

## Determinación de las principales causas que originan los defectos de calidad del pollo seco en una planta procesadora de aves

CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio\*†, GONZÁLEZ-SOBAL, Martín, SOLÍS-JIMENEZ, Miguel Ángel y DEL ANGEL-CORONEL, Oscar

*Instituto Tecnológico Superior de Huatusco*

Recibido Julio 11, 2016; Aceptado Noviembre 30, 2016

### Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo, determinar y corregir las principales causas que originan los defectos de calidad del Pollo Seco, en una Planta Procesadora de Aves del estado de Veracruz, utilizando la herramienta de calidad denominada diagrama de Pareto para establecer, que defectos son los que representan el 80% de la calidad de segunda. Y mediante la técnica de Análisis de Modo y Efectos de las Fallas (AMEF), establecer acciones correctivas y preventivas en los principales puntos del proceso en donde existan áreas de oportunidad que eliminen, o en el peor de los casos reduzcan los defectos de calidad presentes en las canales de las aves. La aplicación del análisis de Pareto en primer lugar ayuda a identificar problemas mediante el arreglo visual de los defectos en orden de importancia, es decir del defecto de mayor incidencia al defecto de menor incidencia. El análisis de modo y efectos de las fallas se aplica para identificar y eliminar fallas conocidas o potenciales, al igual que problemas del proceso antes de que ocurran y afecten a los clientes, o consumidores finales.

**Análisis de Pareto, Mejora de Calidad, Análisis de Modo, Efectos de las Fallas**

### Abstract

This work has as objective, identifying and correcting the main causes that originate the dry chicken quality defects, in a poultry processing plant of Veracruz State, using the quality tool called Pareto analysis to established the main defects that representing 80% of the quality of second. And through the technic of failure mode and effect analysis (FMEA), establish actions corrective and preventive in them main points of the process in where exist opportunity areas that eliminate, or in the worst scenario reduce quality defects present in the birds carcass. The application of Pareto analysis is used for identifying and prioritizing the factors helps to identify problems by visually arranging defects in order of importance, i.e. from highest incidence defect to lower incidence defect. The failure mode and effect analysis is applied to identify and eliminate known or potential failures and problems, as well as process problems before occur and affect customers, or consumers.

**Pareto Analysis, Failure Mode and effect Analysis, Quality Improvement**

**Citación:** CALDERÓN-PALOMARES, Luis Antonio, GONZÁLEZ-SOBAL, Martín, SOLÍS-JIMENEZ, Miguel Ángel y DEL ANGEL-CORONEL, Oscar. Determinación de las principales causas que originan los defectos de calidad del pollo seco en una planta procesadora de aves. *Revista de Ciencias de la Salud*. 2016. 3-9: 14-25.

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: [luiscp@netscape.net](mailto:luiscp@netscape.net))

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El procesamiento del pollo como alimento de la canasta básica en nuestro país, es de gran importancia, y por consiguiente debe cuidarse tanto la calidad, como la inocuidad en cada etapa de producción, para que llegue en las condiciones óptimas al consumidor final. El presente estudio se realizó en una planta procesadora del municipio de Fortín de las Flores, perteneciente a la región de las altas montañas del estado de Veracruz, en donde se lleva a cabo el proceso denominado pollo seco, el cual consiste en un pollo sin plumas, sin vísceras, con patas y cabeza, que se vende en los mercados de abasto de la ciudad de México principalmente.

El análisis e identificación oportuna de las causas que originan o pueden conducir a una mala calidad, contribuye para solucionar el problema de la generación de los defectos de calidad, que se presentan durante el proceso, para su pronta corrección y mejora, lo cual es de vital importancia para cualquier empresa avícola. Las aplicaciones de herramientas que colaboren a una reducción significativa de defectos y por consecuencia a un aumento en la satisfacción de los clientes aportan un valor agregado directo en todo el proceso productivo.

Por lo anterior se propone como una propuesta de solución la aplicación de las herramientas de calidad conocida como gráfica de Pareto y la técnica de calidad denominada Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) ó FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) por sus siglas en inglés, que proporcionan un marco de referencia con el cual se puede desarrollar una metodología sistemática personalizada que ayude a la mejora continua. La finalidad del presente trabajo es identificar, analizar y establecer acciones de prevención y mejora en los puntos donde se presentan una afectación a la calidad de la carne de pollo en las diferentes etapas del procesamiento de las aves.

El valor agregado que genera está metodología, es que permite sistematizar la búsqueda e identificación de puntos críticos del proceso en los que se necesita enfocarse para prevenir los defectos y mejorar la calidad. En la sección de materiales y métodos se hace la descripción del área bajo estudio la cual es el proceso de pollo seco. Se describe el cálculo para obtener el tamaño de muestra representativo y las variables que se evalúan. Posteriormente se definen la herramienta y la técnica de calidad que se aplicaron, para finalizar con los resultados y conclusiones obtenidos. La evaluación durante todo el proceso se realizó mediante la inspección visual, utilizando registros y procedimientos de operación e inocuidad.

## Materiales y Métodos

### Procesado de Pollo Seco

Las aves llegan en pie (vivas) a la planta de procesamiento, una vez ahí, todas las etapas de la carnización son importantes desde el punto de vista higiénico, si bien el escaldado y, sobre todo, el desplumado y la evisceración son las más delicadas. Las aves vivas se cuelgan de sus patas de la cadena de sacrificio y esta operación supone un forcejo y la producción de una gran cantidad de polvo y microorganismos en el ambiente del área de colgado. En la zona de colgado, se debería usar luces de baja intensidad para minimizar la excitación de los pollos cuando son colocados en los ganchos. Las luces azules o verdes parece que son más efectivas para calmarlos. El aturdimiento eléctrico, relaja los esfínteres, permitiendo así la salida de heces con microorganismos entéricos que contaminan la superficie del cuerpo del animal. En el desangrado, la hoja del cuchillo o aparato utilizado puede diseminar las bacterias de unos animales a otros. Por eso debe desinfectarse en cada lote que se vaya a sacrificar (Ricaurte, 2005).

El escaldado produce una dilatación de los folículos que facilita la posterior eliminación de las plumas. Durante esta operación, cada ave transfiere al agua millones de bacterias procedentes de la piel, patas, plumas y contenido intestinal.

El desplumado es el principal punto de contaminación cruzada, tanto por microorganismos fecales como procedentes de la piel, plumas y suelo. Es la etapa más importante por lo que se refiere a la contaminación con *Pseudomona*, *Clostridium*, *Campylobacter spp.*, *E.coli* y *Salmonellas*.

La evisceración manual es una operación en la que es frecuente la contaminación cruzada entre las canales, a través de las manos de los operarios, pero si esto ocurre es aconsejable que los operarios utilicen utensilios y equipo desinfectado en cada rotación. La moderna maquinaria empleada para la evisceración automática es más segura en este sentido (Ricaurte, 2005).

### Técnicas y Herramientas de la Calidad

En general todos los investigadores sobre el tema de gestión de la calidad, entre ellos Dale y Shaw, 1991; Marsh, 1993; Stephens, 1997; Dale et al., 1997; Bunney y Dale, 1997, están de acuerdo en que el uso y la selección tanto de las herramientas como de las técnicas de gestión de la calidad son de vital importancia para apoyar la implantación de la gestión de la calidad total y desarrollar los procesos de mejora, ya que los principios de la gestión de la calidad total son implantados a través de ese conjunto de prácticas, que no son más que simples actividades, soportadas a su vez por una serie de técnicas (Dean y Bowen, 1994, citado en García et al., 2014).

Mediante el uso de una combinación de herramientas y técnicas es posible, según Bamford y Greatbanks (2005): a) resaltarlos datos complejos de una manera sencilla, con gran contenido visual; b) evaluar las áreas que causan la mayoría de los problemas; c) proporcionar las áreas a priorizar; d) mostrar las relaciones entre las variables; e) establecer las causas del fracaso; f) mostrarla distribución de los datos, y g) determinar si el proceso está en un estado de control estadístico y se ponen de relieve las causas especiales de variación (García et al., 2014).

En los trabajos realizados en este ámbito se han identificado un conjunto de herramientas y técnicas. Ishikawa (1985) y McConnell (1989) identificaron una lista de 7 herramientas. Otros, como Imai (1986), Dean y Evans (1994), Goetsch y Davis (1997), Dale y Mcquater (1998), Dale (2007) y Evans y Lindsay (1999), elaboraron una lista tanto de herramientas como de técnicas para la mejora de la calidad. Por otro lado, Greene (1993) llega describir hasta 98 herramientas, que agrupo en función de los objetivos que las empresas se marcan (García et al., 2014).

En la tabla 1 podemos ver la agrupación de las herramientas y técnicas realizada por Dale y Mcquater (1998), que diferencia las herramientas como dispositivos con una clara función, mientras que la técnica tiene una aplicación más amplia y se entiende como un conjunto de herramientas (García et al., 2014).

Las 7 herramientas estadísticas de la calidad y las 7 de gestión	Otras herramientas	Técnicas
Diagrama causa efecto	Lluvia de ideas	Benchmarking
Hoja de recogida de datos	Plan de control	Diseño de Experimentos
Gráficos de control	Diagrama de flujo	Análisis modal de fallos
Histograma	Toma de muestras	Árbol de análisis de fallos
Diagrama de Pareto		Poka Yoke

Diagrama de dispersión		Metodología de resolución de problemas.
Diagrama de afinidad		Costos de calidad
Diagrama de flechas Diagrama de matriz		Despliegue de la función de calidad
Matriz de análisis de datos Árbol de decisión		Equipos de mejora de la calidad
Diagrama de relación Diagrama sistemático		Control estadístico de procesos

**Tabla 1** Técnicas y herramientas más empleadas de la calidad. Fuente: Dale y Mcquater (1998) en García et al.,2014

Las herramientas o técnicas desempeñan un papel clave en toda la compañía para la mejora continua, ya que permiten que los procesos sean supervisados y evaluados, que todos los empleados participen en el proceso de mejora, que las personas resuelvan sus propios problemas, desarrollar una mentalidad de mejora continua, una transferencia de la mejora de la calidad en las actividades del día a día a las operaciones comerciales, y el fortalecimiento del trabajo en equipo a través de la resolución de problemas (García et al.,2014).

Por otra parte, en la aplicación práctica de las herramientas para la mejora de la calidad se ha constatado, como sostienen Bunney y Dale (1997), que existe una secuencia de etapas en su utilización, de forma que las organizaciones tienden a utilizar herramientas superiores, o, mejor dicho, más complejas, a medida que avanzan en su camino hacia la gestión de la calidad total. Así constatan, de forma similar a lo recogido por Camisón et al. (2007), que una de las primeras etapas en dicho uso radicaría en el diagnóstico y preparación, donde se utilizan herramientas de búsqueda de hechos.

En la medida en que se pasa a etapas superiores (compromiso de la dirección y finalmente mejora continua) se requieren herramientas más elaboradas y complejas (statistical process control, análisis modal de fallos y efectos, 6 $\sigma$ , etcétera) (Heras et al.,2009).

### Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es un 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. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, sólo unos cuantos son realmente importantes (Gutiérrez, 2010).

Además de ayudar a seleccionar el problema que es más conveniente atacar, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de manera permanente cuál es la falla principal. El análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc. Otra ventaja del diagrama de Pareto es que permite evaluar objetivamente, con el mismo diagrama, las mejoras logradas con el proyecto, para lo cual se observa en qué cantidad disminuyó la altura de la barra correspondiente a la categoría seleccionada (Gutiérrez, 2010). Una mala práctica en la gestión de las empresas es atender por reacción los problemas conforme van surgiendo, lo que hace que no se ataquen de fondo y que se sacrifique calidad por cantidad de acciones de mejora.

Esta situación puede corregirse mediante el uso sistemático del diagrama de Pareto, el cual permite centrar los esfuerzos y recursos en los problemas vitales. Además, en general es más fácil reducir una barra alta a la mitad que una chica a cero.

La aplicación del diagrama de Pareto y la estratificación permiten profundizar en el pensamiento estadístico y usar datos para la toma de decisiones en las diferentes áreas de una organización, y de esta forma ayudar a superar la subjetividad en la toma de decisiones (Gutiérrez, 2010). El procedimiento para elaborar un diagrama de Pareto es generalmente como sigue (Görener y Toker, 2013):

- a) Reunir información de los tipos de problemas que serán examinados e identificar su clasificación.
- b) Los datos son procesados en una tabla la cual clasifica los tipos de problemas. Se establecen los totales para cada categoría y sus porcentajes. Los problemas que quedan fuera de las categorías se colocan en el último grupo en la sección "otros".
- c) Dibujar una gráfica de barras donde el eje y indique los totales y porcentajes, mientras que el eje x indique los grupos.
- d) La gráfica de Pareto se dibuja con los totales acumulados iniciando en la esquina superior derecha de la primera barra.

La razón por la que las causas de las fallas son priorizadas de la mayor a la menor en la gráfica de Pareto se debe a que en algunos casos la causa de una o dos fallas con un peso substancial podría comprometer una parte importante de la falla total. En este punto es importante reconocer cual falla o causa deberá ser priorizada. El análisis Pareto es mayormente considerado como un medio para resolver problemas, sin embargo, en la mayoría de los casos ayuda a identificar cuales problemas deben resolverse más rápido en lugar de como resolverlos (Görener y Toker, 2013).

### **Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF)**

La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF, FMEA, Failure Mode and Effects Analysis) permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su frecuencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para las fallas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para atenderlas. Aplicar AMEF a procesos y productos se ha vuelto una actividad casi obligada en muchas empresas. Si un producto o proceso se ve como un edificio, al aplicar un AMEF es como revisar sus cimientos y estructura para asegurar que ambas sean confiables y disminuir la probabilidad de que fallen (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

El AMEF originalmente se orientó a detectar fallas durante el diseño o rediseño del producto, así como fallas en el proceso de producción (FMEA, 1995). Ejemplos de fallas en diseño son: no se dispara el flash en una cámara fotográfica, fugas en el sistema de frenos, fracturas prematuras en las piezas de un carro, fallas en el proceso de templado, etc. Como se aprecia en estos ejemplos, una falla en diseño (producto) o en el proceso repercute finalmente en el cliente, ya sea interno o externo. Por ello, en los últimos años se amplió el campo de aplicación del AMEF (Lore, 1998; Vandenbrande, 1998; Cotnareanu, 1999), a aspectos como los siguientes (Gutiérrez y De la Vara, 2009):

- Las fallas y obstáculos impiden que la instalación de un equipo sea fácil y rápida.
- Los modos de falla potenciales que obstaculizan que el mantenimiento y/o el servicio a un equipo sea fácil y rápido.
- La facilidad de utilización de un equipo.
- Seguridad y riesgos ambientales.

En la figura 1 se ve un ejemplo de las actividades para realizar un AMEF (proceso), las cuales se pueden resumir como (Gutiérrez y De la Vara, 2009):

1. Formar el equipo que realizará el AMEF y delimitar al producto o proceso que se le aplicará.
2. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso (identificar los modos potenciales de falla).
3. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo (Tabla 2).

Criterio	Clasificación
Irrazonable esperar que el fallo produjese un efecto perceptible en el rendimiento del producto o servicio. Probablemente, el cliente no podrá detectar el fallo.	1
Baja gravedad debido a la escasa importancia de las consecuencias del fallo, que causarían en el cliente un ligero descontento.	2 3
Moderada gravedad del fallo que causaría al cliente cierto descontento. Puede ocasionar retrabajos.	4 5 6
Alta clasificación de gravedad debido a la naturaleza del fallo que causa en el cliente un alto grado de insatisfacción sin llegar a incumplir la normativa sobre seguridad o quebranto de leyes. Requiere retrabajos mayores.	7 8
Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del cliente, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.	9 10

**Tabla 2** Tabla de Gravedad. Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2009

Para cada falla potencial:

1. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia de falla debido a cada causa (Tabla 3).

2. Hacer una lista de los controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes de que salga del área de manufactura o ensamble. Además, estimar la probabilidad de que los controles hagan la detección de la falla (Tabla 4).
3. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR), que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia por la detección.
4. Establecer prioridades de acuerdo con el NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir severidad y/u ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso seguido debe quedar documentado en un formato AMEF.
5. Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar las acciones tomadas y volver a calcular el NPR.

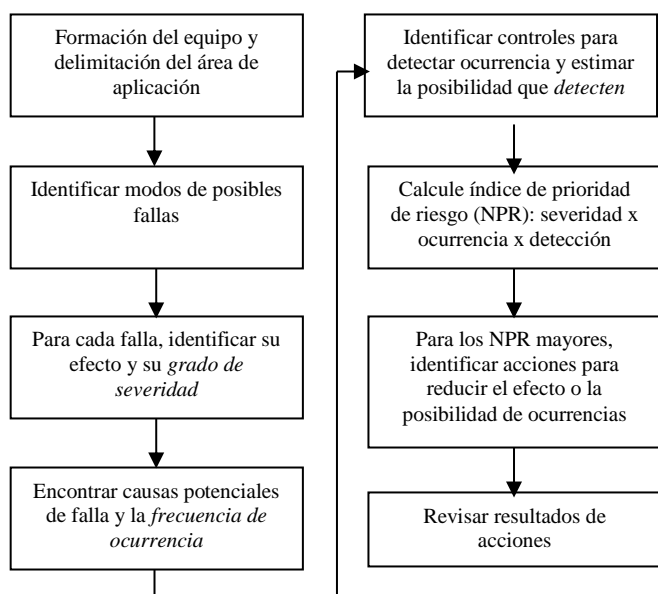
La información obtenida con las actividades anteriores se organiza en un formato AMEF (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

Criterio	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjera el fallo.	1	1/10000
Baja probabilidad de ocurrencia. Ocasionalmente podría producirse un número relativo bajo de fallos.	2 3	1/5000 1/2000
Moderada probabilidad de ocurrencia. Asociado a situaciones similares que hayan tenido fallos esporádicos, pero no en grandes proporciones.	4 5 6	1/1000 1/500 1/200
Alta probabilidad de ocurrencia. Los fallos se presentan con frecuencia.	7 8	1/100 1/50
Muy alta probabilidad de ocurrencia. Se producirá el fallo casi con total seguridad.	9 10	1/20 1/10

**Tabla 3** Tabla de Ocurrencia. Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2009

Criterio	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Casi completa fiabilidad de los controles.	1	1/10000
Baja probabilidad de que el defecto llegue al cliente ya que, de producirse, sería detectado por los controles o en fases posteriores del proceso.	2 3	1/5000 1/2000
Moderada probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente.	4 5 6	1/1000 1/500 1/200
Alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente debido a la baja fiabilidad de los controles existentes.	7 8	1/100 1/50
Muy alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente. Este está latente y no se manifestaría en la fase de fabricación del producto.	9 10	1/20 1/10

**Tabla 4** Tabla de Detección. Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2009



**Figura 1** Esquema general de actividades para realizar un AMEF. Fuente: Gutiérrez y De la Vara, 2009

## Calculo del tamaño de muestra

En un día promedio, en la planta se faenan lotes de entre 3000 y 4000 aves para el proceso de pollo seco, procedentes de una granja de engorda de pollo.

En el presente estudio se tomó una muestra representativa de un lote de 3576 aves provenientes de una granja, que se recibieron en tres viajes (3 unidades de transporte que recolectaron las aves de la granja para llevarlas a la planta procesadora), para evaluar y detectar en que partes del proceso del beneficio de las aves se provocan o pueden ocurrir los defectos de calidad más importantes que impactan de forma negativa al llegar a los clientes. Se aplicaron la herramienta de calidad conocida como diagrama de Pareto y la técnica de calidad Análisis de Modo y Efecto de las fallas (AMEF).

Para el calcular el tamaño de la muestra a tomar, se utiliza la fórmula del cálculo de la muestra para poblaciones finitas.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Donde:

n = tamaño de la muestra  
N = tamaño de la población  
Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.

d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q = proporción de la población de referencia que no representa el fenómeno en estudio (1-p).

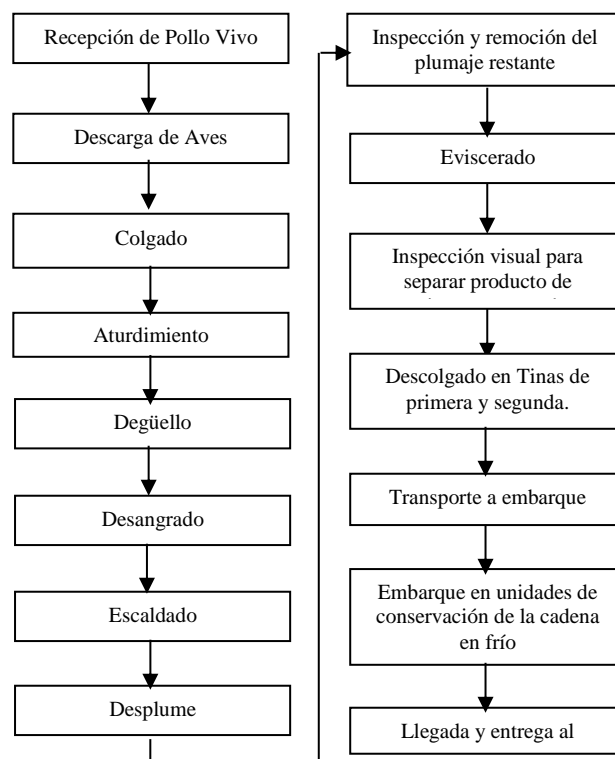
## Resultados y Discusión

El proceso del pollo seco desarrollado en la planta bajo estudio, ubicada en el estado de Veracruz (Figura 2), comienza con la llegada de las aves a los andenes de espera para la descarga.

Se descargan las aves en la banda transportadora para llegar al área de colgado, donde los colgadores toman a las aves de las patas y proceden a colgarlas de cabeza en los ganchos de la cadena aérea para su traslado al aturdidor, una vez que se ha llevado a cabo esta operación las aves se degüellan y se desangran, para que ya desangradas se sumerjan al escaldado, continuando a la máquina desplumadora de donde pasan a la inspección visual y remoción de la pluma restante que se haya quedado.

Realizado lo anterior se trasladan mediante los ganchos de la cadena de transporte a la máquina de evisceración.

El siguiente caso es realizar la inspección visual para separar de acuerdo a los criterios de calidad los pollos de primera y de segunda, para que se depositen en las bandejas correspondientes y de ahí mediante carritos de transporte llevarlos a las cajas de las unidades de transporte donde se embarcan entre camas de hilo escarchado para conservar a la cadena de frío hasta llegar con los clientes para su entrega.



**Figura 2** Diagrama de Proceso del Pollo Seco. Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la muestra se tomaron los siguientes valores:

$$N = 3576 \text{ Aves}$$

$$Z = 1.96 \text{ (95\% de confianza)}$$

$$d = 0.05 \text{ (5\% de Amplitud)}$$

$p = 0.5$  (se utiliza este valor para maximizar el tamaño muestral ya que no se tiene una idea real de la proporción).

$$q = 0.5$$

Lo que arroja un valor de: 346.9817 canales de aves.

$$n = \frac{3576 \cdot 3.8416 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.0025 \cdot 3575 + 3.8416 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 346.9817 \quad (2)$$

Para efectos prácticos del estudio se realizó un muestreo aleatorio simple tomando un tamaño de muestra de 350 canales de aves, registrando los defectos de calidad que presentaban.



Con la información recolectada se procedió a elaborar un Diagrama de Pareto.

Se reunió la información de los tipos de defectos encontrados y estos fueron:

- Golpe en Pechuga.
- Golpe en Pierna.
- Pierna Dislocada.
- Golpe en Muñón.
- Golpe en Muslo.
- Golpe en Cuerpo de Ala.
- Golpe en Base de Ala.
- Ala Rota con Hueso Expuesto.
- Ala Rota sin Hueso Expuesto.
- Ala Dislocada con Hueso Expuesto.
- Ala Dislocada sin Hueso Expuesto.

Se obtuvo la Incidencia Promedio del Defecto (IPD) tomando en cuenta los tres viajes (Tabla 5)

Defecto	Incidencia del defecto				IpD
	1	2	3		
Golpe pecho	8	6	7		7.0
Golpe pierna	14	15	16		15.0
Pierna dislocada	9	7	6		7.3
Golpe muñon	14	15	17		15.3
Golpe muslo	2	4	5		3.7
Golpe cuerpo de ala	20	18	19		19.0
Golpe base de ala	20	18	17		18.3
Ala rota con hueso expuesto	25	10	15		16.7
Ala rota sin hueso expuesto	14	10	13		12.3
Ala dislocada hueso expuesto	4	3	5		4.0
Ala dislocada sin hueso expuesto	2	2	1		1.7
Total	132	108	121		120.3

**Tabla 5** Defectos Encontrados, Fuente: Elaboración Propia, 2016

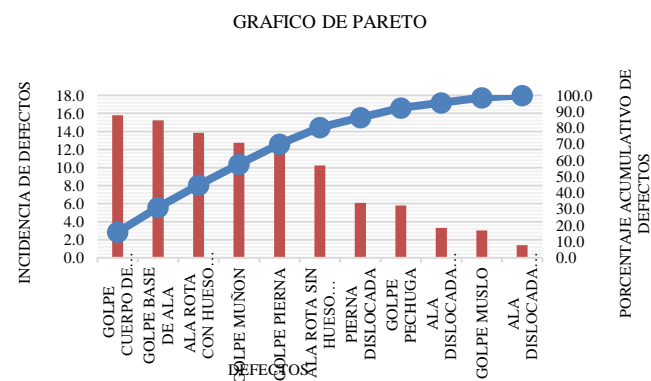
Los datos se ordenan por la IPD, del valor mayor al menor y se calcula el Porcentaje de Incidencia del Defecto (PID).

Se establecen los totales para cada categoría y sus porcentajes (Tabla 6).

Defecto	IpD	PiD
Golpe cuerpo de ala	19.0	15.8
Golpe base de ala	18.3	15.2
Ala rota con hueso expuesto	16.7	13.9
Golpe muñon	15.3	12.7
Golpe pierna	15.0	12.5
Ala rota sin hueso expuesto	12.3	10.2
Pierna dislocada	7.3	6.1
Golpe pecho	7.0	5.8
Ala dislocada hueso expuesto	4.0	3.3
Golpe muslo	3.7	3.0
Ala dislocada sin hueso expuesto	1.7	1.4
Total	120.3	100.0

**Tabla 6** Tabla Ordenada por IPD, Fuente: Elaboración Propia, 2016

Con los datos de la tabla anterior se dibujó la correspondiente gráfica de barras donde el eje y indica los totales y porcentajes, mientras que el eje x indica los defectos de calidad. La gráfica de Pareto se completa con los totales acumulados iniciando en la esquina superior derecha de la primera barra (Gráfico 1).



**Gráfico 1** Gráfica de Pareto de los Defectos Encontrados, Fuente: Elaboración Propia, 2016

El diagrama de Pareto arrojó como resultado que el 80% de los defectos de calidad presentados en las canales de pollo lo conforman:

1. Golpe en Cuerpo de Ala.
2. Golpe en Base de Ala.
3. Ala Rota con Hueso Expuesto.
4. Golpe en Muñón.

5. Golpe en Pierna.
6. Ala Rota sin Hueso Expuesto.

Una vez obtenido estos resultados se necesita identificar en que parte del proceso ocurren estos defectos que demeritan la calidad de las canales de las aves para así poder tomar acciones y prevenir las futuras incidencias. Por lo que se procedió a realizar un Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF).

Como primer paso se conformó el equipo que participo en la realización del AMEF, el cual estaba conformado por: El Gerente de la Planta Procesadora de Aves, El jefe de Producción, El Jefe de Carga y Enjaule, El Jefe del Área de Recepción (encargado de las Áreas de Descarga, Colgado, Degüelle, Escaldado y Desplume), así como también el Supervisor de Proceso (responsable de las Áreas de Evisceración, Selección, Descolgado y Embarque). En total 5 elementos de la Planta más 2 investigadores. Se procedió en conjunto a realizar un recorrido por el proceso completo desde la llegada de las aves vivas en las unidades de Transporte, para de identificar y examinar todas las formas posibles en que pueden ocurrir o presentarse las fallas durante el proceso. Identificando los puntos en donde las aves y posteriormente las canales pueden sufrir acciones que impacten de forma adversa su calidad (Es decir donde se presenten golpes o un mal manejo durante las operaciones).

Detectando al mismo tiempo para cada falla potencial, su posible efecto y estimar la severidad del mismo. En cada falla potencial se anotó la relación que guarda con los defectos de calidad que se presentan y es durante el muestreo que se observó la frecuencia de ocurrencia de los defectos y se procedió a revisar las posibles causas que durante el proceso pueden generarlas. De igual modo se hizo una lista de los controles o mecanismos existentes para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia la operación posterior o antes de que salga del área de proceso.

Además, se estimó la probabilidad de que los controles hicieran la detección de la falla. El siguiente paso fue calcular el número prioritario de riesgo (NPR), que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia por la detección. Se establecieron las prioridades de acuerdo con el NPR, y para los NPR más altos se decidieron en conjunto con el equipo AMEF las acciones para disminuir severidad y/u ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso se documentó en el formato AMEF correspondiente (Anexo 1).

Después de lo anterior se programó un segundo lote de procesamiento de aves provenientes de la misma granja, en una fecha posterior, y se revisaron, y establecieron los resultados obtenidos. En esta ocasión se recibió un lote de 3987 Aves.

En el cálculo de la muestra se consideraron los siguientes valores:

$$N = 3987 \text{ Aves}$$

$$Z = 1.96 \text{ (95\% de confianza)}$$

$$d = 0.05 \text{ (5\% de Amplitud)}$$

$p = 0.5$  (se utiliza este valor para maximizar el tamaño muestral ya que no se tiene una idea real de la proporción).

$$q = 0.5$$

Lo que arrojo un valor de: 350.478225 canales de aves.

$$n = \frac{3987 * 3.8416 * 0.5 * 0.5}{0.0025 * 3986 + 3.8416 * 0.5 * 0.5} = 350.4782 \quad (3)$$

Se realizó un muestreo aleatorio simple tomando un tamaño de muestra de 351 canales de aves, registrando los defectos de calidad que presentaban. Y después se elaboró el Diagrama de Pareto. Se obtuvo la Incidencia Promedio del Defecto (IPD) tomando en cuenta los tres viajes (Tabla 8)

GRAFICO DE PARETO

Defecto	Incidencia del Defecto			
	1	2	3	IpD
Golpe pecho	10	10	11	10.3
Golpe pierna	10	12	16	12.7
Pierna dislocada	9	10	14	11.0
Golpe muñon	10	11	14	11.7
Golpe muslo	2	9	5	5.3
Golpe cuerpo de ala	10	8	9	9.0
Golpe base de ala	12	14	10	12.0
Ala rota con hueso expuesto	9	7	6	7.3
Ala rota sin hueso expuesto	8	9	7	8.0
Ala dislocada hueso expuesto	4	3	5	4.0
Ala dislocada sin hueso expuesto	12	16	12	13.3
Total	96	109	109	104.7

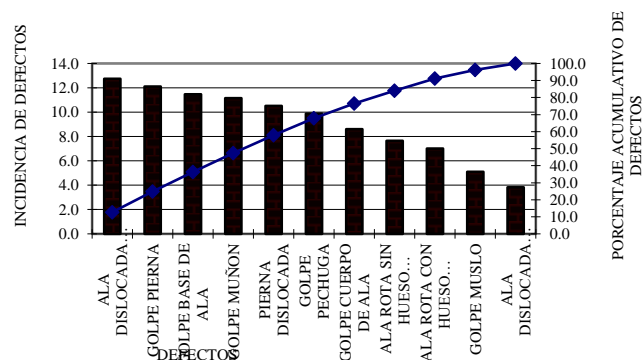
**Tabla 8** Tabla de Defectos Encontrados, Fuente: *Elaboración Propia, 2016*

Los datos se ordenan por la IPD, del valor mayor al menor y se calcula el Porcentaje de Incidencia del Defecto (PID). Se establecen los totales para cada categoría y sus porcentajes (Tabla 9).

Defecto	IpD	Pid
Ala dislocada sin hueso expuesto	13.3	12.7
Golpe pierna	12.7	12.1
Golpe base de ala	12.0	11.5
Golpe muñon	11.7	11.1
Pierna dislocada	11.0	10.5
Golpe pecho	10.3	9.9
Golpe cuerpo de ala	9.0	8.6
Ala rota sin hueso expuesto	8.0	7.6
Ala rota con hueso expuesto	7.3	7.0
Golpe muslo	5.3	5.1
Ala dislocada hueso expuesto	4.0	3.8
Total	104.7	100.0

**Tabla 9** Tabla Ordenada por IPD. Fuente: *Elaboración Propia, 2016*

Al final se traza la gráfica de Pareto completa (Gráfico 2).



**Gráfico 2** Gráfica de Pareto de los Defectos Encontrados, Fuente: *Elaboración Propia, 2016*

Con los datos ahora obtenidos se volvió a calcular el NPR (Anexo 2). En el estudio realizado al proceso, se encontraron y clasificaron los defectos de calidad que más inciden en las quejas recibidas por los clientes, registrando que los golpes en alas, mulos y piernas, así como las dislocaciones, son las variables más recurrentes que afectan la calidad de las canales durante todo el procesamiento.

Estos golpes y dislocaciones tienen un alto porcentaje de probabilidad de presentarse en las operaciones de descarga de las aves, en el colgado, en el desplume y por último en una mala selección que provocaría que les llegará a los clientes pollo de segunda en lugar de pollo de primera. Una vez identificados los principales factores que están mermando la calidad de las canales, se establecieron actividades correctivas y preventivas en los principales puntos críticos del proceso y cuellos de botella, tal como la desplumadura (afectando a la pluma, ala y pierna al momento de no ajustar bien la máquina), así como la operación en el área de colgado. El diagrama de Pareto nos mostró que la mayoría de los problemas con los clientes son causados por un número fijo de defectos, por ejemplo, en el primer diagrama el 50% del total de incidencia de defectos es causada solamente por tres defectos: Golpe en Cuerpo de Ala, Golpe en Base de Ala y Ala Rota con Hueso expuesto.

Y el 80% de la incidencia total de defectos es causada por el 55% de los defectos. Para el segundo diagrama se observó que el 50% del total de incidencia de defectos es causada ahora por: Ala Dislocada sin Hueso Expuesto, Golpe en Pierna y Golpe en Base de Ala. Con el 80% de la incidencia total de defectos causada por el 36% de los defectos. Aunque la interpretación del diagrama de Pareto es fácil, es necesario considerar factores adicionales, tales como, en este caso, las operaciones anteriores a la llegada en la planta, como lo es la carga y enjaule.

En cuanto al Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF) se encontró que las áreas prioritarias para trabajar son:

1. Descarga de Aves.
2. Colgado.
3. Desplume.
4. Inspección y Remoción Final de Plumas.
5. Selección de Primeras y Segundas.

En estas áreas se realizaron acciones de mantenimiento, se elaboró una hoja de verificación para antes de iniciar el proceso y revisar las variables importantes de operación.

### **Anexos**

Formato AMEF (Anexo 1)

Formato AMEF (Anexo 2)

### **Conclusiones**

La utilidad del estudio realizado fue que permitió atacar directamente los puntos críticos del proceso (realizando nuevas inversiones y mantenimiento a la maquinaria existente) que provocan o pueden generar una mala calidad. Las primeras acciones tomadas en el contexto del AMEF generaron una disminución de defectos como el de los golpes en cuerpo de ala, así como los golpes en la base de ala.

Se deja para futuros estudios, incluir la operación de carga y enjaule, con el objetivo de determinar el grado de responsabilidad que tiene esta operación en los defectos de calidad que tienen los canales, seleccionados como de segunda, entregadas a los clientes y consumidores finales.

### **Referencias**

García, José Álvarez; Villa, Alonso Mercedes; Fraiz,

Brea José Antonio y Del Río, Rama María de la Cruz, (2014), Relación entre herramientas y factores críticos de la calidad. Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa No.23, pp. 82-97

Görener, Ali; Toker, Kerem, (2013)., Quality Improvement in Manufacturing Processes to Defective Products using Pareto Analysis and FMEA. Beykent University Journal of Social Sciences – BUJSS Vol. 6 No. 2, 2013 ISSN: pp.1307-5063.

Gutiérrez, Pulido Humberto (2010). Calidad total y productividad. Ed. McGraw Hill, 3era Edición.

Gutiérrez, Pulido Humberto.; De la Vara, Salazar Román (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma. Ed. McGraw Hill, 2da Edición.

Heras, Iñaki; Marimon, Frederic; Casadesús, Martí (2009), Impacto competitivo de las herramientas para la gestión de la calidad. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa. Núm. 41, diciembre 2009, págs. 007-036, ISSN: pp.1138-5758.

Ricaurte Lissette, Sandra (2005). Problemas del pollo de engorde antes y después del beneficio (pollo en canal). Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ®, ISSN pp.1695-7504, Vol. VI, nº 06, Junio /2005.