

# “Metodología para la Formación de Indicadores de Gestión en el Proceso de Faenamiento de Ganado Bovino”

M. Varas, P. Castillo S.

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, Apartado: 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

mvaras@espol.edu.ec, pcastil@espol.edu.ec

## Resumen

*Esta tesis se enfocó en el proceso de faenamiento de ganado bovino de una empresa privada, que tiene una capacidad de procesar, en promedio, de 250 reses diarias. Una empresa que afronta problemas de retrasos en la entrega de su producto final, que también presenta defectos de calidad como: contenido ruminal, hematomas, hebras, piel y otros. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto fue desarrollar una metodología para formar Indicadores de Gestión en este proceso, que permitieran mejorar la calidad sanitaria del producto, y que se recomiende para su aplicación en otros centros de faena.*

*Al realizar la evaluación de las etapas de faenamiento, utilizando un modelo de Regresión Lineal Múltiple, se descubrió que cinco etapas explican el 76% de la aparición de medias canales con defectos: Recepción, Lavado, Desollado primario, Corte de Pecho y Evisceración. Además, se identificó que el 82,37% de las medias canales presentan defectos de calidad: contenido ruminal y hematomas. Se analizaron las causas que originaron estos defectos y se procedió con la construcción de indicadores de gestión, que le permitieron a la empresa conocer el estado actual de su proceso, para aplicar acciones correctivas y, dependiendo del caso, acciones preventivas.*

**Palabras claves:** *proceso de faenamiento, ganado bovino, regresión lineal, contenido ruminal, hematomas, indicadores de gestión.*

## Abstract

*This thesis is focused on the process of slaughtering cattle used by a private company. The company has the capacity to process 250 cows as a daily average but it faces problems regarding the delivery of the final product. It also reports defects regarding quality (such as rumen contents, bruises, strands and skin, among others). Therefore, the aim of this project was to develop a methodology to form Performance Indicators for this process. These indicators will improve the health quality of the product, and could be implemented in other slaughtering centers. The evaluation of the slaughter stages was conducted using a Multiple Linear Regression Model and it showed that five of them (Reception, Lavage, Primary Skinning, Breast Cut and Evisceration) are responsible for 76% of the 'half carcasses' with defects. Furthermore, it was found that 82.37% of the 'half carcasses' have quality defects such as bruises and rumen contents. The causes of these defects were analyzed in order to begin the construction of the Performance Indicators. These indicators allowed the company to know the current status of their process, to implement corrective actions and to take preventive actions (in case they were needed).*

**Keywords:** *slaughtering process, cattle, linear regression, rumen contents, bruises, management indicators.*

## 1. Introducción

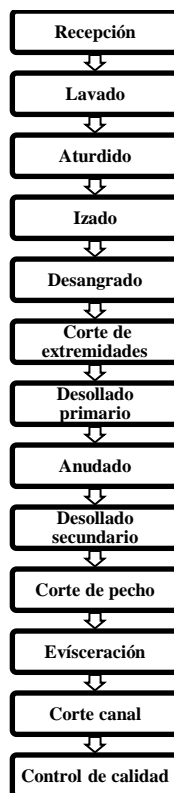
Cada día aumenta la competitividad de las empresas, cuyo enfoque es la satisfacción de los clientes, y sin lugar a duda, un producto de primera necesidad, como es la carne vacuna, requiere en su proceso productivo un sistema de calidad, que le permita lograr la satisfacción de los clientes internos como externos y mejorar la calidad sanitaria de su producto final.

Al introducir un sistema de calidad dentro de una empresa, que presenta productos con defectos de calidad y retrasos en la entrega de los mismos, se necesita evaluar las etapas de producción, determinar sus falencias y así poder tomar las acciones correctivas y acciones preventivas según sea el caso.

Es por esta razón que en la presente tesis se desarrolló una metodología que permita formar indicadores de gestión en el proceso de faenamiento bovino, para que estos sean la base de un sistema de calidad en este centro de matanza y, a la vez se pueda recomendar este procedimiento para ser aplicado en otros centros.

### 1.1. Proceso de faenamiento de ganado bovino

El proceso se esquematiza en la figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de faenamiento de ganado bovino

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1 Mediciones de Producción

Con la medición de tiempos del proceso de faenamiento, se identificó el retraso en la salida del producto final (medias canales de ganado bovino). Esta medición se realizó mediante muestras aleatorias de las reses, desde el comienzo de la faena hasta transcurrida una hora.

Para conocer la cantidad de reses que se acumulan, se realizó dos mediciones, ambas empezando por la etapa de noqueo, la primera medición llega hasta la etapa de corte de canal y la segunda medición hasta la etapa de control de calidad. Se conoce que en una hora se noquean  $41 \pm 2$  reses y partiendo de la suposición de que cada res es noqueada en un tiempo constante.

#### Tiempo de producción hasta etapa de corte de canales

El tiempo en que la primera res pasa la etapa de corte de canales es 22, 57 minutos y cada 1,46 minutos se noquea una res, se empleó la ecuación 1.

$$a_n = a_1 + (n - 1)d \quad \text{Ec. 1}$$

La res 41 pasa el corte de calidad en un tiempo de 1,35 horas, con lo cual se obtiene que en una hora desde el noqueo hasta la etapa de corte de canales se procesan 30 reses.

#### Tiempo de producción hasta etapa de control de calidad

La primera res pasa el control de calidad en 25,58 minutos y cada 3,01 minutos pasa una res esta etapa y Haciendo uso de la ecuación 2 se obtuvo el tiempo en que la res 41 noqueada pasa esta etapa.

$$a_n = a_1 + (n - 1)d' \quad \text{Ec. 2}$$

La res 41 pasa la etapa de control de calidad en 2,43 horas, de este valor se logró obtener que en una hora de trabajo, desde que las reses son noqueadas y hasta la etapa de control de calidad se procesan 17 reses.

Con esta información se conoce que la acumulación de reses entre ambas etapas es de 13 lo que equivale a 26 medias canales.

### 2.2. Evaluación de etapas y defectos de calidad

La identificación de las etapas se realizó mediante monitoreos continuos a través de los cuales se seleccionaron aquellas en las cuales ocurren los defectos de calidad.

Los defectos de calidad, en este proceso son:

Contenido Ruminal.- Manchas del contenido del estómago en diferentes zonas de las medias canales.

Hematomas.- Es una acumulación de sangre en el tejido por la rotura de los vasos sanguíneos provocado por golpes o contusiones.

Hebras.- Son los pelos del animal que se quedan pegados al musculo de la media canal.

Piel.- Restos de piel que se quedan en la media canal, debido a un mal desollado.

Otros, por lo general restos de órganos que no fueron retirados correctamente o área del musculo en condiciones de descomposición, con gusanos.

Las etapas seleccionadas fueron 8 las cuales son: recepción, lavado, corte de extremidades, desollado primario, anudado, desollado secundario, corte de pecho y evisceración.

Una vez identificadas las etapas se procedió a realizar un modelo de regresión lineal, para conocer si realmente todas estas etapas interferían en la calidad final de las medias canales de bovinos. La toma de datos, consistía en identificar la formación de defectos de calidad por cada res, esta actividad se realizó durante 120 días laborables, una hora en cada etapa del proceso seleccionada, finalizado la toma de datos en la línea de proceso, se realizaba el muestreo del producto final (60 medias canales con defectos, que es la producción que se obtiene en una hora hasta la etapa de corte de canales) y de esta forma se constituyó una matriz de 9 variables, 8 independientes (X1, X2,.....,X8) y 1 la variable dependiente (Y).

Posterior a esta actividad se emplearon las herramientas de Diagrama de Pareto y Diagrama de Ishikawa, para analizar los defectos de calidad prioritarios y conocer las causas que los originaban.

Con la información obtenida de las actividades anteriores se procedió con la formación de los indicadores de gestión.

### 3. Resultados

#### 3.1. Modelo de Regresión lineal

La regresión lineal múltiple trata de explicar el comportamiento de una variable predictiva usando una función lineal, también sirve para determinar la importancia relativa de la asociación entre la respuesta, y un predictor respecto a la asociación de ella y otro

predictor, es decir cuál de los predictores propuestos son eficaces para modelar la repuesta, y finalmente nos ayuda a determinar la posibilidad de predecir a través de una expresión muy simple el valor de respuesta a partir de los valores obtenidos (Salinas y Silva, 2007).

Al aplicar el modelo de Regresión lineal múltiple, se obtuvo como respuesta que de las 8 variables predictoras (recepción X1, lavado X2, corte de extremidades X3, desollado primario X4, anudado X5, desollado secundario X6, corte de pecho X7 y evisceración X8), solo 5 variables explicaban el comportamiento de la variable Y, debido a que su valor de significancia resulto <0,05, las variables obtenidas fueron las etapas de: recepción X1, lavado X2, desollado primario X4, corte de pecho X7, y evisceración X8. El modelo de regresión lineal se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Modelo de regresión lineal

R <sup>2</sup> Ajustado	F	df1	df2	Sig.
0,765	78,61	5	114	2,611E-35

En esta tabla se puede observar que el coeficiente de determinación, es de 0,76. Esto quiere decir que el comportamiento de la variable dependiente, canales con defectos, se explica en un 76%.

A través del análisis estadístico se determinaron los coeficientes de las variables predictoras, estableciéndose la ecuación 3.

$$Y = -1,64 + 0,204 X1 + 0,191 X2 + 0,132 X4 + 0,217 X7 + 0,205 X8 \quad \text{Ec. 3}$$

Esta ecuación tiene carácter predictivo la cual sirve para cuantificar la cantidad de medias canales que presentarán defectos de calidad.

La representación de esta ecuación se lo puede observar en la figura 1, en la cual la representación de los puntos forma una línea diagonal.

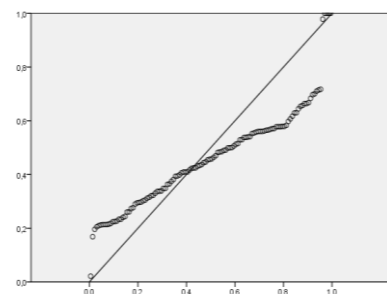
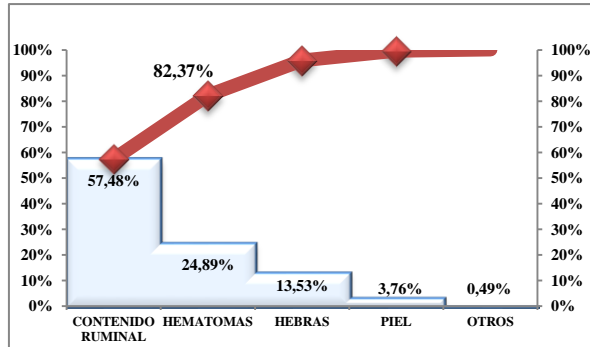


Figura 2. Gráfico de distribución normal de regresión de los residuos estandarizados.

### 3.2. Análisis de defectos de calidad

Este análisis consistió en utilizar como herramienta el Diagrama de Pareto, identificándose los defectos prioritarios en el proceso de faenamiento de ganado bovino.



**Figura 3.** Diagrama de Pareto de los defectos encontrados en las medias canales de ganado bovino.

Como se puede observar en la figura 3, los dos primeros tipos de defectos se presentan en el 82,37% de las medias canales, estos son los defectos contenido ruminal y hematomas.

Por el Principio de Pareto, se puede concluir que la mayor parte de los defectos encontrados en las medias canales de ganado bovino, pertenecen sólo a 2 tipos, de manera que si se eliminan las causas que los provocan, mejoraría la calidad del producto final.

Una vez identificados los puntos prioritarios se procedió a realizar el análisis de causas que los provocan utilizando el Diagrama de Ishikawa. Las causas seleccionadas son aquellas que entran en la posibilidad de la medición.

Para el defecto Hematomas, el cual se produce en la etapa de Recepción debido a que el animal debe encontrarse en pie. Se determinó que las causas que originan estos golpes en las reses son: uso de cuchillos, chairas, palos y torceduras de rabo para arrear el ganado, hacinamiento en los corrales y falta de segregación de géneros.

Para el defecto Contenido Ruminal, se consideraron 4 de las etapas obtenidas en el modelo de regresión lineal: lavado, desollado primario, corte de pecho y evisceración. Las causas que originan este defecto son:

En la etapa de lavado, no se realiza el lavado a todo el ganado.

Desollado primario, esta operación se realiza manualmente, y el músculo del animal entra en contacto con superficies contaminadas (cuchillos y guantes).

Corte de pecho, fallas en la manipulación, al realizar la separación del esófago y tráquea de la res, el contenido ruminal que se encuentra en el esófago se riega en el músculo.

Evisceración, corte de estómagos e intestinos de forma accidental en el momento de removerlos.

### 3.3. Indicadores de Gestión

En base a las causas encontradas a través del Diagrama Ishikawa, se procedió a formar los indicadores de gestión los cuales se sintetizan en la tabla 2.

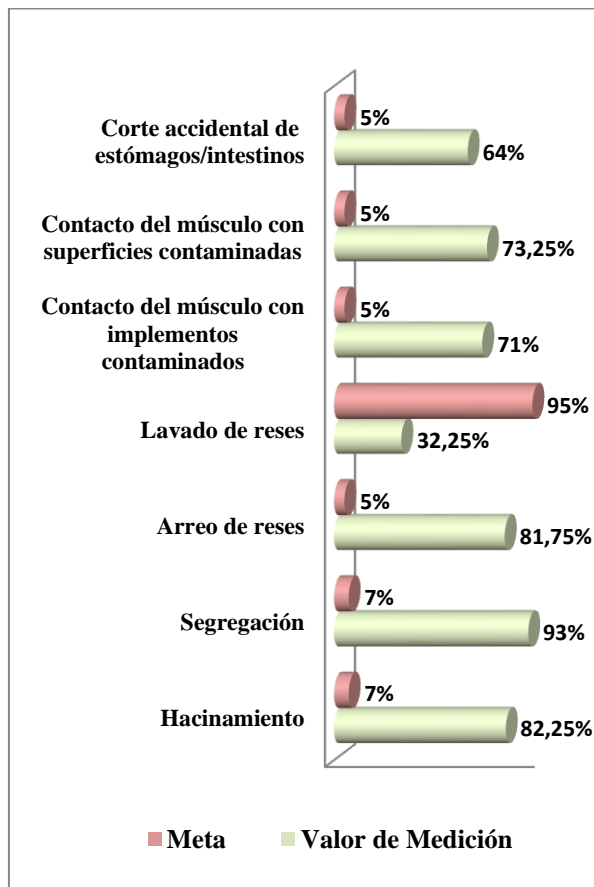
**Tabla 2.** Indicadores de Gestión

Indicador	Etapas	Variables	Fórmula de medición	Meta
Hacinamiento	Recepción	Si: corral excedido (1) No: Corral con # adecuado de reses (0)	$(\# \text{ de corrales que presentaron hacinamiento} / \# \text{ total de corrales}) * 100\%$	7%
Segregación	Recepción	Si: Corral con géneros mezclados (1) No: Corral con reses de un solo género (0)	$(\# \text{ de corrales con géneros mezclados} / \# \text{ total de corrales}) * 100\%$	7%
Arreo de reses	Recepción	Si: Presencia de maltrato (1) No: Ausencia de maltrato (0)	$(\# \text{ de animales maltratados} / \# \text{ total de animales muestreados}) * 100\%$	5%
Lavado de reses	Lavado	Si: Res lavada (1) No: Res no lavada (0)	$(\# \text{ de ganado lavado} / \# \text{ total de ganado muestreado}) * 100\%$	95%
Contacto del músculo con implementos contaminados	Desollado Primario	Si: Contacto (1) No: Sin contacto (0)	$(\# \text{ de G y CT en contacto con implementos sucios} / \# \text{ total de animales muestreados}) * 100\%$	5%
Contacto del músculo con superficies contaminadas	Corte de Pecho	Si: Contacto (1) No: Sin Contacto (0)	$(\# \text{ de reses en contacto con esófagos con CR} / \# \text{ total de animales muestreados}) * 100\%$	5%
Corte accidental de estómagos/ intestinos	Evisceración	Si: Corte accidental (1) No: Sin corte accidental (0)	$(\# \text{ de cortes accidentales} / \# \text{ de reses muestreadas}) * 100\%$	5%

<sup>1</sup> Simbología y abreviaturas empleadas en las fórmulas de medición

<sup>1</sup> #: número, G: garrones, CT: cuarto trasero y CR: contenido ruminal

Se realizaron las mediciones con los distintos indicadores para así conocer la situación actual de la empresa.



**Figura 4.** Resultados de mediciones de Indicadores de Gestión.

Como se puede observar en la figura 4, las mediciones distan de las metas, por lo cual dentro de esta empresa deberán tomarse las acciones correctivas y preventivas para alcanzar estos planteamientos, y a la vez realizar análisis mensuales de su situación, para en caso de ser necesario cambiar las metas.

#### 4. Conclusiones y Recomendaciones

##### Conclusiones

- Se concluye que la metodología obtenida para formar los indicadores de gestión en este trabajo, consistió en: observación e identificación de etapas del proceso, toma de datos, aplicación de modelo de Regresión Lineal, análisis de defectos a través de: diagramas de Pareto y Causa-Efecto, y formación de los indicadores de gestión.

- Las etapas del proceso de faenamiento de ganado bovino, en las que se determinó que ocurrían los defectos de calidad, que se presentaban en el producto final fueron: Recepción, Lavado, Corte de extremidades, Desollado primario, Anudado, Desollado secundario, Corte de pecho y Evisceración.
- De acuerdo al análisis de Regresión Lineal, se obtuvieron que de las 8 etapas observadas, correspondiente a las 8 variables independientes, solo 5 explican el comportamiento de la variable dependiente, medias canales con defectos, y estas son: Recepción, Lavado, Desollado Primario, Corte de Pecho y Evisceración. El porcentaje de explicación fue del 76%.
- Mediante el Diagrama de Pareto, se determinó que el 80% de los defectos de calidad encontrados en las medias canales, correspondían a contenido ruminal y hematomas. Aplicando el Diagrama de Causa-Efecto, se logró identificar las causas medibles, que ocasionan estos defectos de calidad.
- Al analizar las mediciones de los indicadores de gestión se concluyó que unos de los principales problemas es la falta de capacitación del personal tanto en normas de buenas prácticas de manufactura como las de bienestar animal.
- Dentro de una industria, cualquiera que sea su naturaleza, se requiere capacitar al personal continuamente, para desarrollar un compromiso entre el operario y la empresa y, poder implementar un sistema de calidad que cuyo fin sea la satisfacción del cliente.

##### Recomendaciones

- Este trabajo de desarrollo e investigación, sirve como soporte para que otros centros de faenamiento, puedan desarrollar sus propios indicadores de gestión de acuerdo al proceso establecido, creando un sistema de calidad, que les permitan mejorar sus servicios, controlar sus procesos y entregar productos con condiciones sanitarias adecuadas.
- Para realizar la toma de datos en los puestos de faenamiento se deben tomar medidas de seguridad y, usar equipos de protección personal (casco, mascarilla, mandil, cofia y guantes), para salvaguardar la integridad personal y la sanitaria del producto.

- Al realizar la toma de datos en las etapas del proceso de faenamiento de ganado bovino, es necesario establecer el tiempo en que se desarrollará esta actividad, el mismo que deberá ser igual para cada etapa.

## 5. Bibliografía

- (1) SGS, Société Générale de Surveillance, 2012. Modulo 1, Cultura de la Calidad.
- (2) INEN, NTE 1218 (1985). Carne y productos cárnicos. Faenamiento, segunda revisión, Quito-Ecuador.
- (3) López Vázquez, R. y Casp Vanclocha, A. (2004). Tecnología de Mataderos, Madrid-España: Mundi Prensa, Pág. 91, 99, 115 y 132.
- (4) Moreno García, B. (2006). Higiene e Inspección de carnes: Procedimientos recomendados e interpretación de la normativa legal, segunda edición, España: Diaz de Santos, Pág. 182 y 191.
- (5) INEN, NTE 2346 (2010). Carne y menudencias de animales de abasto. Requisitos, primera revisión, Quito-Ecuador.
- (6) Salinas, M. y Silva C. (2007). Modelos de Regresión y Correlación, Regresión Lineal Múltiple. Chile: Revista Ciencia&Trabajo, Pág. 39, 40 y 41.
- (7) Soriano, C. (2011). Calidad Total: Instrumentos y Herramientas para su Implementación, Italia: Recursos de gestión para PyMes. Pág. 63.
- (8) Talavera Plegezuelos, C. (2011). gestión de la Calidad: Herramientas y Métodos de Mejora. Cordoba-Argentina: Unión Iboamericana de Municipalidades.
- (9) FAO/OMS (2007). Manual Buenas Prácticas para la Industria de la Carne, Sección 5: Transporte de animales al sacrificio. Roma.
- (10) FAO (1999). Directrices para el Manejo, Transporte y Sacrificio Humanitario del ganado. Capítulo 5: Manejo del ganado, Tabla 1. Espacio de la superficie (m<sup>2</sup>) requerido por cabeza según la especie.
- (11) Guía para el Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores, (2005), Colombia: DANE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- (12) Guía metodológica para la formación de indicadores de gestión, (2009). Bogotá-Colombia: Departamento Nacional de Planeación.