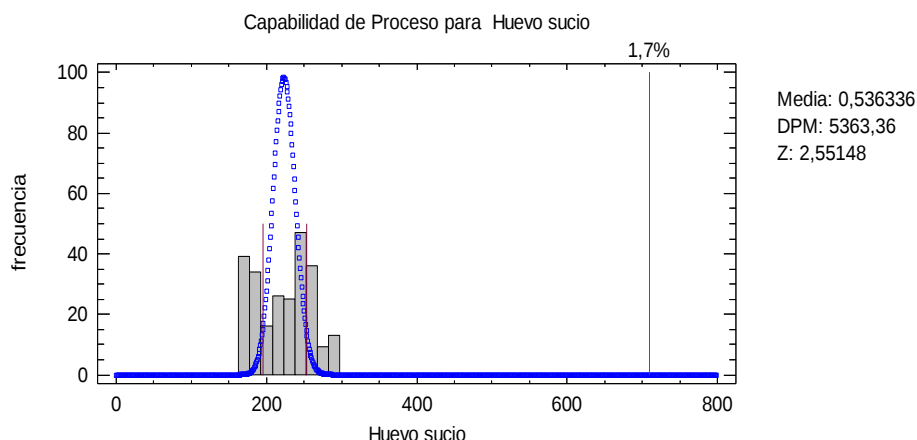


Figura 3.11: Histograma para huevo sucio. Fuente: Salida del software Statgraphics Centurion.

Se puede apreciar en los histogramas anteriores una distribución bimodal de los datos, lo que quiere decir que existen dos situaciones que demuestran dos tendencias centrales. Esto sucede porque existen diferentes causas en el proceso analizado, las cuales son inherentes al proceso de producción, como es el inicio de la crianza con un determinado número de aves, disminuyendo progresivamente debido a las muertes diarias, siendo esta una de las causas que influyen en la variabilidad de la producción. Por otra parte se tiene la calidad de los piensos, donde se generan diferencias de lote a lote en esta materia prima, provocando afectaciones en la capacidad del proceso.

Evaluación del impacto de la mejora

En la tabla siguiente se realiza la comparación de los datos obtenidos durante el año 2016 y los registrados en el estudio inicial.

Tabla 3.12. Evaluación del impacto de las mejoras en la UEB Yaguaramas. Fuente: Elaboración propia.

Aspectos	Huevo Cascado		Huevo Sucio	
	2015	2016	2015	2016
Índice estabilidad (%)	12,33	0,408	3,83	0,408
Porcentaje defectuoso promedio	1,33247	0,470801	0,923789	0,536336
Defectos por millón (U)	13 324	4 708	9 238	5 363
Z de proceso	2,21	2,59	2,36	2,55
Límites de tolerancia (U)	493-584	170-224	336 - 411	195 - 223

De la tabla anterior se observa como disminuyen los defectos por millón de unidades y los límites de tolerancia del proceso, contribuyendo a la mejora de la estabilidad. La capacidad del proceso aumenta, moviéndose en el rango cercano a las Tres Sigmas.

En la tabla 3.13 se muestra como disminuye el porcentaje de huevo de tercera calidad, logrando alcanzar resultados satisfactorios para la UEB al cierre del año 2016.

Tabla 3.13. Porcentaje de huevos de tercera calidad durante el período analizado. Fuente: Elaboración propia.

Año	Producción (U)	% de Huevos de 3era
2015	14 739 107	2,26
2016	10 221 943	1,007

Etapas V: Controlar

El objetivo de esta etapa es desarrollar un conjunto de actividades, con el propósito de mantener el estado y desempeño del proceso a un nivel aceptable.

Paso 16: Monitorear el proceso

Este se realiza con el objetivo de lograr que las mejoras alcanzadas se mantengan. El monitoreo se efectúa sobre las variables de salida críticas, recomendándose como herramienta por excelencia las cartas de control.

La presente investigación comienza en enero del 2015, la implementación de las medidas se realiza durante el período febrero-marzo de 2016 y de mayo a diciembre se realiza la toma de datos para el análisis y evaluación del impacto de las mejoras implementadas, motivo por el cual no se tienen las observaciones de las muestras necesarias para el monitoreo del proceso, lo cual queda pendiente a realizar por parte del equipo de trabajo en el mes de mayo de 2017.

Paso 17: Cerrar y difundir el proyecto de mejora.

El objetivo de este último paso es asegurarse de que el proyecto de mejora es fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión. Finalmente se realiza una recopilación de todos los documentos utilizados en la investigación, donde se refleja el trabajo realizado, quedando redactado un documento final, el cual es depositado en la biblioteca de la organización para ser consultado por el personal interesado.

Se refleja en el mismo los principales logros alcanzados luego de poner en práctica las propuestas de mejora, así como los principales impactos, entre los que sobresalen:

- Identificación de las variables críticas que influyen en la calidad final del producto.
- Estudios de estabilidad aplicados a procesos avícolas.

- Disminución del % de huevo de tercera calidad.

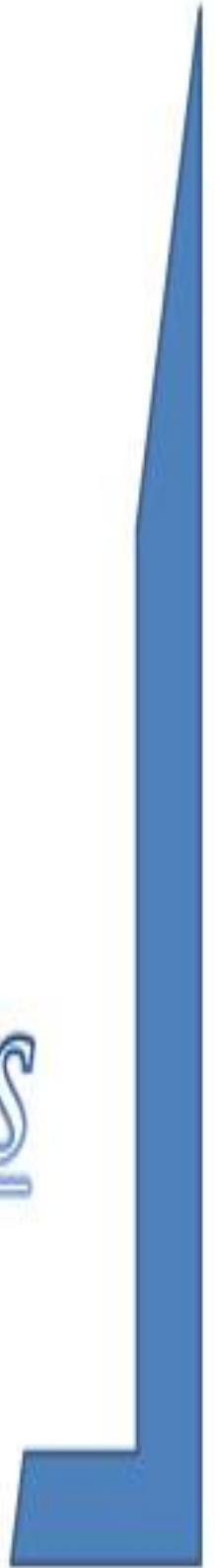
Cálculo del efecto económico estimado

Como efecto económico del trabajo, se demuestra que el porcentaje de huevos de tercera calidad se redujo en un 44,55% con respecto al año 2015, desde un 2,26% a un 1,007%, lo que muestra un mejoramiento que equivale a un incremento en la comercialización de 128 081 como huevo de primera calidad, teniendo en cuenta la producción obtenida en la UEB durante el período analizado, lo que genera un beneficio económico de \$ 78 129,38.

Conclusiones parciales del capítulo

1. Como resultado del diagnóstico realizado se determinan las principales deficiencias que afectan la calidad del producto, identificándose las variables críticas, sobresaliendo huevo sucio y cascado.
2. Al aplicar técnicas y herramientas propias de la metodología Seis Sigma, como son Cartas de Control y Análisis de Capacidad, se determinó para las variables críticas identificadas que el proceso es inestable, con baja capacidad, moviéndose en el rango de las 2 Sigmas.
3. Se propusieron un grupo de acciones encaminadas al tratamiento de las deficiencias detectadas durante el estudio, implementándose durante el período de habilitación sanitaria, comprendido entre febrero y marzo de 2016.
4. Como resultado se logró mejorar la estabilidad y disminuir el porcentaje de huevo de tercera calidad a 1,007 %, moviéndose en el rango cercano a las 3 Sigmas.

Conclusiones



CONCLUSIONES GENERALES

1. La aplicación de la metodología Seis Sigma permitió realizar el diagnóstico sobre la calidad del producto en la UEB Yaguaramas, determinando los problemas fundamentales relacionados con la temática, sobresaliendo la presencia de altos porcentajes de huevos de tercera calidad.
2. A partir de la realización del diagnóstico se identifican los principales factores que influyen en la calidad del producto sobresaliendo el mal estado de la infraestructura de crianza, el bajo nivel de entrenamiento de los operarios y la salud de las aves, elaborandose un plan de medidas enfocado hacia estas deficiencias.
3. La implementación del programa de mejoras contribuyó a reducir el porcentaje de huevos de tercera calidad, equivalente a un beneficio de \$ 78 129,38, alcanzando un acercamiento al nivel de las Tres Sigma, siendo todavía un valor lejano del nivel deseado.
4. Con el estudio realizado se demostró que es posible la adecuación de la Metodología Seis Sigma a procesos de producción dentro del sector avícola, especificando en cada una de sus etapas las técnicas y herramientas que deben ser aplicadas.

Recomendaciones

RECOMENDACIONES

- Adoptar como política de trabajo el empleo de la metodología Seis Sigma en la organización, dado su impacto favorable sobre la calidad del producto.
- Continuar con la aplicación de la metodología Seis Sigma en la UEB Yaguaramas para mejorar la capacidad del proceso.
- Divulgar los resultados en los diferentes eventos científicos convocados dentro del sector avícola, con el objetivo de lograr su generalización.

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

- Abbas Shirazi, S. A., y Pintelon, L. (2012). Lean Thinking and Six Sigma: proven techniques in industry. Can they help health care? *International Journal of Care Pathways*, 16 (4), 160-167.
- Andrietta, J. M., y Miguel, P. A. C. (2007). Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descriptivo e perspectivas para pesquisas futuras. *Gestão y Produção*, 14 (2), 203-219.
- Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, 12, 234-248.
- Antony, J. (2013). What does the future hold for quality professionals in organisations of the twenty-first century? *The TQM Journal*, 25, 667-675.
- Antony, J., Kumar, M., y Tiwari, M. K. (2011). An application of Six Sigma methodology to reduce the engine-overheating problem in an automotive company. *Asia Pacific Business Review*, 7(3), 98-106.
- Arthur, J. (2014). Lean Six Sigma: A Fresh Approach to Achieving Quality Management. *Quality Management Journal*, 21(3).
- Aubyn Salkey, M. (2008). *Procedimiento para la mejora de procesos, haciendo uso de las técnicas Lean Six Sigma, en el proceso de préstamos hipotecarios de Jamaica National Building Society*. (Tesis de Maestría). Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos.
- Borges Milián, Y. (2013). *Efecto de una mezcla probiótica en indicadores productivos y de salud de gallinas ponedoras a escala de producción* (Trabajo de Diploma). Facultad de Agronomía, Universidad de Matanzas. Matanzas.
- Brown, A. (2013). Quality: where have we come from and what can we expect? *The TQM Journal*, 25, 585-596.
- Brown, M. G., Hitchcock, D. E., y Willard, M. L. (1994). *Why TQM fails and what to do about it*. New York: Irwin.
- Calia, R. C., y Guerrini, F. M. (2005). Projeto Seis Sigma para a implementação de software de programação. *Produção*, 15(3), 322-333.
- Cambra Díaz, A. (2014). *Mejora de la gestión de las mediciones en el proceso de Hidrofinación del Diésel en la Unidad de Negocios Refinería de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.

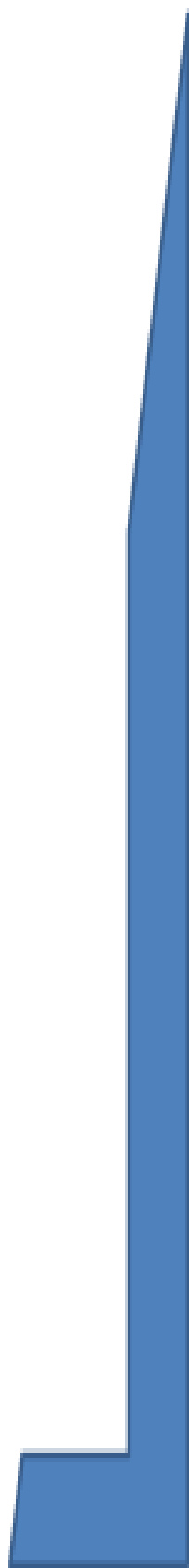
- Campillo Sabina, E. (2012). *Perfeccionamiento de la organización del trabajo en la fase ponedora del proceso base de la empresa avícola Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Dağlioğlu, G., İnal, T., y Aksoy, K. (2009). AltıSigma Nedir? *ARŞİV*, 18, 132-139.
- Deming, E. (1982). *Las enfermedades mortales de la gestión moderna*.
- Duarte, S., y Cruz Machado, V. (2013). Modelling lean and green: a review from business models. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4 (3), 228-250.
- Eckes, G. (2003). *Six Sigma For Everyone United States of American*. United State of American: John Wiley y Sons, Inc.
- Escoriza, M. T. (2003). *Determinación de los costos de la mala calidad como vía de la mejora en procesos* (Tesis de Maestría). Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas. Santa Clara.
- Fernandes, M. M., y Turrioni, J. B. (2007). Seleção de projetos Seis Sigma: aplicação em uma indústria do setor automobilístico. *Produção*, 17(3), 579-591.
- Fernández Cao, E. (2004). La calidad y la cultura de la calidad. Desarrollo y evolución histórica. *Normalización*, (1), 3-6.
- Galvania, L. R., y Carpinettib, L. C. (2013). Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços. *Produção*, 23 (4), 695-704.
- García Guerra, Y. (2014). *Aplicación de la Metodología Seis Sigma para el mejoramiento de la calidad de las reparaciones, en la Agencia SASA Villa Clara*. (Tesis de Maestría). Universidad Central «Marta Abreu» de las Villas. Santa Clara.
- Gibbons, P. M., Kennedy, C., Burgess, S., y Godfrey, P. (2012). The development of a value improvement model for repetitive processes (VIM). *International Journal of Lean Six Sigma*, 3 (4), 315-338.
- Gonçalves Amitrano, F., Amodio Estorilío, C. C., Franzosi Bessa, L., y Hatakeyama, K. (2015). Six Sigma application in small enterprise. *Concurrent Engineering*.
- González, S. T. (2012). Dificultades en la Certificación de la Calidad Normas ISO.
- Goodman, E. (2012). Information Analysis: A Lean and Six Sigma case study. *Business Information Review*, 29 (2), 105-110.
- Gremyr, I., y Fouquet, J. B. (2012). Design for Six Sigma and lean product development. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(1), 45-58.

- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H., y de la Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. (2da ed.). México.
- Gygi, C., DeCarlo, N., y Williams, B. (2005). *Six Sigma for Dummies*. United States of America: Wiley Publishing. Inc.
- Gygi, C., Williams, B., y Gustafson, T. (2006). *Six Sigma Workbook for Dummies*. United States of America: Wiley Publishing. Inc.
- Harry, M., y Schroeder, R. (2000). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing World's Top Corporations* (Ed. Double Day.). United States of America.
- Hernández Santana, M. (2012). *Procedimiento para la mejora del sistema de gestión de las mediciones utilizando técnicas Seis Sigma en el proceso de tratamiento del Turbo combustible Jet A1 en la Unidad de Negocios Refinería de Cienfuegos*. (Tesis de Maestría). Ingeniería Industrial. Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Hoerl, R. W. (2001). Six sigma black belts: what do they need to know? *Journal of Quality Technology*, 33 (4), 391-406.
- Huang, C. F., Chen, K. S., Sheu, C. H., y Hsut, T. S. (2010). Enhancement of Axle Bearing Quality in Sewing Machines Using Six Sigma. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 224 (10), 1581-1590.
- Ingelsson, P., y Martensson, A. (2014). Measuring the importance and practices of Lean values. *The TQM Journal*, 26 (5), 463-474.
- ISO 13053. (2011). Quantitative methods in process improvement. Six Sigma. ISO 13053-1:2011.
- John, A., Merán, R., Roenpage, O., y Staudter, S. (2008). *Six Sigma + Lean Toolset*. Germany: Library of Congress.
- Juran, M., Joseph. (1983). *Juran's Quality Handbook*.
- Lertwattanapongchai, S., y Swierczek, F. W. (2014). Assessing the change process of Lean Six Sigma: a case analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (4).
- Machado García, F. (2013). *Mejora de la gestión de las mediciones en el proceso de Tratamiento y Almacenamiento del Turbo combustible Jet A1 en la Unidad de Negocios Refinería de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.

- Marín Rodríguez, M. A. (2015). *Evaluación de la incertidumbre de medición en los sistemas de medición fiscal y transferencia de custodia en la Unidad de Negocio Refinería de Cienfuegos*. (Tesis de Grado). Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Martínez Hernández, T. (2014). *Mejora de la gestión de las mediciones en el proceso de recepción, manipulación y entrega de gas licuado del petróleo en la Unidad de Negocio Refinería*. (Tesis de Grado). Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- McAdam, R., Antony, J., Kumar, M., y Hazlett, S. (2014). Absorbing new knowledge in small and medium-sized enterprises: A multiple case analysis of Six Sigma. *International Small Business*, 32 (1), 81-109.
- McCarty, T., Bremer, M., Daniels, L., y Gupta, P. (2004). *The Six Sigma Black Belt Handbook*. Motorola University: McGraw-Hill.
- Mergulhão, R. C., y Martins, A. (2008). Relação entre sistemas de medição de desempenho e projetos Seis Sigma: estudo de caso múltiplo. *Produção*, 18 (2), 342-358.
- Morán García, D. (2010). *Diagnóstico del Sistema de Gestión de la Calidad de EPASIME Matanzas*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Matanzas. Matanzas.
- Myszewski, J. M. (2013). On improvement story by 5 whys. *The TQM Journal*, 25, 371-383.
- NC ISO 848. (2011). Huevos de Gallina. Especificaciones de Calidad.
- NC ISO 9000. (2015). Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario.
- NC ISO 9001. (2015). Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. La Habana. Oficina Nacional de Normalización.
- Needle, D. (2004). *Business in Context: An introduction to business and its environment* (4th edition ed.). Canadá: Thomson Learning.
- Panat, R., Dimitrova, V., Selvamuniandy, T. S., Ishiko, K., y Sun, D. (2014). The application of Lean Six Sigma to the configuration control in Intel's manufacturing RyD environment. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (4).
- Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2009). *Gestión por Procesos* (3ra ed.). España: Editorial ESIC.
- Pinto, S. H. B., y Carvalho, M. M. (2006). Implementação de programas de qualidade: um survey em empresas de grande porte no Brasil. *Gestão y Produção*, 13 (2), 191-203.

- Pyzdek, T. (2003). *The six sigma handbook*. United States of America: McGraw-Hill.
- Reosekar, R. S., y Pohekar, S. D. (2014). Six Sigma methodology: A structured review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5 (4).
- Reyes Aguilar, P. (2002). Manufactura delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Revista Contaduría y Administración*, 205, 51-69.
- Roberts, L. (1994). *Process reengineering: The key to achieving breakthrough success*. ASQC Quality Press.
- Román Acosta, A. A. (2016). *Evaluación de la calidad de las mediciones en el sistema de medición fiscal y transferencia de custodia por ducto en la Unidad de Negocio Refinería de Cienfuegos*. (Trabajo de Diploma). Ingeniería Industrial, Universidad de Cienfuegos. Cienfuegos.
- Romero Valdés, R. (2013). *Análisis de la mejora de la calidad del proceso de fabricación de cilindros en la UEB " Excilgas"*. (Trabajo de Diploma). Universidad de Matanzas. Matanzas.
- Sanders, D., y Hild, C. R. (2001). Common myths about Six Sigma. *Quality Engineering*, 13 (2), 269-276.
- Schroeder, R., Linderman, K., Liedtke, C., y Choo, A. S. (2007). Six sigma: definition and underlying theory. *Journal of Operations Management*.
- Taguchi. (1999). *Design and analysis of experiment*.
- Wilkinson, A., Marchington, M., Goodman, J., y Ackers, P. (1992). Total quality management and employee involvement. *Human Resource Management Journal*, 2(4), 1-20.
- Xiaofen, T. (2013). Investigation on quality management maturity of Shanghai enterprises. *The TQM Journal*, 25 (4), 417-430.
- Yvonne Coleman, S. (2013). Statistical thinking in the quality movement ± 25 years. *The TQM Journal*, 25 (6), 597-605.

Anexos



ANEXOS

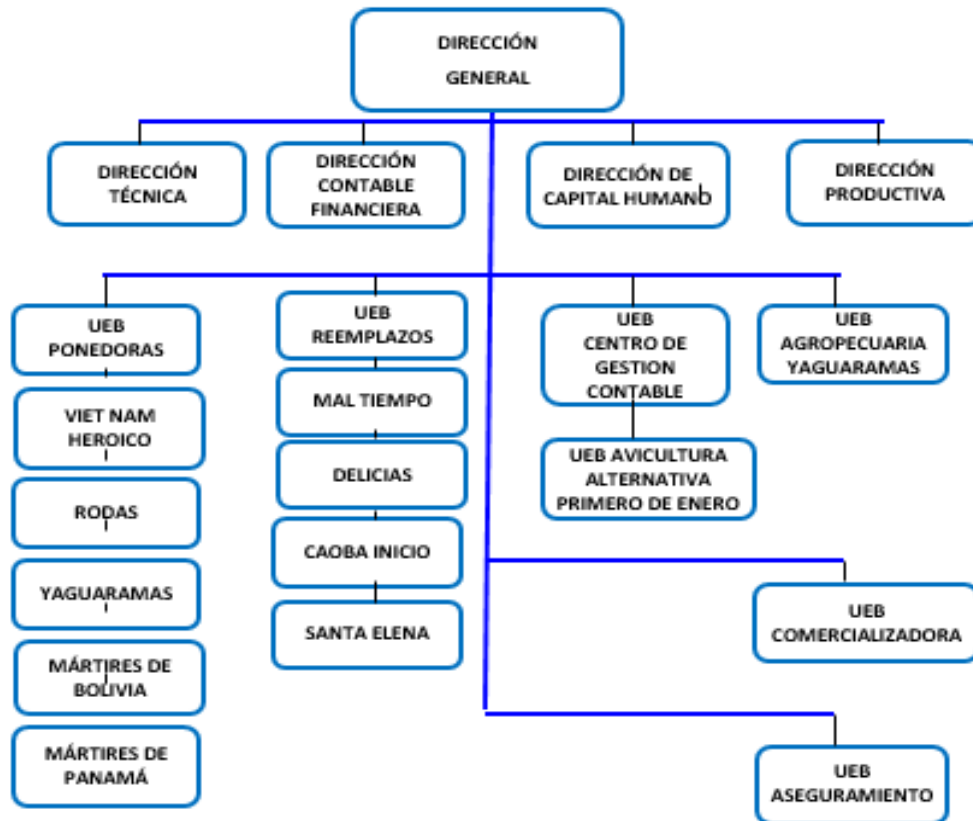
Anexo No.1

Principales actividades y herramientas del ciclo (DMAIC). Fuente: ISO 13053: 2011

Actividades y Herramientas	Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
Capacidad / desempeño	R	R	R	R	R
CTQC	M	M		M	M
Grupo de enfoque al Cliente	S				
Estadística descriptiva	S	S	S	S	S
Justificación financiera	M				R
Diagrama de Gantt	R				
Modelo Kano	S				
Identificación de oportunidades por las no conformidades	R				
Diagrama de Pareto	S	S	S	S	
Matriz de Prioridad	R			R	
Diagrama de flujo del proceso	R		S	R	
Acta Constitutiva del Proyecto	M				
Revisión del proyecto	M	M	M	M	M
Análisis de los riesgos del proyecto	M				
QFD	R		R	R	
Matriz RACI	R			R	
Modelación de servicios de entrega	S	S		S	S
SIPOC	R			S	
Indicadores seis Sigma	M			M	
Análisis del flujo de valor	R				
Análisis de Pérdidas	R	R	R		
Benchmarking		R		R	
Plan de recolección de datos		M			
Análisis del Sistema de Medición (MSA)		M	M		M
Distribución de probabilidad (o sea prueba de normalidad)	M (para datos continuos) R (para otros)				
Determinación del tamaño de la muestra		M	M	M	
Control Estadístico del proceso (SPC)		R	R		R
Gráficos de tendencias		S			S
Diagrama de Afinidad			S		
ANOVA			R	R	
Diagrama de causa y efecto			R		
Diseño de experimentos (DOE)			R	R	
Pruebas de Hipótesis			R	R	
FMEA de proceso			R	M	
Regresión and correlación			R	R	
Confiabilidad			R	R	
Análisis de los 5-Por qué			S		
Tormenta de ideas				S	
MCA - Multiplecorrespondeceanalysis				S	
A prueba de errores (pokayoke)				R	R
Selección de soluciones				R	
Mantenimiento Preventivo Total m(TPM)				S	S
5S				S	S
Plan de Control					M
M- Mandatoria; R- Recomendado; S- Sugerencia					

Anexo No.2

Organigrama de la empresa. Fuente: Manual de calidad EAC.



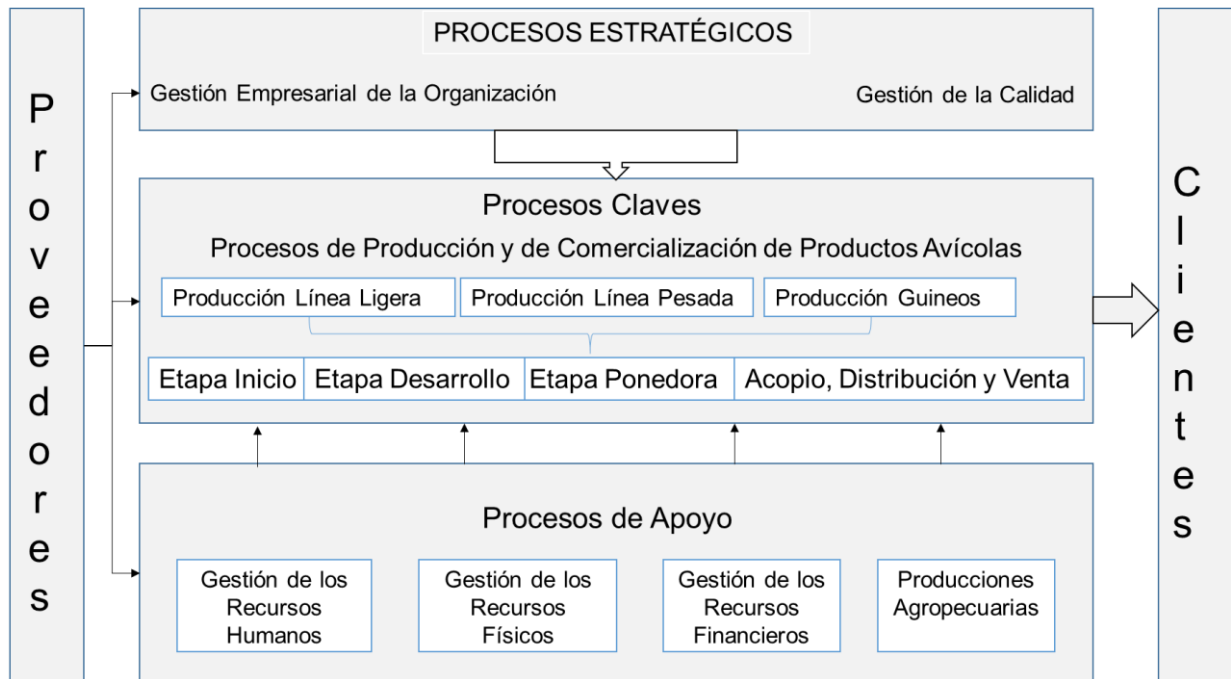
Anexo No.3

Composición del equipo de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

Nombre y Apellidos	Cargo	Años de experiencia
Luis Varela Izquierdo	Director de Producción	21
Lourdes García Acosta	Directora Veterinaria	29
Jorge Gallardo Segreo	Director Puesto Dirección	38
Cosme Suárez Morales	Nutricionista	22
Celia Jiménez Yera	Especialista en producción	25
Desy González Lamas	Especialista en producción	27
Yamilka Bernal Molina	Especialista de calidad	12
Gustavo PortelaDorticós	Especialista comercial	27
Iroel Cordero andino	Director de la UEB Yaguaramas	6
Yoan López Bauta	Jefe de producción UEB Yaguaramas	4
Diana del Río	Médico de la UEB Yaguaramas	1
Yadenis García	Obrero agrícola especializado	10
Maidelin Leyva	Obrero agrícola especializado	20
Damaris Acea	Obrero agrícola especializado	10

Anexo No.4

Procesos claves de la EAC. Fuentes: Elaboración propia.



Anexo No.5

Descripción de las actividades que se realizan en las fases del proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Preparación de la unidad (habilitación sanitaria).

Según el instructivo técnico del proceso de ponedoras y la entrevistas a especialistas del mismo, este paso es de vital importancia ya que, el proceso comienza por esta fase por indicaciones de bioseguridad biológica la cual establece que, las naves deben estar en conforme estado para el recibimiento de las aves del proceso de desarrollo; en esta actividad participan: una brigada de servicio, los obreros agropecuarios especializados (mantenimiento y navera) responsables de cada nave, estos dos últimos, así como también participa el técnico de cada área; perteneciendo la brigada a una unidad de servicio de la empresa.

La brigada de servicio son los responsables de la recogida de la excreta de la crianza anterior, la fumigación de la nave e indicaciones según instructivo técnico.

El equipo en su conjunto se encarga de darle habilitación sanitaria a sus respectivas naves, fregar los comederos, tetinas, cortinas, pisos, eliminación de bacterias, revisión de estado técnico de la nave y su adecuado mantenimiento.

El técnico de cada área se encarga de inspeccionar que se cumpla el trabajo y notificar al jefe de la brigada en caso de que no marche como es debido.

Los equipos que se utilizan en el mismo son:

Pala: para sacar la excreta.

Vagones: para transportar la excreta.

Carreta: para transportar la excreta fuera de la nave.

Fumigadoras: desinfectantes alicate, tenaza, grapadora.

Roca: para sacar la excreta licuada.

El periodo de habilitación se demora como mínimo 30 días para después recibir nuevas aves, esta actividad se realiza con el objetivo limpiar todas las naves que forman parte de la UEB, según requisitos de Bioseguridad animal y humana, que garantiza la prevención de enfermedades en los procesos avícolas y el instructivo técnico.

El departamento Técnico es el encargado de certificar la calidad de la habilitación sanitaria.

Recepción de pollitas (entrada de camiones del proceso de Desarrollo en la UEB de Ponedoras para la entrega de aves).

Una vez pasado el periodo de habilitación sanitaria, las naves se encuentran listas para el recibimiento de las nuevas aves; esta actividad se lleva a cabo en cada nave, donde, participan todos los trabajadores de la UEB (obreros, técnicos de área y de producción, director general y los encargados del traslado de la aves en el proceso de producción (ponedoras). Las aves son traídas del proceso de desarrollo a través de un Transporte especializado, con la participación del jefe de producción del proceso desarrollo, el mismo debe realizarse en horas tempranas antes de la puesta del sol y en horas tardes después de la ida del sol ya que el exceso del sol es malo para las aves.

El tiempo que se demoran los camiones para llenar las naves es aproximadamente de 1 mes.

Muestreo al 10%

Una vez llegada las aves del proceso de Desarrollo, el responsable del proceso referido anteriormente (médico de la unidad) le entrega el certificado de salud de las aves al jefe de producción del proceso de ponedoras, este último junto con los técnicos de áreas, pasan a muestrear al 10% de las aves para ver si el mismo cumple con las especificaciones requeridas (certificado de salud del ave, peso, medición del tarso); con el objetivo de comprobar el estado de las aves para su incorporación al proceso, si no cumplen con el criterio técnico se les devuelve a la UEB desarrollo, pero si el 10% muestreado cumple con los parámetros requeridos entonces, se aceptan lo lotes de aves.

Esta fase tiene un tiempo de duración aproximado de 15 minutos según entrada de un camión de aves a una nave.

Ubicación del ave en las jaulas

Al realizarse el paso anterior y comprobarse que las aves son aptas para el proceso se las incorpora a las jaulas (4 aves por celda), en esta actividad participan todos los trabajadores de la unidad ya que se lleva a cabo nave por nave y los lotes son excesivamente grandes (5000 a 12000 aves) y se requiere de la colaboración de todos (técnicos, obreros, directivos, administrativos, brigada de autoconsumo).

Según especialistas del proceso aseguran que para el ubique de las aves en las jaulas este proceso se demora aproximadamente 45 minutos.

Fase de adaptación (pesaje semanal, selección permanente, manejo de las aves y la bioseguridad permanente).

Una vez incorporadas las aves en las jaulas pasan una primera fase (adaptación) que tiene una duración aproximada de 63 días, ya que las aves se incorporan a la fase a los 112 días de vida y a los 175 días pasan a la incorporación de producción de huevos; es una fase de enseñanza al ave; los enseñan a tomar el agua en tetinas, porque en las Fases de Inicio y Desarrollo estaban acostumbradas a los bebederos, se les da alimento (pienso) y se las clasifica según tamaño para una buena uniformidad.

El pesaje semanal se realiza para registrar el avance del ave para incorporarla en la etapa de producción; la selección para agruparlas según tamaño, para que haya una uniformidad y el manejo de bioseguridad para que no se enfermen.

Cabe señalar que ya en la fase de adaptación participan los técnicos de área, el médico de la unidad y el obrero agropecuario especializado, los mismos se encargan de darle al ave el tratamiento que requiere la misma según instructivo técnico (pesaje semanal, selección permanente, manejo y bioseguridad).

Incorporación a la producción.

Las aves se incorporarán oficialmente como ponedoras, a los efectos estadísticos y de control a la edad que se establezca por la UECAN. Se incorporan las aves en la fase de producción a partir de los 175 días de vida, los responsables en la misma son: navera, jefe de producción, médico y el jefe de área, siempre bajo la supervisión del departamento de producción de la empresa.

Producción de huevos.

Una vez que las aves hayan complementado los 175 días en la etapa de adaptación esta se conducen a la etapa de producción (esta actividad se realiza en la misma nave), donde las aves comienzan con su ciclo productivo (producir huevos), la navera se encarga en esta etapa de la recolección, selección, clasificación y envase de la producción.

Los huevos producidos en cada una de las naves, se ordenan en cajas, esperando para ser trasladados a la fase de almacenamiento.

El tiempo de duración es esta fase según especialista de la unidad es de 12 meses ya que la gallina, tiene un ciclo productivo de 360 días, pasado este ciclo se procede al retiro de las mismas a la nave y la incorporación de otras.

La navera realiza las actividades de recolección, selección, clasificación y envase, recorriendo con una carretilla por todas las jaulas donde se hayan ubicadas las aves, para la recogida de los huevos, para luego ser llevador al área de almacenamiento. Tiene también que al final de la jornada de trabajo entregar el reporte diario de la producción, para la elaboración del parte diario del cual es el encargado el jefe de producción de la UEB.

Almacenamiento

Una vez envasados la producción de huevos diarios por cada una de las naves de la UEB, se pasa a la recogida de la producción por los estibadores, estos recorren todas las naves recogiendo la producción para luego ser llevadas al almacén donde se halla el almacenero para la recepción de la mercancía, donde permanecen hasta llegada de los camiones especializados.

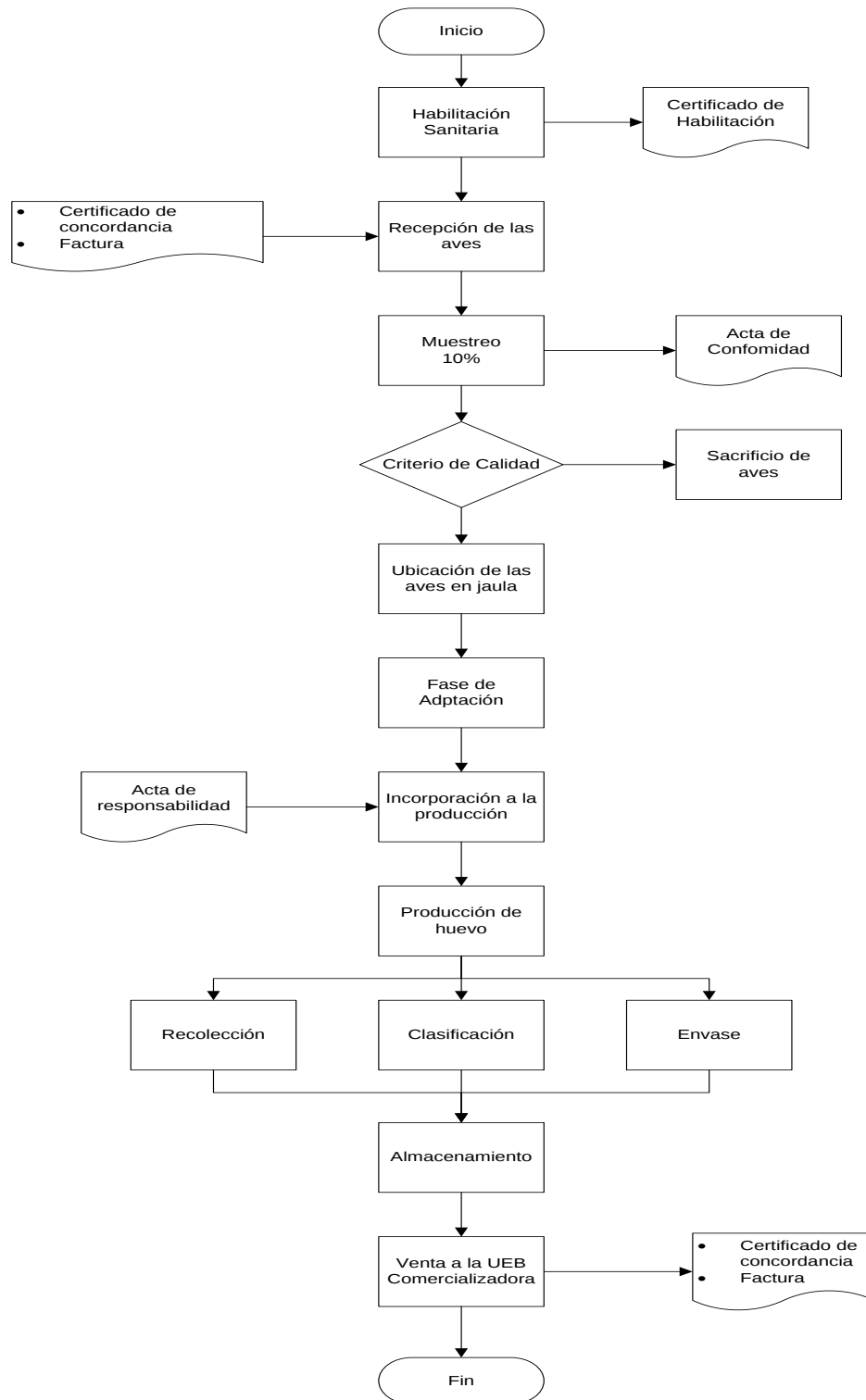
Venta a la UEB comercializadora

La UEB una vez conformada sus cantidades de huevos producidos según indicaciones de producción, se traslada la producción a otro proceso que son los encargados de la venta y comercialización de la producción.

En esta fase están presentes el médico de la unidad, el que realiza el muestreo de la producción de huevos, para ver la calidad de los huevos y el almacenero que es el encargado de la entrega de la producción a la UEB comercializadora para la venta del producto a los clientes con que cuenta la unidad. En este proceso es emitido el certificado de concordancia y con la facturación del traslado del producto.

Anexo No.6

Diagrama de flujo del proceso de producción de huevo. Fuente: Elaboración propia.



Anexo No. 7

**Compendio de normas utilizadas en el proceso de producción de huevos. Fuente:
Elaboración propia.**

Norma	
NC 848 : 2011	Huevo de gallina – Especificaciones de calidad.
NC 452: 2006	Envases, embalajes y medios auxiliares- requisitos sanitarios generales.
NC 456 : 2006	Equipos y utensilios en contactos con alimentos- requisitos sanitarios generales.
NC 143 : 2010	Código de prácticas - principios generales de higiene de los alimentos.
NC 453 : 2006	Alimentación colectiva – Requisitos sanitarios generales.
NC 471 : 2006	Nutrición e higiene de los alimentos- términos y definiciones
NC 454 : 2006	Transportación de alimentos – requisitos sanitarios generales.
NC 488 : 2006	Limpieza y desinfección en la cadena alimentaria – procedimientos generales.
NC 571 : 2006	Distribución, exposición y venta de los alimentos – requisitos sanitarios generales.
NC 277 : 2008	Aditivos alimentarios – regulaciones generales.
NC 455 : 2006	Manipulación de los alimentos – requisitos sanitarios generales.
NC 492 : 2006	Almacenamiento de alimentos - requisitos sanitarios generales
NC 604 : 2012	Residuos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal.
NC ISO: 22005/2008	Trazabilidad de la cadena alimentaria. Principios generales y requisitos fundamentales para el diseño y la implementación del sistema.
NC ISO 9001:2008	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.
NC 571 :2007	Distribución, exposición y venta de alimentos. Requisitos sanitarios generales.
NC 679 :2009	Directrices para la validación de medidas de control de la inocuidad de los alimentos.
NC 876:2012	Código de prácticas de higiene para el transporte de alimentos a granel y semi envasados
NC 569: 2007	Directrices generales sobre el muestreo de alimentos.
NC 471 : 2006	Nutrición e higiene de los alimentos.
NC 277:2008	Aditivos alimentarios. Regulaciones sanitarias.
Resolución 1: 2013. UECAN	Nivel de pérdidas.
NRAG 264: 2012	Avicultura .Malla de alambre trenzado. Especificaciones.
NRAG 265 :2012	Avicultura. Jaula para reemplazo de ponedora. Especificaciones.
NRAG 263: 2012	Avicultura. Vagón de carga. Especificaciones.

Anexo No. 8

Valores diarios de huevo cascado, huevo sucio y producción en el año 2015. Fuente: Puesto dirección de la EAC.

Día	Huevo Cascado	Huevo Sucio	Producción	Día	Huevo Cascado	Huevo Sucio	Producción
1	513	454	49778	184	621	469	41593
2	673	431	50110	185	616	446	41740
3	618	505	50193	186	603	419	43423
4	647	450	50073	187	544	428	43713
5	596	508	50106	188	560	422	43835
6	661	441	50126	189	581	456	44050
7	641	427	49634	190	620	397	43987
8	568	465	49443	191	544	428	44107
9	581	494	49473	192	514	358	43999
10	608	406	49527	193	514	358	44034
11	581	476	49061	194	512	355	44159
12	544	463	49280	195	575	367	43999
13	537	457	48588	196	599	383	44116
14	530	470	49195	197	558	404	44146
15	673	430	49281	198	538	374	43760
16	613	482	49286	199	573	399	43994
17	569	465	49302	200	511	401	43894
18	523	427	49245	201	583	389	43931
19	529	433	49077	202	556	386	43890
20	538	423	48802	203	560	440	43729
21	544	445	48060	204	550	415	43145
22	658	420	47899	205	590	378	40230
23	536	476	47910	206	571	414	39283
24	585	424	47729	207	588	392	37063
25	572	449	47788	208	561	389	40065
26	550	415	47064	209	540	360	41625
27	589	376	46984	210	558	372	42145
28	578	385	47399	211	585	390	41713
29	565	482	47296	212	574	415	42065
30	543	409	47398	213	572	366	42285
31	553	354	47461	214	576	400	42479
32	610	390	47557	215	551	416	42535
33	513	455	47250	216	549	351	42443
34	588	392	47369	217	561	423	42497
35	561	441	47494	218	521	409	42415
36	560	405	47591	219	584	406	42469
37	562	442	47700	220	545	395	42337

38	628	473	47803	221	513	387	42350
39	539	441	47748	222	540	360	42304
40	564	408	47994	223	590	410	42360
41	610	390	48154	224	567	427	41750
42	580	370	48244	225	578	386	42309
43	568	379	48242	226	527	397	40192
44	580	387	48378	227	514	387	38071
45	506	414	48259	228	525	336	37538
46	548	350	46923	229	531	339	39197
47	499	408	47384	230	542	425	39448
48	575	399	47447	231	650	451	40258
49	530	434	47434	232	549	351	39670
50	545	412	46382	233	521	409	40182
51	536	388	46177	234	576	384	40150
52	537	439	46846	235	557	403	40487
53	559	404	46858	236	539	391	40554
54	630	516	46079	237	595	380	37185
55	721	481	46193	238	571	431	36570
56	740	494	46685	239	521	409	35450
57	766	555	47192	240	561	359	38130
58	708	452	46368	241	486	324	35920
59	665	544	45764	242	531	400	34611
60	620	467	45654	243	567	363	37722
61	784	616	45667	244	584	406	38172
62	673	597	44681	245	582	405	39068
63	690	500	45362	246	522	378	38759
64	658	517	45545	247	535	388	37701
65	488	432	45058	248	554	436	38490
66	486	414	45004	249	591	394	38509
67	483	322	43954	250	557	403	37870
68	542	393	43417	251	584	406	38356
69	576	434	44168	252	604	386	38619
70	631	421	44936	253	594	396	37630
71	552	433	44743	254	594	396	38343
72	570	365	44616	255	620	430	38282
73	568	412	44534	256	633	312	38345
74	506	338	42125	257	630	311	38010
75	502	410	42285	258	630	420	37099
76	476	374	42759	259	605	325	37575
77	463	411	43312	260	659	421	37406
78	545	395	43398	261	626	454	37649
79	523	427	43709	262	741	399	37765
80	526	414	43199	263	616	464	37678

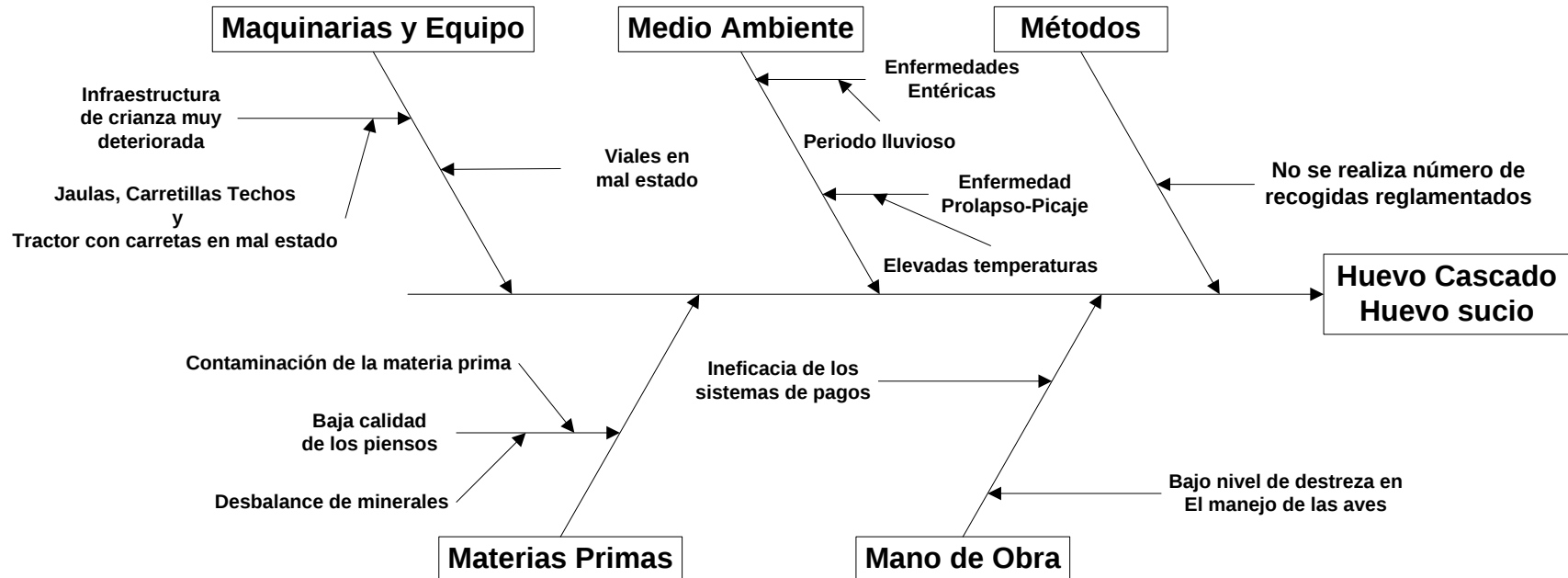
81	578	385	42737	264	539	391	37710
82	503	428	42764	265	559	343	37050
83	529	416	42659	266	566	394	37209
84	592	378	43084	267	634	341	36642
85	543	427	43138	268	558	357	36732
86	539	441	43121	269	632	356	37039
87	543	347	42069	270	608	342	37136
88	486	381	42008	271	586	374	37153
89	474	421	41509	272	611	314	36832
90	484	351	42087	273	651	382	36790
91	530	470	42357	274	606	439	35308
92	534	436	42306	275	660	340	35386
93	513	437	42370	276	579	355	35625
94	537	388	42393	277	621	349	35856
95	560	440	42435	278	516	373	35342
96	590	410	42710	279	549	323	35326
97	470	385	42787	280	581	439	35100
98	501	394	42987	281	541	360	35113
99	469	383	43129	282	487	338	34758
100	474	388	43146	283	529	338	34960
101	468	339	43137	284	518	317	34971
102	541	479	43370	285	663	389	34717
103	580	387	42225	286	657	438	35046
104	527	448	42432	287	628	437	35055
105	553	354	43349	288	611	391	34297
106	531	369	43566	289	555	402	34200
107	611	390	42544	290	576	324	32969
108	555	385	43270	291	545	378	33594
109	561	406	42852	292	624	366	34495
110	559	388	43468	293	640	345	34500
111	524	428	43487	294	586	374	34752
112	522	445	43586	295	624	366	33990
113	586	374	43602	296	653	337	33407
114	509	384	43714	297	558	342	33741
115	510	400	43724	298	546	294	32613
116	534	455	43675	299	496	304	33523
117	536	388	43667	300	501	295	32873
118	532	402	44364	301	527	272	33395
119	567	411	44587	302	571	281	32351
120	534	474	50508	303	574	323	32458
121	556	403	50317	304	624	321	32639
122	638	462	49426	305	428	273	32842
123	602	473	49331	306	454	224	32414

124	598	382	48656	307	442	218	32435
125	651	416	49137	308	495	255	32517
126	529	367	47617	309	508	274	32520
127	562	441	49115	310	497	305	31886
128	557	420	47692	311	495	255	32410
129	598	416	46234	312	483	284	32368
130	700	447	47764	313	486	324	32395
131	546	364	47745	314	542	305	32287
132	557	371	48463	315	459	281	32417
133	568	412	48591	316	484	273	32434
134	524	411	48419	317	509	286	31836
135	550	351	48606	318	443	284	31970
136	594	380	47704	319	442	259	31738
137	514	357	46502	320	441	237	31742
138	508	399	46974	321	429	231	29961
139	519	391	47747	322	367	235	30157
140	564	408	47847	323	505	260	29814
141	573	382	47651	324	493	289	29811
142	530	354	46313	325	462	248	29970
143	551	367	45014	326	473	277	28847
144	525	412	45889	327	426	239	29354
145	594	396	46779	328	436	224	28620
146	545	429	46256	329	536	314	29250
147	505	397	46868	330	436	224	28865
148	486	381	45610	331	446	274	28336
149	520	377	46245	332	420	237	27855
150	507	383	46745	333	366	234	28102
151	531	369	46955	334	458	292	27503
152	485	365	46705	335	478	236	27427
153	465	350	44841	336	396	204	27553
154	588	376	46203	337	338	216	26899
155	531	369	46363	338	325	191	26655
156	470	370	45491	339	322	159	25753
157	513	387	45232	340	325	175	25209
158	487	383	45445	341	290	185	25851
159	482	378	45200	342	333	213	25801
160	621	414	46040	343	312	208	25796
161	586	424	44886	344	335	205	24262
162	559	421	44540	345	273	161	24642
163	524	396	45486	346	279	164	23706
164	590	410	45565	347	280	165	24565
165	599	452	43770	348	316	163	24327
166	598	399	44203	349	270	165	24307

167	585	390	44025	350	293	172	24560
168	630	420	44830	351	284	181	23667
169	568	447	44755	352	361	194	23332
170	600	400	45350	353	333	187	23762
171	585	407	45313	354	326	199	23831
172	666	426	44520	355	333	196	23595
173	581	421	42905	356	329	211	23305
174	625	472	43553	357	312	153	23508
175	651	416	42605	358	322	158	23658
176	567	427	41877	359	273	153	23763
177	592	394	41395	360	293	188	23440
178	565	377	41858	361	302	178	23443
179	562	390	42040	362	301	193	23574
180	563	443	42087	363	339	207	23113
181	617	395	42447	364	304	195	23913
182	575	367	42357	365	326	175	22710
183	550	432	42520				

Anexo No.9

Diagrama Causa efecto. Fuente: Elaboración propia.



Anexo No. 10

Verificación de las causas más probables. Fuente: Elaboración propia.

Causa probables	Verificación de las causas	Oportunidades de mejora
Viales en mal estado	Mediante la observación directa del estado de los viales de la UEB	Contratar una brigada de servicio de mantenimiento de viales
Infraestructura de crianza muy deteriorada	Mediante reporte de mantenimientos registro y visitas de especialistas	Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos
Contaminación de la materia prima	Mediante informe de calidad del alimentos ofrecidos por laboratorios	No se puede realizar mejoras, porque el producto se compra a un tercero
Desbalance de minerales	Mediante informe de calidad del alimentos ofrecidos por laboratorios	Aplicación durante la tarde del corrector mineral
Ineficacia de los sistemas de pago	Mediante los balances económicos mensuales	Implementación por parte del Grupo Empresarial Ganadero de nuevos sistemas de pago
Bajo nivel de destreza en el manejo de las aves	Mediante evaluaciones efectuadas por especialistas	Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo
No se realiza el número de recogidas establecidos	Mediante evaluaciones efectuadas por especialistas	Exigir que se cumpla el procedimiento establecido para la recogida del producto
Enfermedades de enterobacterias	Mediante registro de salud de la masa	Prevenir la aparición de enfermedades por enterobacterias
Enfermedades de prolapso-picaje	Mediante registro de salud de la masa	Realizar labores de refrescamiento de la alimentación y de la infraestructura

Anexo No.11

Método Delphy para las causas más probables. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el grupo de trabajo reúne a los principales expertos en el tema en la Empresa Avícola Cienfuegos, se les aplica una lista con el objetivo de dar un orden de prioridad a las causas probables.

Para el caso en análisis se presenta más de siete características (K), por lo que la prueba de hipótesis que debe realizarse es λ^2 la cual establece:

Hipótesis:

H₀: no hay comunidad de preferencia entre los expertos.

H₁: existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Región Crítica: $\lambda^2_{calculada} \geq \lambda^2_{tabulada}$

Si se cumple la región crítica se rechaza H₀, existiendo comunidad de preferencia entre los expertos, con lo cual se cumple en la presente investigación. En este caso $\lambda^2_{calculada}=84,333$ y $\lambda^2_{tabulada}= 14,067$. El procesamiento de los resultados se efectúa mediante el paquete de programa SPSS versión 22.0. Los resultados muestran que la región crítica se cumple con lo cual se llega a la conclusión que los resultados obtenidos en este procesamiento son confiables y existe comunidad de preferencia entre los expertos.

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Contratar una brigada de servicio para el mantenimiento de viales.	14	3,71	1,326	2	6
Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos.	14	9,50	,519	9	10
Aplicar durante la tarde el corrector mineral.	14	2,50	,855	1	4
Implementar por parte del Grupo Empresarial Ganadero de nuevos sistemas de pago.	14	2,21	1,122	1	4
Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo.	14	6,07	,475	5	7

Exigir que se cumpla el procedimiento establecido para la recogida del producto.	14	2,07	1,269	1	4
Prevenir la aparición de enfermedades enterobacterias por	14	7,64	,633	6	8
Realizar labores de refrescamiento de la alimentación y de la infraestructura.	14	4,57	,852	2	5

Rangos

	Rango promedio
Contratar una brigada de servicio para el mantenimiento de viales.	3,71
Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos.	8,00
Aplicar durante la tarde el corrector mineral.	2,50
Implementar por parte del Grupo Empresarial Ganadero de nuevos sistemas de pago.	2,21
Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo.	6,00
Exigir que se cumpla el procedimiento establecido para la recogida del producto.	2,07
Prevenir la aparición de enfermedades por enterobacterias	6,93
Realizar labores de refrescamiento de la alimentación y de la infraestructura.	4,57

Estadísticos de prueba

N	14
W de Kendall ^a	,861
Chi-cuadrado	84,333
gl	7
Sig. asintótica	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Anexo No.12

Plan de mejoras del proceso. Fuente: Elaboración propia.

Oportunidad de Mejora: Reparación de jaulas, carretillas, pasillos y techos						
Meta: Trabajar con mejores condiciones de la tecnología de crianza						
¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto?
Mejorar los fondos y separación de celdas	Brigada de Habilitación Sanitaria	Reponer o asegurar los fondos y separaciones de las celdas	Para evitar que se junten las aves y cumplir así con requerimiento de espacio vital	5 naves	marzo a febrero	15 días
Lograr la inclinación necesaria	Brigada de Habilitación Sanitaria	Montar la jaula en una viga y asegurar estas para que no se caigan más	Para evitar que el producto se quede dentro de la jaula y logre rodar hasta la bandeja receptora	2 naves	marzo a febrero	4 días
Colocar soporte entre el fondo y pared frontal de la celda	Personal de mantenimiento de la granja	Poner jaulas nuevas o poner entre el fondo y la cara frontal tacos de madera	Para lograr que el huevo logre rodar sin problema a la bandeja receptora	5 naves	marzo a febrero	2 días
Remplazar jaulas con mucho óxido	Brigada de Habilitación Sanitaria	Identificando las jaulas más deterioradas por el óxido y cambiarlas	Para evitar que al ser limpiadas manchen el huevo	2 naves	marzo a febrero	5 días

Reparar los techos	Brigada de Habilitación Sanitaria	Cambiando las cubiertas que se encuentren deterioradas	Para evitar que las aves se mojen cuando llueve con mucho viento	5 naves	marzo a febrero	15 días
Arreglar las carretillas	Personal de mantenimiento de la granja	Arreglar las ruedas de las carretillas y reponer en caso que lo necesiten los jaulones de estás	Para evitar que se rompa el huevo que se transporta	2 naves	marzo a febrero	5 días
Arreglar los pasillos	Brigada de Habilitación Sanitaria	Reparar pasillos que se encontraban en muy mal estado	Para evitar que el paso irregular de las carretillas	2 naves	marzo a febrero	10 días

Oportunidad de Mejora: Capacitar al personal mediante talleres, cursos y entrenamientos en el puesto de trabajo.

Meta: Trabajar con personal capacitado y entrenado en el manejo de las aves

¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto?
Mejorar el proceso de selección	Especialista recursos humanos de la UEB	Se capacita al especialista que realiza la contratación del personal	Para evitar que se contraten trabajadores que no sean idóneos para la actividad	UEB Yaguaramas	2016	-

Gestionar capacitación en materia de manejo de aves	Departamento de Recursos Humanos	Aplicando talleres, conferencias y entrenamiento en el puesto de trabajo	Para aumentar el nivel de conocimiento y habilidad de los operarios	UEB Yaguaramas	2016	-
---	----------------------------------	--	---	----------------	------	---

Oportunidad de Mejora: Prevenir la aparición de enfermedades por enterobacterias						
Meta: Lograr que no se contagien las aves con enfermedades como la enterobacterias						
¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto?
Aplicar tratamientos	Médico de la UEB	Cumpliendo con los programas de salud establecidos en la empresa	Para evitar que se ensucie el producto por contraer el ave estas enfermedades	En las naves que lo requieran	Cuando aparezca la enfermedad	4 horas
Participar en la elaboración de los piensos medicados	Especialistas en calidad, alimentación y zootecnia de la empresa	Verificando las pre mezclas de los piensos medicados	Para evitar que se produzcan malas formulaciones en la elaboración	En la fábrica de pienso	Cuando sea necesario	3 horas

Anexo No. 13

Valores diarios de huevo cascado, huevo sucio y producción durante el período comprendido entre mayo y diciembre de 2016. Fuente: Puesto dirección de la EAC.

Día	Huevo Cascado	Huevo Sucio	Producción	Día	Huevo Cascado	Huevo Sucio	Producción
1	254	290	54003	124	203	232	43220
2	255	290	54071	125	200	229	42553
3	250	285	53115	126	201	230	42779
4	252	288	53540	127	200	228	42508
5	251	286	53321	128	196	224	41762
6	252	287	53497	129	194	222	41289
7	251	287	53392	130	198	226	42175
8	250	284	52949	131	195	222	41432
9	251	286	53337	132	190	216	40371
10	250	286	53239	133	188	214	39984
11	250	284	52926	134	194	222	41373
12	250	285	53108	135	193	220	41035
13	250	285	53100	136	194	221	41185
14	246	280	52226	137	197	225	41943
15	245	279	52073	138	192	219	40896
16	246	280	52231	139	177	202	37743
17	241	275	51257	140	185	211	39482
18	241	275	51259	141	176	201	37491
19	243	277	51549	142	185	211	39280
20	242	276	51468	143	185	211	39375
21	239	272	50711	144	183	210	39084
22	235	268	49878	145	185	210	39235
23	229	262	48812	146	184	210	39097
24	236	268	50032	147	185	211	39429
25	235	268	49978	148	187	213	39810
26	232	265	49386	149	190	217	40426
27	236	270	50294	150	186	212	39569
28	235	268	49921	151	189	216	40252
29	231	263	49104	152	189	215	40101
30	232	265	49330	153	184	211	39286
31	222	253	47158	154	188	215	40072
32	230	262	48841	155	182	207	38689
33	234	267	49783	156	185	211	39338
34	231	263	49039	157	185	211	39242
35	227	260	48342	158	188	214	39895
36	227	258	48210	159	179	203	37905

37	229	261	48730	160	189	215	40116
38	221	252	46998	161	183	208	38850
39	221	252	47063	162	183	208	38847
40	221	252	47060	163	178	202	37675
41	220	250	46658	164	179	203	37921
42	219	250	46682	165	179	203	37844
43	214	244	45443	166	174	198	36956
44	214	244	45533	167	177	202	37630
45	219	250	46458	168	178	203	37888
46	221	252	47018	169	178	202	37654
47	217	248	46174	170	177	201	37568
48	218	249	46385	171	170	193	36070
49	216	247	45915	172	175	199	36972
50	214	244	45471	173	175	199	36993
51	215	245	45661	174	165	187	34986
52	216	246	45827	175	163	185	34533
53	215	246	45759	176	164	187	34796
54	219	250	46556	177	166	189	35320
55	222	254	47254	178	170	193	36038
56	217	248	46152	179	166	190	35320
57	213	244	45346	180	156	178	33160
58	218	249	46261	181	156	178	33082
59	215	246	45665	182	160	182	34008
60	217	248	46192	183	157	178	33291
61	220	251	46779	184	163	186	34596
62	222	253	47075	185	163	186	34677
63	223	254	47305	186	165	187	34936
64	223	253	47176	187	161	183	34221
65	226	257	47876	188	162	184	34392
66	222	253	47113	189	161	183	34267
67	222	253	47045	190	162	184	34394
68	227	259	48117	191	165	187	34991
69	228	260	48409	192	164	186	34719
70	226	258	48086	193	166	189	35272
71	229	261	48646	194	161	183	34274
72	223	254	47261	195	160	182	34011
73	224	256	47601	196	160	183	34089
74	220	252	46805	197	159	181	33764
75	221	253	47062	198	161	183	34224
76	227	258	48190	199	157	178	33271
77	229	261	48519	200	156	178	33185

78	223	255	47460	201	162	184	34354
79	224	256	47660	202	163	185	34616
80	226	257	47889	203	152	172	32228
81	227	258	48075	204	159	180	33686
82	227	258	48089	205	157	178	33263
83	223	254	47298	206	156	177	33055
84	223	254	47356	207	160	182	34011
85	225	257	47755	208	157	179	33343
86	226	257	47983	209	157	178	33266
87	225	257	47846	210	158	179	33447
88	224	255	47534	211	159	181	33765
89	222	252	47028	212	159	181	33823
90	216	246	45861	213	156	177	33045
91	218	249	46382	214	157	178	33230
92	218	248	46278	215	157	178	33215
93	216	246	45899	216	158	179	33513
94	209	238	44439	217	158	180	33635
95	213	242	45145	218	157	178	33280
96	207	236	43924	219	155	175	32796
97	207	235	43861	220	152	172	32201
98	211	240	44665	221	157	177	33167
99	213	242	45130	222	153	174	32446
100	205	234	43505	223	156	177	33148
101	210	239	44516	224	149	169	31597
102	209	239	44420	225	158	180	33630
103	206	235	43783	226	156	177	33088
104	209	238	44424	227	157	178	33302
105	213	243	45310	228	152	173	32197
106	213	243	45242	229	153	174	32451
107	202	230	42867	230	152	172	32127
108	204	233	43466	231	145	164	30630
109	212	242	45147	232	149	169	31560
110	212	243	45199	233	149	170	31683
111	212	242	45042	234	150	170	31692
112	210	239	44585	235	152	173	32229
113	210	240	44760	236	153	173	32380
114	205	234	43493	237	147	167	31247
115	202	231	42914	238	151	171	31955
116	206	235	43805	239	151	171	31960
117	207	237	44102	240	152	173	32322
118	205	234	43591	241	147	167	31072

119	206	235	43680	242	149	169	31663
120	203	232	43301	243	151	171	31988
121	201	230	42861	244	152	173	32229
122	196	224	41727	245	149	169	31571
123	205	234	43627				