



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN ALIMENTOS
BALANCEADOS PELLETIZADOS PARA AVES, MEDIANTE EL
MÉTODO DE RUTA DE LA CALIDAD**



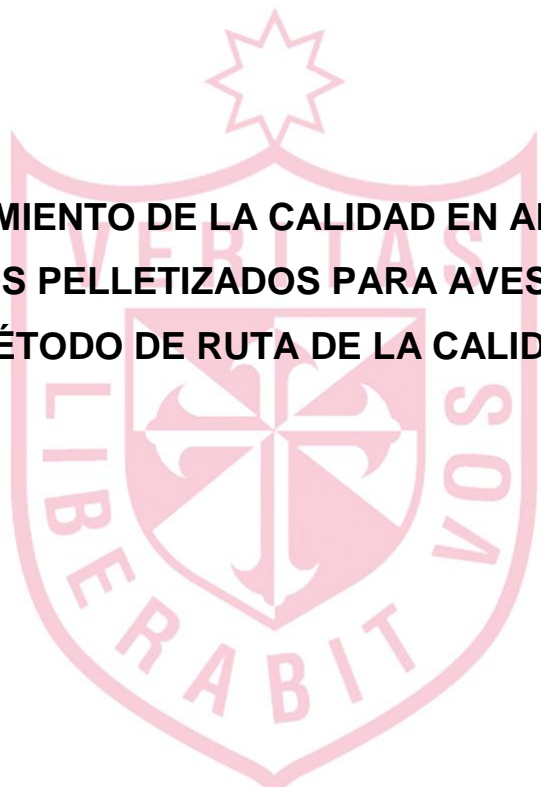
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADA POR

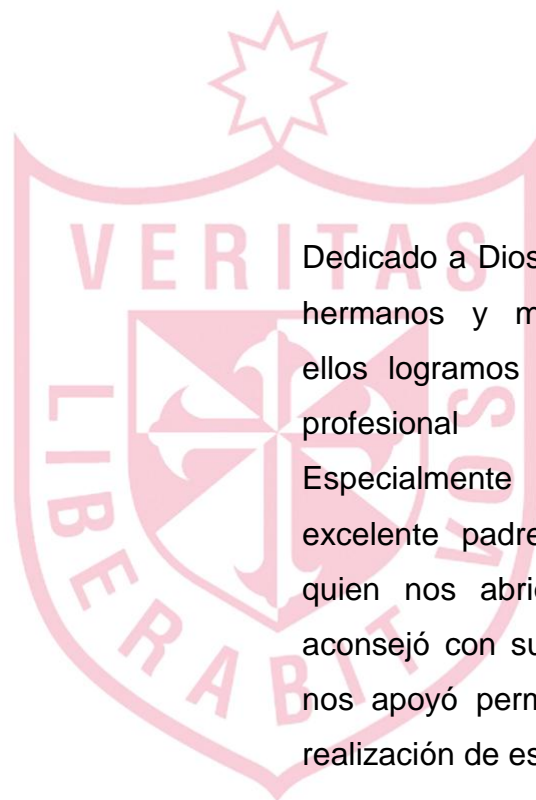
**CANO SOLANO, CARLO MARIO
NOÉL DIESTRO, MAX GIANFRANCO**

LIMA-PERÚ

2013



**MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN ALIMENTOS
BALANCEADOS PELLETIZADOS PARA AVES, MEDIANTE EL
MÉTODO DE RUTA DE LA CALIDAD**



Dedicado a Dios, a nuestros padres, hermanos y maestros, gracias a ellos logramos culminar este logro profesional y personal. Especialmente a César Cano, excelente padre, amigo y mentor, quien nos abrió las puertas, nos aconsejó con su gran experiencia y nos apoyó permanentemente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Diagnóstico.....	11
1.3 Definición del problema.....	29
1.4 Objetivos.....	29
1.5 Justificación.....	30
1.6 Limitaciones.....	31
1.7 Viabilidad.....	32
CAPÍTULO II.....	33
MARCO TEÓRICO.....	33
2.1 Calidad.....	33
2.2 Control de procesos.....	34
2.3 Mejora de procesos.....	35
2.4 Estandarización.....	35
2.5 Círculos de Calidad.....	36
2.6 Metodologías de solución de problemas.....	37
2.7 Las 7 herramientas básicas de la calidad.....	45
2.8 Herramienta 5W2H.....	46

2.9	Transformación de Datos Box-Cox.....	47
2.10	Diseño de experimentos.....	48
2.11	Datos generales de la industria avícola.....	48
2.12	Información técnica de alimentos balanceados para aves	50
CAPÍTULO III.....		56
METODOLOGÍA.....		56
3.1	Definir el proyecto.....	56
3.2	Evaluar la situación actual.....	57
3.3	Analizar el problema.....	58
3.4	Determinar e implantar las acciones correctivas.....	58
3.5	Valorar los resultados obtenidos.....	59
3.6	Estandarizar.....	60
3.7	Planificar las acciones futuras.....	61
CAPÍTULO IV.....		62
DESARROLLO DEL PROYECTO.....		62
4.1	Definición del proyecto.....	62
4.2	Evaluación de la situación inicial.....	72
4.3	Análisis del problema.....	82
4.4	Determinación de las acciones correctivas.....	86
4.5	Implementación de acciones correctivas.....	98
4.6	Valoración de los resultados obtenidos.....	128
4.7	Estandarización.....	136
4.8	Planificación de futuras acciones.....	141
CAPÍTULO V.....		147
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....		147
5.1	Inversión del proyecto.....	147
5.2	Determinación de las utilidades marginales.....	147
5.3	Flujo de caja proyectado.....	152
5.4	Evaluación económica.....	155
CONCLUSIONES.....		157
RECOMENDACIONES.....		160
FUENTES DE INFORMACIÓN.....		162
ANEXOS.....		164

RESUMEN

Esta tesis promueve el ahorro en el costo de producción de alimentos balanceados pelletizados en la industria avícola, a través del mejoramiento de las características físicas del producto. La metodología empleada fue la Ruta de la Calidad, para identificar y corregir las causas raíces, así como para reducir los costos de mala calidad. La realización del proyecto implicó investigación permanente de las especificaciones nacionales para alimentos comerciales y de las buenas prácticas de manufactura internacionales, para evaluar y controlar las propiedades principales del alimento balanceado, y por tanto reducir el factor de conversión alimenticia (FCA).

La problemática de este proyecto se analizó en base a las operaciones diarias de la empresa en estudio, al conocimiento del desempeño real del sector avícola y a la experiencia en aplicación de herramientas de la calidad. Asimismo, el objetivo general de este proyecto consiste en mejorar la calidad de presentación de los alimentos balanceados pelletizados para la reducción de costos de NUTRIGOLD S.A.C. Por otro lado, puesta en práctica la hipótesis de solución, se lograron mejoras significativas en los indicadores de granulometría a partir de la estandarización de los procesos productivos y de apoyo.

ABSTRACT

This thesis promotes savings in the cost of production of pelleted feed in the poultry industry by improving the physical characteristics of the product. QC Story methodology was used to identify and correct root causes and to reduce poor quality costs as well. The development of this project involved permanent research on national specifications of commercial feed and international good manufacturing practices to assess and control the main properties of the product, thus reducing feed conversion ratio (FCR).

On the one hand, the problem was based on daily operations of the company, the knowledge of the real performance of the poultry sector and the experience in application of quality tools. In addition, the aim of the project is to improve the quality of presentation of pelleted feed to reduce the costs of NUTRIGOLD S.A.C. On the other hand, after implementing the hypothesis of solution, significant improvements in output indicators are achieved because of the standardization of production and support processes.

INTRODUCCIÓN

Como antecedentes de este proyecto se ha investigado el *modus operandi* de las industrias del sector avícola, las especificaciones técnicas de los alimentos balanceados para aves según la Norma Técnica Peruana NTP 209.110:1981 – INDECOPI y la data histórica de la empresa sobre los indicadores a analizar en la tesis.

Esta tesis promueve el ahorro en el costo de producción de alimentos balanceados pelletizados, a través del mejoramiento de las características físicas del producto. Para ello se emplean diferentes herramientas estadísticas y de análisis de datos, enmarcadas dentro de una metodología de mejora de la calidad.

La problemática de este proyecto indica que la alimentación en los pollos de carne es fundamental, pues constituye un 50 a 70% del costo de producción de los mismos como mínimo. Es por esto que se justifica el desarrollo de este proyecto, el cual, además del ahorro de costos que implicaría, también busca fomentar la participación del personal de toda la empresa en la mejora continua de sus actividades.

Asimismo, es oportuno mencionar que el objetivo general de este proyecto consiste en mejorar la calidad de presentación de los alimentos balanceados pelletizados para la reducción de costos de NUTRIGOLD S.A.C. Los objetivos específicos se encuentran enmarcados dentro del

propósito general y son: diagnosticar el estado actual de la planta de producción en estudio; determinar la relevancia de análisis del problema seleccionado; establecer las limitaciones para el desarrollo del proyecto; determinar la metodología de trabajo que mejor se ajuste a la situación; organizar un plan de trabajo para la consecución del objetivo general; evaluar las condiciones críticas de la producción y del producto en estudio; determinar las principales causas del problema; planificar las medidas necesarias para atacar las causas del problema; estimar los costos del plan de implementación de acciones correctivas; implementar las medidas correctivas apropiadas; cuantificar la reducción de costos alcanzada por el proyecto; determinar la viabilidad económica del proyecto; y planificar futuros proyectos de mejora en la empresa.

En lo referente a la hipótesis se plantea el uso de la metodología de la Ruta de la Calidad para contribuir en la mejora de la producción de alimentos balanceados. Dicha metodología ha probado ser exitosa porque proporciona directrices fáciles de seguir por los participantes del proyecto.

Por otro lado, este proyecto tuvo como limitaciones las siguientes: el estudio de las condiciones de materias primas; la posibilidad de inversión en nuevas maquinarias; y el estudio de la parte nutricional en la elaboración del alimento balanceado. Un alcance acerca de este proyecto está en el hecho que su implementación puede replicarse en las plantas de producción de cualquier empresa del sector, ya que se plantean mejoras en procesos generales de elaboración de alimentos balanceados.

Finalmente, la estructura de la tesis denominada “Mejoramiento de la Calidad en Alimentos Balanceados Pelletizados para Aves, Mediante el Método de la Ruta de la Calidad”, se presenta a continuación: en el Capítulo I se plantea la problemática de la tesis en estudio, mientras que en el Capítulo II se plasma el marco teórico de la tesis. Asimismo, el Capítulo III describe los pasos de la metodología empleada en el desarrollo de esta tesis, mientras que el Capítulo IV muestra la aplicación de la metodología, y el Capítulo V abarca la evaluación económica del proyecto.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

Para explicar el propósito de la elaboración de esta tesis es necesario, en primera instancia, definir los siguientes puntos: la descripción general de la empresa, el proceso productivo de alimentos balanceados, los insumos utilizados, los productos elaborados y el mercado al cual está dirigido NUTRIGOLD S.A.C.

1.1.1 Descripción general de la empresa

NUTRIGOLD S.A.C. es una empresa avícola fundada en el año 2006. Se dedica a la crianza y comercialización de pollos de engorde para su venta en pie (en granja), y además, cubre toda la cadena de producción avícola. Para ello cuenta con una granja de gallinas reproductoras, una planta de incubación de huevos fértiles, una planta de producción de alimentos balanceados para aves y 22 granjas de pollos ubicadas en los departamentos de Lima (zona sur) e Ica (zona norte). Los galpones de aves están localizados en las provincias de Cañete y Chincha, donde la mayor parte de las granjas está en el distrito de Quilmaná.

Su capacidad de crianza promedio es de 2'000,000 pollos mensuales, por lo que produce aproximadamente 7,000 toneladas de alimento balanceado mensual para alimentar a sus aves.

Además cuenta con una capacidad de incubación de 125,000 huevos fértiles semanales, que se convertirán en pollos de engorde.

La empresa también cuenta con 350 trabajadores, y tiene una venta mensual promedio de 1'200,000 pollos. En el organigrama general de NUTRIGOLD S.A.C. se identifica la estructura de la empresa y la interacción entre los niveles que la conforman, notando que la Planta de Alimentos Balanceados (AA.BB.) se encuentra dentro de la Gerencia de Operaciones.

1.1.2 Proceso productivo de alimentos balanceados

El proceso operativo de NUTRIGOLD S.A.C involucra varias fases relacionadas a cada una de las etapas de la cadena productiva del pollo de engorde, como se observa a continuación.

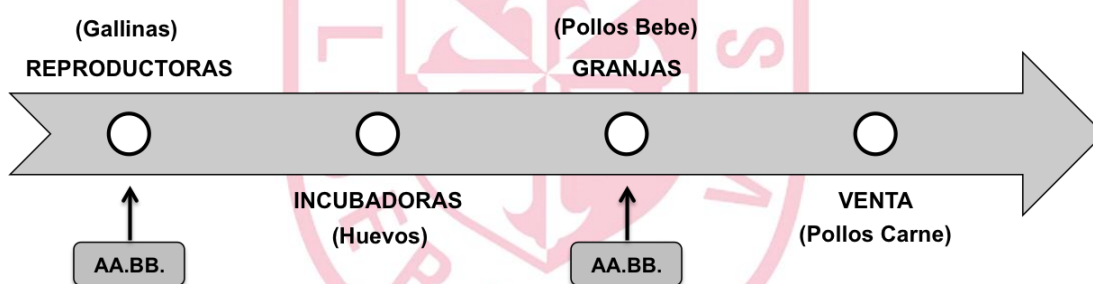


Figura 1 - Diagrama general de operaciones de NUTRIGOLD S.A.C.

Elaborado por los autores

En primer lugar se encuentra la crianza de las gallinas reproductoras en galpones, de las cuales se obtienen los huevos fértiles. Estos son seleccionados y llevados a la planta de incubación, donde permanecerán alrededor de 21 días en las máquinas incubadoras. Luego de estos 21 días nacen los pollos bebé, quienes serán trasladados a las granjas y cargados en los galpones para su crianza y alimentación. Transcurridos 45 días en promedio estos son clasificados. Los pollos de engorde seleccionados son vendidos en los centros de acopio de Lima, y es allí donde finaliza el proceso de operaciones de la empresa.

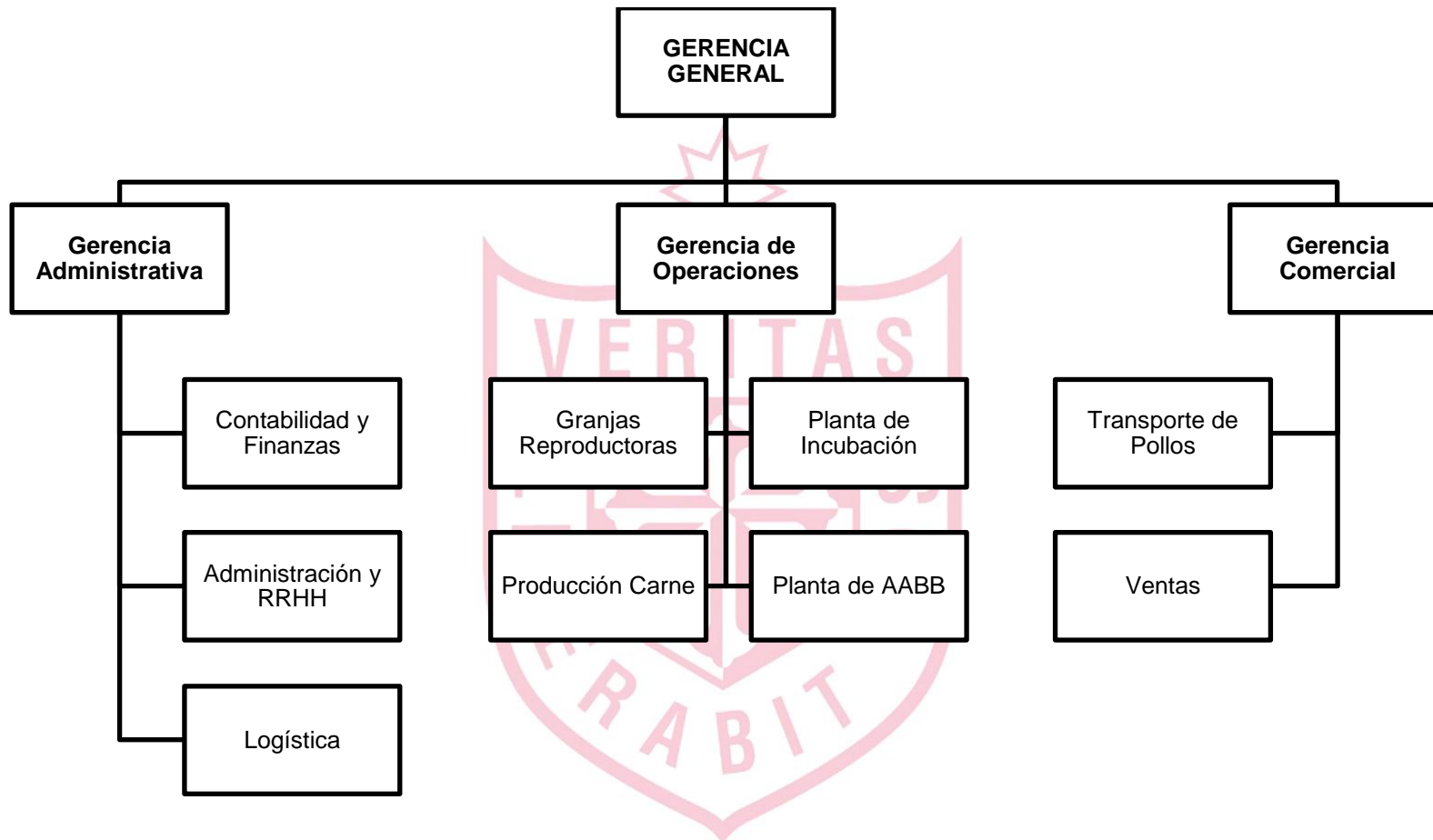


Figura 2 - Organigrama general de NUTRIGOLD S.A.C.

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

La producción de alimento balanceado en NUTRIGOLD S.A.C. se realiza en forma exclusiva para alimentar a los pollos y a las gallinas reproductoras que cría la misma empresa. No se produce alimento con motivos comerciales. Esta producción se realiza exclusivamente en la planta de alimentos balanceados en estudio.

El proceso de producción de alimentos balanceados comienza con la recepción de los insumos en la planta, donde luego de pasar por un control de calidad son almacenados en silos. Seguidamente, los insumos en granos son molidos para uniformizar la granulometría del alimento a ser producido. En esta parte se realiza un control para asegurar que los insumos no sean muy gruesos, pues esto podría afectar directamente a la calidad del alimento final.

Después, de acuerdo a la fórmula establecida para la producción diaria, se procede a dosificar cada uno de los insumos empleados, con el fin de obtener un alimento balanceado adecuado para el pollo. Esta fórmula varía dependiendo del tipo de alimento a elaborar, la economía y disponibilidad de los insumos.

Una vez dosificadas las cantidades de insumos requeridas se procede a combinarlos en la mezcladora de tipo horizontal de paletas y cintas. Esto busca uniformizar el contenido de la máquina. Luego los insumos mezclados pasan a una de las dos etapas siguientes, de acuerdo al tipo de alimento final que se quiera obtener: alimento balanceado pelletizado o alimento balanceado en polvo.

a) Alimento balanceado pelletizado

Los insumos mezclados pasan por un proceso de pelletizado (formación de cápsulas) en una máquina especial. El funcionamiento correcto de la misma es esencial para la obtención de la forma característica de este tipo de alimento. Con adición de vapor se cocinan los insumos. Luego son prensados y se forman los pellets. Seguidamente, dado que los

pellets se encuentran aún calientes, pasan por un proceso de reducción de temperatura en una máquina enfriadora.

Finalmente, los pellets se clasifican siendo zarandeados de tal forma que los residuos de polvo y pellets partidos son devueltos a la zona de pelletizado para ser reprocesados. Los pellets que pasan satisfactoriamente esta clasificación son descargados en tolvas, donde se almacenarán hasta el proceso final de ensacado.

b) Alimento balanceado en polvo

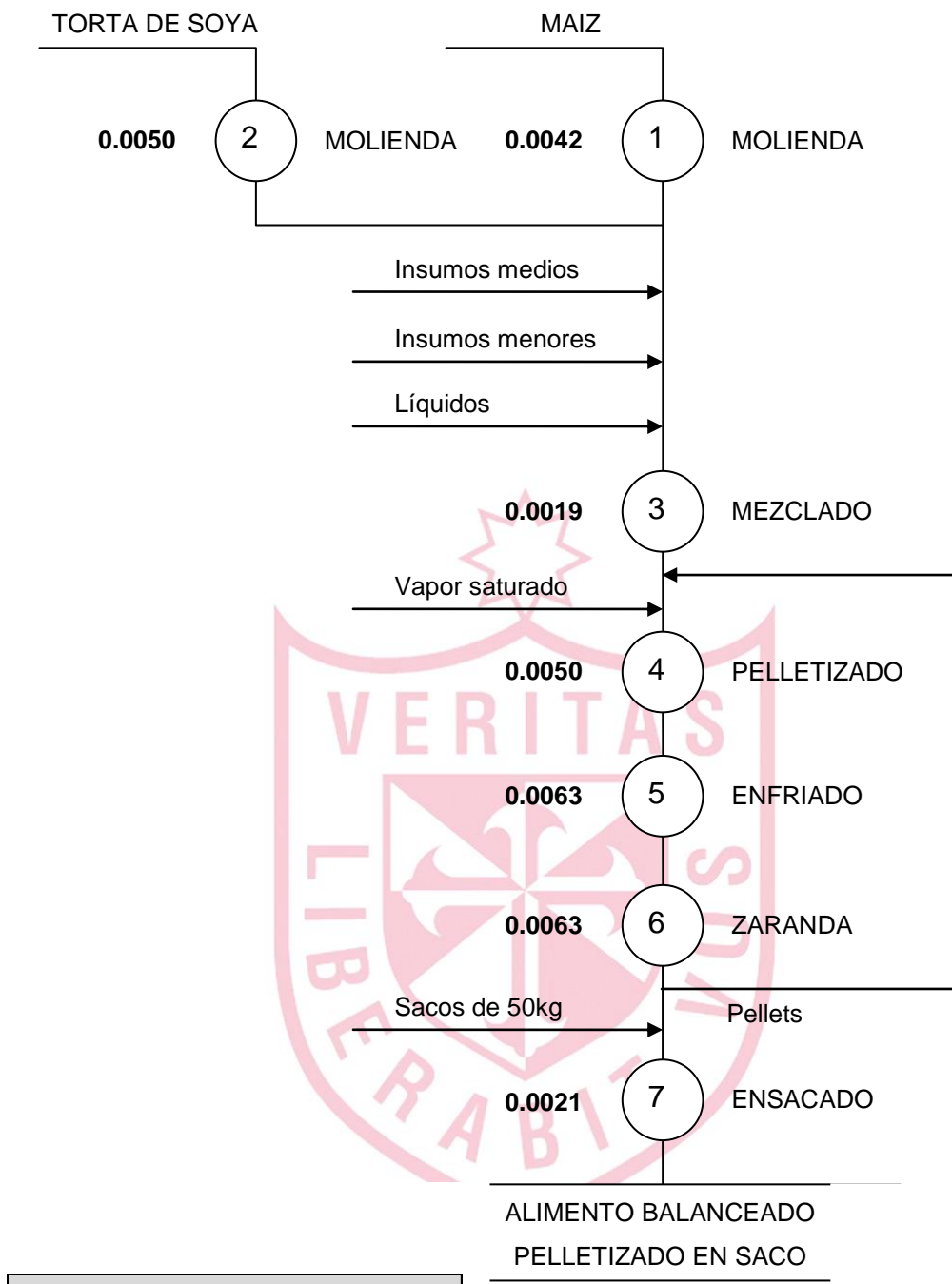
Los insumos mezclados para este alimento se almacenan directamente en tolvas para su posterior ensacado. Una vez que el alimento está preparado, es ensacado en bolsas de 50 kg. Estos sacos son pesados en balanzas estacionarias, como una forma de control para asegurar que se está entregando la cantidad exacta de alimento. A continuación, pasan al almacén para su posterior distribución en las granjas de pollos y gallinas de NUTRIGOLD S.A.C.

Se debe resaltar que en cada una de las fases del proceso productivo sería recomendable realizar un control que asegure los buenos resultados del producto ensacado, pero en realidad solo hay un control del alimento terminado.

En las siguientes hojas se muestran los diagramas de operaciones del proceso de producción de alimentos pelletizados y en polvo. Estos diagramas indican los ratios (en horas por unidad de medida) incurridos para la producción de un saco de 50kg de alimento balanceado.

1.1.3 Insumos utilizados

Hay dos insumos esencialmente requeridos en la elaboración de alimentos balanceados: el maíz y la torta de soya. En párrafos posteriores se describen los insumos utilizados y las proporciones promedio requeridas en cada tipo de alimento.



RESUMEN	
Operaciones	7
Inspecciones	0
TOTAL	7

Figura 3 - Diagrama de operaciones del proceso productivo de alimentos balanceados pelletizados
 Elaborado por los autores

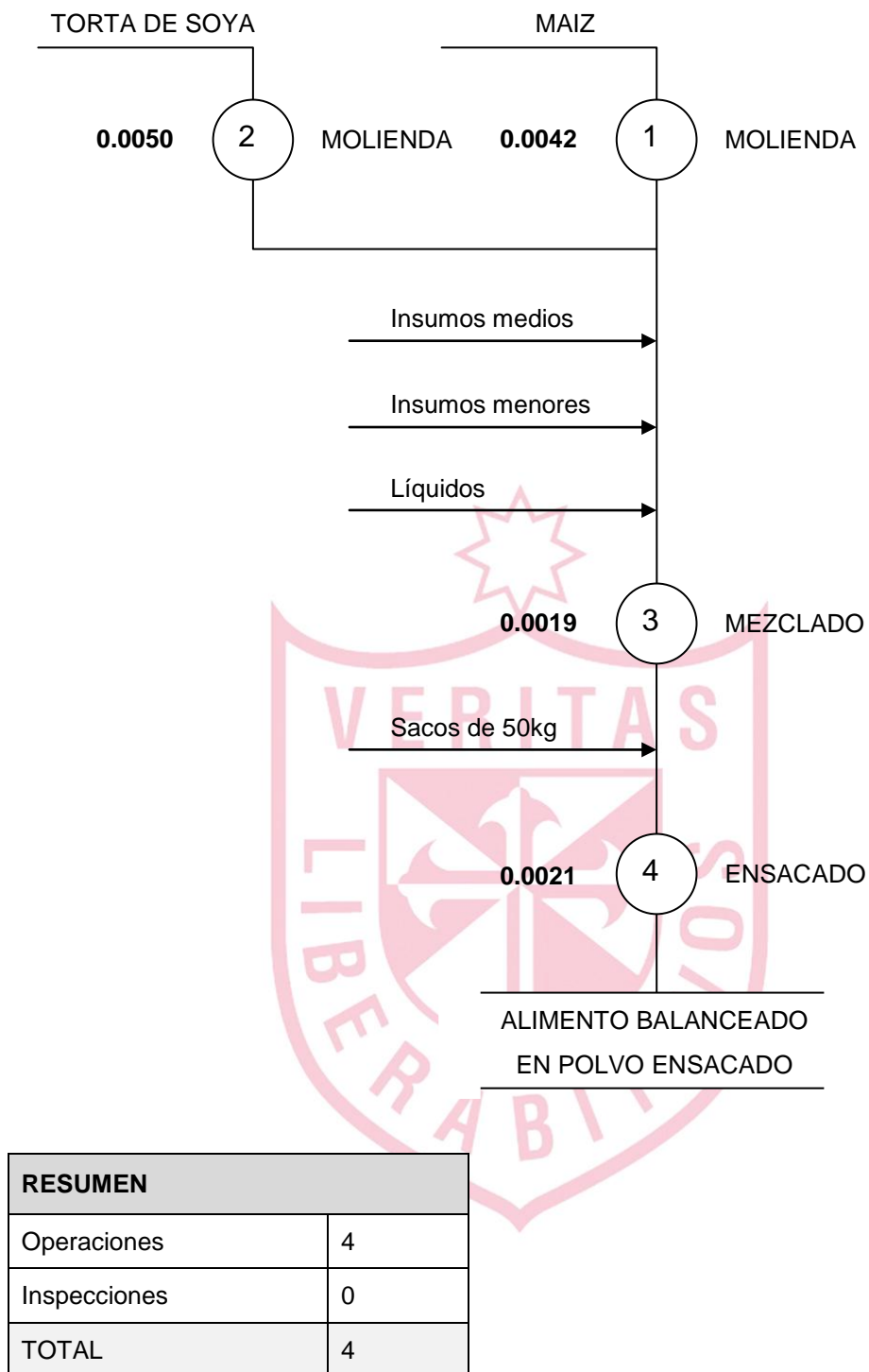


Figura 4 - Diagrama de operaciones del proceso productivo de alimentos balanceados en polvo

Elaborado por los autores

a) Insumos principales

Estos son los de mayor proporción dentro de la composición de los alimentos balanceados, y principalmente son el maíz (nacional e importado) y la torta de soya (paraguaya, argentina, boliviana y americana). Estos dos insumos conforman el 65% y 25%, respectivamente, del producto final. Otros macro-insumos son la soya integral (fuente de aminoácidos, energía y grasa), harina de pescado (fuente de proteínas y energía) y afrecho.

b) Insumos medios y menores

En general son los minerales necesarios para la alimentación de los pollos de engorde, así como micro-insumos muy importantes para el desarrollo y supervivencia de estas aves.

Entre los principales minerales tenemos el carbonato de calcio (fino y granulado), el cual es primordial para la fortaleza de las aves. También tenemos a la bentonita, la cual se usa para eliminar toxinas del alimento. Por último se tienen al fosfato bicálcico y al tricalfos, los cuales son fuentes concentradas de calcio y fósforo.

Dentro de los microinsumos o insumos menores, tenemos los componentes más relevantes para el cuidado del pollo. En esta parte se encuentran las vitaminas y medicinas, las cuales promueven el crecimiento de las aves, así como inhiben de parásitos al pollo.

También tenemos aditivos como la metionina, lisina y treonina, aminoácidos esenciales en la dieta de los pollos de carne. Cabe resaltar que la presencia de los micro-insumos dentro del alimento pelletizado es importante, pues tienen desagradable sabor, pero deben ser consumidos para asegurar la supervivencia de los pollos.

c) Líquidos

Constituyen un 2% del alimento balanceado. Algunos de ellos son el aceite de soya / grasa, vespro, colina, etc. Estas proporciones no son iguales para todos los productos. La variación entre alimentos radica en

el tipo de formulación del período actual de crianza y producción, así como de la naturaleza misma del alimento balanceado.

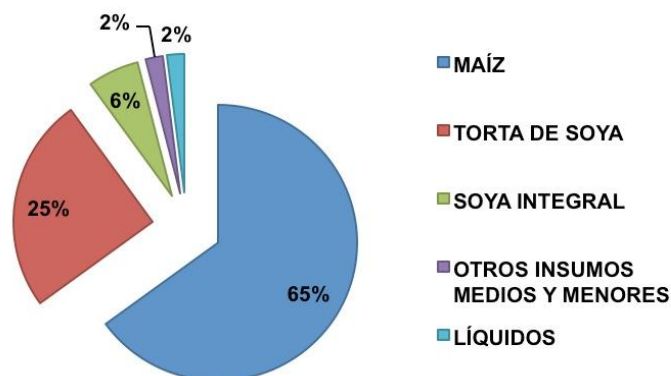


Figura 5 - Composición promedio de los alimentos balanceados

Elaborado por los autores

1.1.4 Productos elaborados

La planta en estudio se encarga de la producción de varios tipos de alimentos balanceados, especialmente elaborados para cada una de las fases de crecimiento de los pollos de engorde. A continuación, se listan los tipos de alimentos balanceados.

a) Pre-Inicio

Alimento producido para supervivencia del pollo bebé que ingresa a los galpones una vez que deja la incubadora. Se alimenta al ave con pre-inicio durante la primera semana (1 a 7 días).

b) Inicio

Alimento enfocado en el desarrollo primario del pollo, una vez que pasó la primera semana clave de supervivencia. Se provee de este alimento a las aves por un período de 12 días aproximadamente, dependiendo del desarrollo que presenten (8 a 20 días).

c) Crecimiento

Alimento complementario al anterior, con mayor carga de promotores de crecimiento para la formación y el desarrollo rápido de los pollos y aves en general. Este tipo de alimento se clasifica en dos: uno fabricado para

machos y uno para hembras. La diferencia radica en el requerimiento de peso por género. La alimentación en este punto se da hasta los 30 días.

d) Acabado

Uno de los alimentos más importantes, porque está orientado especialmente para aumentar el peso de los pollos. Se provee al pollo de este alimento hasta los 40 días. El rango de tiempo para la alimentación con este producto es en el cual los pollos tienen una mayor ganancia de peso por kilogramo de alimento suministrado. Este alimento también tiene diferencias para machos y hembras.

e) Finalizador

Producto que sirve para mantener el peso de los pollos hasta el período final de alimentación (generalmente a los 45 días). Después de ello, se da la venta de pollos. Este alimento también presenta dos variantes: finalizador para machos y finalizador para hembras.

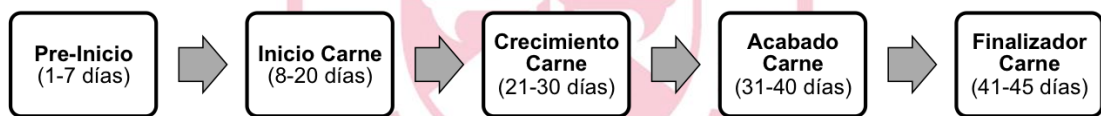


Figura 6 - Tipos de alimentos balanceados para cada fase de crecimiento de los pollos de engorde

Elaborado por los autores

1.1.5 Mercado

Las operaciones en la venta de pollos de carne por parte de la empresa NUTRIGOLD S.A.C. forman parte de un patrón que se observa en muchos de los negocios similares de crianza y venta de pollos. A continuación, se presenta una figura que grafica el mencionado proceso.

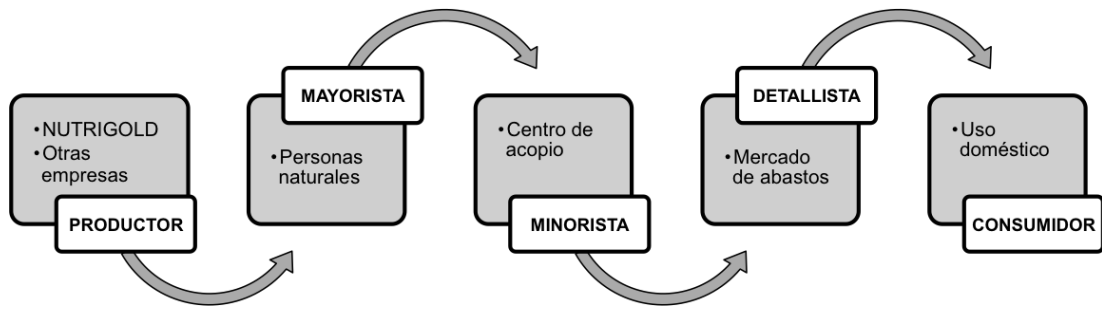


Figura 7 - Cadena de comercialización de los pollos

Elaborado por los autores

1.2 Diagnóstico

Muchas de las empresas que conforman la industria avícola preparan sus propios alimentos balanceados, porque con ello buscan minimizar los costos de producción de sus aves. Esto es usual en empresas como NUTRIGOLD S.A.C. “debido al alza en los precios de venta de alimentos balanceados en los últimos años. Por tanto, a dichas empresas no les convenía seguir comprando, sino muchas optaron por fabricarlos, previa realización de un análisis de sensibilidad”¹.

Ante esta situación, crearon sus propios departamentos para la elaboración de fórmulas adecuadas para la alimentación de sus aves, haciendo énfasis en las partes nutricionales y sobre todo, económicas.

1.2.1 Calidad de alimentos balanceados

NUTRIGOLD S.A.C. posee una planta de alimentos balanceados para suministrar los mismos a todas sus granjas de pollos de engorde y de gallinas reproductoras. Sin embargo, como muchas empresas, no llevan un adecuado control de calidad en la preparación de sus alimentos balanceados debido a los altos costos que implican los equipos necesarios, los reactivos para realizar los diversos análisis requeridos, entre otros.

¹ Vallejos, Lucy (2008). *El alza de los precios de los alimentos como factor inflacionario*. Revista Moneda (137), pp. 6-9

Podría decirse que estudios completos de la calidad de los alimentos balanceados son exclusividad de empresas reconocidas como Avinka o San Fernando, entre las más representativas del sector, que cuentan con los equipos adecuados para llevar a cabo dichas pruebas, y son más rigurosos en los resultados que se deben obtener.

En el caso de NUTRIGOLD S.A.C., se cuenta con ciertos equipos y utensilios dentro del laboratorio de control de calidad para efectuar pruebas básicas. Sin embargo, no se realiza un análisis completo de los productos elaborados por la falta de equipos, y porque resulta más económico mandar muestras a laboratorios externos para ser examinadas.

Cuando se habla de un análisis completo de los alimentos balanceados se puede hacer una clasificación de los ensayos realizados en laboratorio, de acuerdo al tipo de calidad evaluada. Así se tiene lo siguiente.

a) Calidad nutricional

Esta clasificación abarca todo lo relacionado a la composición de proteínas, aminoácidos, vitaminas, y en general, de insumos en el alimento balanceado elaborado. Al tener una buena calidad nutricional se obtendrán buenos resultados, porque se asegura que la producción cuenta con los porcentajes adecuados de nutrientes para el crecimiento y supervivencia de las aves en granja.

La calidad nutricional del alimento balanceado a elaborar dependerá de la fórmula que se haya dictaminado para su producción. Esta fórmula o “receta” es realizada por especialistas dentro de la empresa y contempla los contenidos nutricionales adecuados para una buena ganancia de peso en las aves, como también que sea lo más económica posible.

La calidad nutricional deriva, en menor proporción, del proceso productivo empleado. El análisis de nutrientes es más importante en la

producción de alimentos balanceados en polvo que en pellets. Esto se debe a que en la alimentación del primer caso, las aves escogen los insumos que tengan un sabor más agradable (la torta de soya y el maíz), y dejan de lado los insumos de menor proporción, pero de mayor importancia, como vitaminas, medicinas y promotores de crecimiento.

Si bien la parte nutricional es importante en cualquier alimento, el productor prefiere la elaboración de alimentos pelletizados, porque al producir pellets se aglomeran todos los insumos de la fórmula. Luego estos serán ingeridos por el ave cuando consuma el alimento.

Los principales ensayos realizados para verificar la calidad nutricional de los alimentos balanceados son los mostrados en la figura. Estas pruebas son de carácter obligatorio si es que los alimentos balanceados son producidos con fines comerciales.

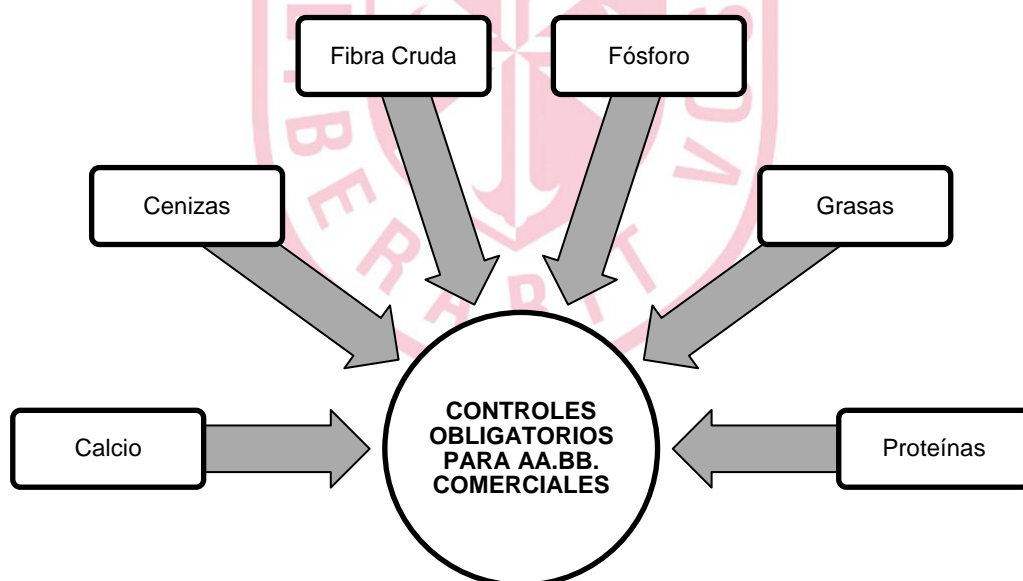


Figura 8 - Requerimientos de los alimentos balanceados comerciales

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 209.110:1981

b) Calidad de presentación

Abarca todo lo relacionado a las características físicas del producto terminado, como las dimensiones del alimento (diámetro, longitud),

granulometría (analizada con el uso de distintos tipos de mallas ordenadas), durabilidad (porcentaje del total de alimentos que no sufrieron daños durante su transporte o manipuleo), y humedad presente en el alimento balanceado (verificar que no haya un exceso de la misma, para prevenir proliferación de hongos y micotoxinas).

Al tener una adecuada calidad de presentación, el alimento balanceado es aprovechado al máximo por estar dentro de las dimensiones de producción deseables y por evitar consecuencias negativas asociadas a valores extremos.

<input type="checkbox"/> AA.BB. MUY GRANDES	<input type="checkbox"/> AA.BB. MUY PEQUEÑOS
<input type="checkbox"/> El ave no lo consume	<input type="checkbox"/> Laxitud de la molleja
<input type="checkbox"/> El ave se atraganta	<input type="checkbox"/> Trastornos digestivos

Figura 9 - Consecuencias de alimentos balanceados con dimensiones inadecuadas
Elaborado por los autores

Si se mejora la durabilidad del alimento, una mayor cantidad de alimentos pelletizados llegará en buenas condiciones para ser consumidos en las granjas. Esto reducirá el nivel de alimentos en polvo consumidos por los pollos y evitará que no consuman medicinas y vitaminas.

Una buena proporción de humedad en el alimento balanceado favorece la consistencia del pellet. Los niveles de la misma no deben ser extremos (0% y 13%) porque pueden hacer al pellet demasiado frágil para su transporte y manipuleo, como también pueden permitir el desarrollo de hongos perjudiciales en la salud de las aves.

La calidad de presentación del alimento a elaborar está determinada en gran medida por el proceso productivo existente. Si existe un buen

control del mismo, se obtendrán alimentos de dimensiones y características uniformes. En este caso las materias primas e insumos no influyen de forma significativa, a menos de que presenten una condición muy mala o tengan valores extremos de humedad.

El análisis de presentación en los productos es de mayor importancia en los alimentos pelletizados porque hay mayores criterios de control. En ellos se debe verificar la longitud de los pellets, diámetro, consistencia y resistencia para ser transportados. En cuanto al análisis de los alimentos en polvo, solo requieren un análisis de granulometría y de humedad. En la granulometría, si bien los alimentos son polvo, no deben ser demasiado finos porque pueden perjudicar la salud de los pollos.

En cuanto a la humedad de los alimentos, el trato es común en los dos tipos de presentaciones, aunque pueden diferir las tolerancias en este punto. Varían porque los alimentos en polvo no siguen el mismo proceso productivo de los alimentos pelletizados, en especial las operaciones de pelletizado y enfriado, donde se registra desviaciones en la humedad del alimento procesado.

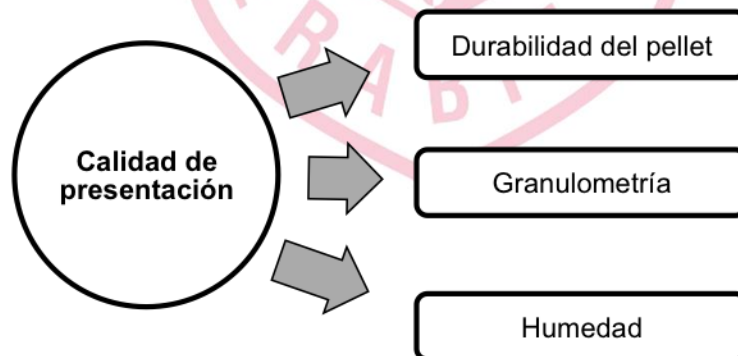


Figura 10 - Ensayos realizados sobre la presentación del alimento balanceado
Elaborado por los autores

1.2.2 Factor de conversión alimenticia

Al mantener una buena calidad en los alimentos balanceados, tanto NUTRIGOLD S.A.C. como cualquier otra

empresa del mismo rubro tendrán un impacto positivo en la crianza de sus pollos de engorde, debido a la reducción de costos en la alimentación.

El factor de conversión alimenticia (FCA o *FCR*, por sus siglas en inglés) es un ratio de medición de qué tan bien se están criando estas aves. Es la relación entre los kilogramos totales de alimento balanceado consumidos por los pollos en su crianza, respecto a los kilogramos ganados.

Haciendo uso de este factor se determinan los costos totales por kilogramo de pollo de carne vendido. Sin embargo, esta ganancia de peso se ve influenciada por diferentes variables, las cuales son descritas en la siguiente figura.

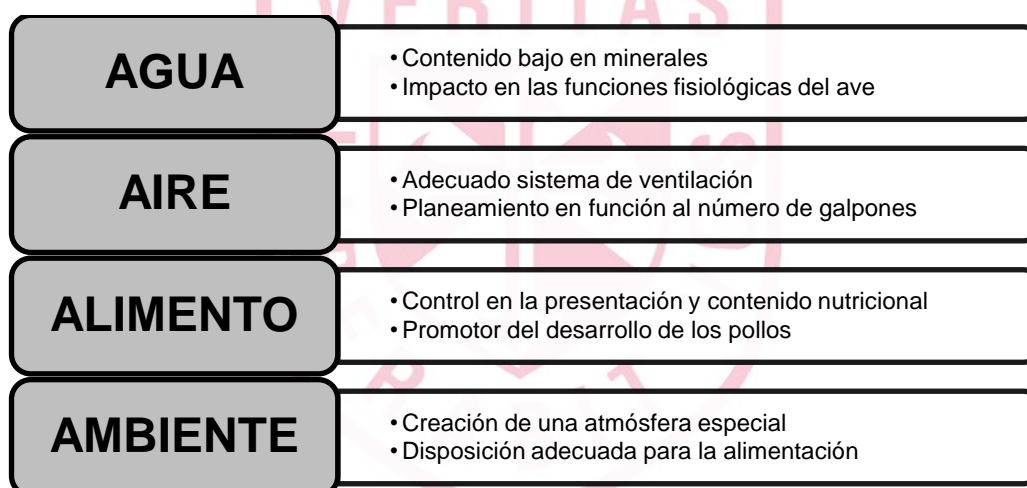


Figura 11 - Variables que determinan la conversión alimenticia

Fuente: BROILER 308 Management Manual

Al tener una mejor calidad en la producción de alimentos balanceados se obtendrá un mejor valor de dicho factor. Para ello se asume que las otras variables son constantes. NUTRIGOLD S.A.C. maneja resultados históricos sobre el factor de conversión alimenticia en cada una de sus granjas por campaña de trabajo. A continuación se presentan los resultados de las dos primeras campañas del 2010.

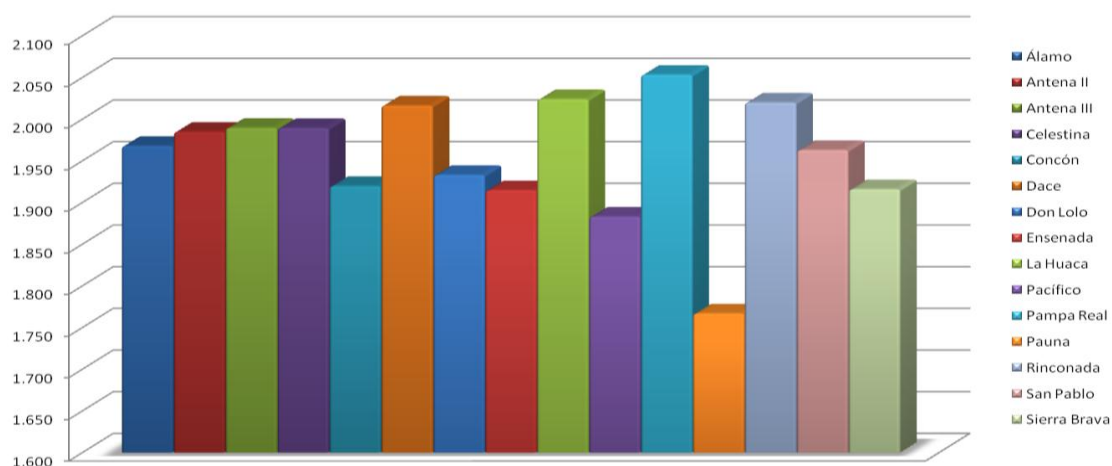


Figura 12 - Distribución del FCA en la campaña 1-2010 por granjas

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Tabla 1 - Resumen de la campaña 1-2010 por granjas

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

GRANJA	PRECIO	PESO (kg)	MORTALIDAD	FCA
Álamo	S/. 3.62	2.340	7.65%	1.968
Antena II	S/. 3.72	2.257	10.29%	1.985
Antena III	S/. 3.71	2.412	12.34%	1.990
Celestina	S/. 3.89	2.327	7.28%	1.989
Concón	S/. 3.62	2.385	6.68%	1.920
Dace	S/. 3.62	2.316	11.79%	2.016
Don Lolo	S/. 3.87	2.432	7.07%	1.933
Ensenada	S/. 3.74	2.578	7.77%	1.915
La Huaca	S/. 3.51	2.283	10.06%	2.024
Pacífico	S/. 3.74	2.449	5.65%	1.883
Pampa Real	S/. 3.54	2.324	10.55%	2.053
Pauna	S/. 2.48	2.678	2.72%	1.767
Rinconada	S/. 3.49	2.312	11.64%	2.020
San Pablo	S/. 3.65	2.386	7.25%	1.963
Sierra Brava	S/. 3.61	2.345	6.04%	1.916

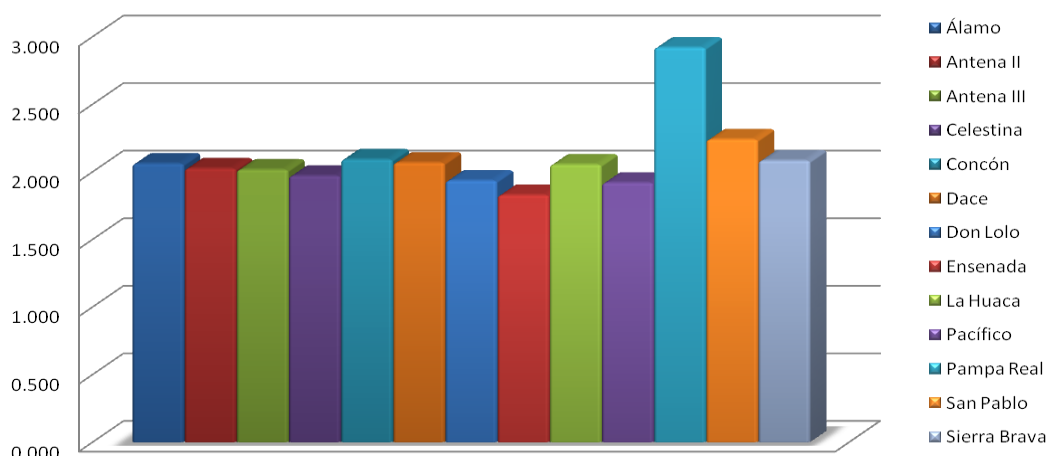


Figura 13 - Distribución del FCA en la campaña 2-2010 por granjas

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Tabla 2 - Resumen de la campaña 2-2010 por granjas

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

GRANJA	PRECIO	PESO (kg)	MORTALIDAD	FCA
Álamo	S/. 3.03	2.375	11.65%	2.062
Antena II	S/. 3.47	2.250	10.60%	2.026
Antena III	S/. 3.47	2.262	11.31%	2.018
Celestina	S/. 3.69	2.278	7.53%	1.972
Concón	S/. 3.06	2.311	13.19%	2.093
Dace	S/. 3.53	2.198	12.66%	2.069
Don Lolo	S/. 3.59	2.301	6.67%	1.937
Ensenada	S/. 3.63	2.635	4.62%	1.829
La Huaca	S/. 2.56	2.295	10.00%	2.055
Pacífico	S/. 3.58	2.454	5.23%	1.920
Pampa Real	S/. 1.73	1.783	39.21%	2.921
San Pablo	S/. 2.83	2.107	14.35%	2.241
Sierra Brava	S/. 2.86	2.275	12.66%	2.085

Los resultados mostrados son analizados cada campaña para determinar si la compañía ha logrado las utilidades planeadas, y no es así, se procede al análisis de cada uno para conocer cuál ha sido el que ha presentado la variación que ha llevado a perder dinero. Dentro de estos cuatro indicadores tenemos el precio promedio de venta de pollos, el cual fluctúa constantemente en cada granja y de forma diaria.

Tabla 3 - Resumen de las campañas 1-2010 y 2-2010

Elaborado por los autores

CAMPAÑA	PRECIO	PESO (kg)	MORTALIDAD	FCA
1 – 2010	S/. 3.59	2.388	8.32%	1.956
2 – 2010	S/. 3.16	2.271	12.28%	2.094
Promedio	S/. 3.37	2.330	10.30%	2.025

El peso promedio de los pollos vendidos también se toma en cuenta. Idealmente se debería vender un pollo macho en 3.0 kg y uno hembra en 2.5kg. El resultado de la tabla anterior combina ambos géneros. Estos indicadores pueden compararse con los resultados del Ministerio de Agricultura, donde se ven los valores promedio de Lima Metropolitana y Callao, para la comercialización de pollos en pie.

Tabla 4 - Comercialización de pollos en pie (Lima Metropolitana y Callao 2010)

Fuente: Ministerio de Agricultura – Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos

FECHA	PESO PROMEDIO (kg/unidad)	PRECIO (S/. / kg)	PRECIO MÁXIMO (S/.)	PRECIO MÍNIMO (S/.)
Enero 2010	2.52	4.91	5.40	4.65
Febrero 2010	2.51	4.66	4.90	4.55
Marzo 2010	2.56	4.63	4.95	4.00
Abril 2010	2.70	3.54	4.20	3.05

Otros dos indicadores de interés son la tasa de mortalidad y el factor de conversión alimenticia. Ambos valores se manejan de forma interna, y varían de acuerdo a la condición en las granjas.

Después de analizar los resultados del ratio FCA, se tiene un promedio de 2.025 para las dos campañas de trabajo en este año. Este valor de por sí es muy elevado, a comparación de los objetivos de desarrollo para crianza de pollos de raza ROSS (en el cual se basa la producción de la empresa).

Como se observa en la siguiente tabla, existe una gran diferencia entre los valores actuales y los ideales, trabajando con esta raza de pollos genéticamente modificados para su desarrollo rápido. Mediante el análisis de la información recogida, se detectó un incremento relevante del factor de conversión alimenticia en la última campaña, así como en la tasa de mortalidad de aves por un problema sanitario en las granjas. Este hecho es aislado y no supone un comportamiento cíclico en la producción anual de NUTRIGOLD S.A.C., como se sabe por fuentes de la misma empresa.

Tabla 5 - Desarrollo diario de los pollos ROSS (Extracto)

Fuente: ROSS 308 Broiler Performance Objectives (2007)

DIA	PESO CORPORAL (g)	GANANCIA DIARIA (g)	CONSUMO DIARIO (g)	CONSUMO ACUMULADO (g)	FCA
36	2111	90	188	3436	1.628
37	2201	90	192	3628	1.648
38	2291	90	196	3824	1.669
39	2382	91	200	4024	1.689
40	2472	90	203	4227	1.710
41	2562	90	207	4434	1.731
42	2652	90	210	4644	1.751
43	2741	89	213	4857	1.772
44	2830	89	215	5072	1.792
45	2919	89	218	5290	1.812
46	3006	87	221	5511	1.833
47	3093	87	223	5734	1.854
48	3179	86	224	5958	1.874
49	3264	85	227	6185	1.895

1.2.3 Impacto en costos

Los cambios en los indicadores mostrados influyen de forma significativa en los costos que se generan dentro de cada campaña. Dichos costos se calculan en cada granja que realiza la venta de pollos por campaña, como también los ingresos de las mismas.

La tasa de mortalidad interviene en el cálculo de la cantidad neta de pollos vendidos en cada campaña, a partir del total recibido en cada granja para la crianza respectiva. En cuanto al factor de conversión alimenticia (FCA), este se obtiene del cálculo de costos en cada campaña, relacionando la cantidad en kilogramos de alimentos balanceados recibidos en cada granja, con el total de kilogramos de carne de pollo obtenido del total de pollos.

Tabla 6 - Resumen de resultados para campaña 1-2010

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

GRANJA	INGRESO VENTAS	COSTOS Y GASTOS	UTILIDAD BRUTA
Álamo	S/. 1,206,321.01	S/. 1,124,828.37	S/. 81,492.64
Antena II	S/. 1,057,407.59	S/. 987,417.25	S/. 69,990.34
Antena III	S/. 651,638.50	S/. 600,713.40	S/. 50,925.10
Celestina	S/. 1,339,045.13	S/. 1,171,633.95	S/. 167,411.17
Concón	S/. 1,332,840.70	S/. 1,262,705.03	S/. 70,135.67
Dace	S/. 736,060.77	S/. 732,884.27	S/. 3,176.49
Don Lolo	S/. 1,241,192.48	S/. 1,041,903.69	S/. 199,288.79
Ensenada	S/. 717,902.86	S/. 619,275.09	S/. 98,627.77
La Huaca	S/. 948,292.55	S/. 926,881.16	S/. 21,411.39
Pacífico	S/. 669,836.00	S/. 576,893.26	S/. 92,942.74
Pampa Real	S/. 560,799.63	S/. 594,063.35	S/. 33,263.72
Pauna	S/. 771,760.24	S/. 880,585.16	S/. 108,824.92
Rinconada	S/. 587,993.11	S/. 597,145.72	S/. 9,152.61
San Pablo	S/. 484,877.29	S/. 466,522.33	S/. 18,354.96
Sierra Brava	S/. 1,018,379.99	S/. 942,324.33	S/. 76,055.66
TOTAL	S/. 13,324,347.84	S/. 12,525,776.36	S/. 798,571.48

En la tabla anterior se muestran los resultados obtenidos en cada una de las campañas analizadas. Los cálculos de ingresos por ventas, costos y gastos incurridos se realizan de forma individual por granja.

En la segunda campaña se presentan pérdidas por más de un millón de soles. Si se vuelve a cuadros anteriores, veremos que los indicadores de factor de conversión alimenticia y la tasa de mortalidad tuvieron valores muy elevados en este período de análisis, debido al problema sanitario mencionado previamente. Esto tuvo repercusiones en la muerte de pollos y, como consecuencia, ocasionó una disminución de ventas de NUTRIGOLD S.A.C.

Tabla 7 - Resumen de resultados para campaña 2-2010

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

GRANJA	INGRESO VENTAS	COSTOS Y GASTOS	UTILIDAD BRUTA
Álamo	S/. 1,057,474.26	S/. 1,202,166.24	S/. 144,691.98
Antena II	S/. 864,308.60	S/. 885,691.99	S/. 21,383.38
Antena III	S/. 493,547.12	S/. 516,043.20	S/. 22,496.08
Celestina	S/. 1,284,529.39	S/. 1,158,350.14	S/. 126,179.24
Concón	S/. 1,069,459.90	S/. 1,254,487.05	S/. 185,027.15
Dace	S/. 693,160.74	S/. 695,550.72	S/. 2,389.98
Don Lolo	S/. 1,154,205.81	S/. 1,042,173.65	S/. 112,032.16
Ensenada	S/. 752,224.72	S/. 631,219.75	S/. 121,004.97
La Huaca	S/. 717,325.21	S/. 962,456.66	S/. 245,131.45
Pacífico	S/. 587,307.47	S/. 546,958.94	S/. 40,348.53
Pampa Real	S/. 281,449.54	S/. 853,119.53	S/. 571,669.99
San Pablo	S/. 389,348.06	S/. 523,127.25	S/. 133,779.20
Sierra Brava	S/. 741,839.61	S/. 913,319.94	S/. 171,480.32
TOTAL	S/. 10,086,180.43	S/. 11,184,665.06	S/. 1,098,484.63

Para encontrar la relación de estos indicadores en el cálculo de ingresos y costos por campaña, se detalla la siguiente estructura para el caso de la granja Celestina en la Campaña 2.

La mencionada estructura servirá de ejemplo para conocer de dónde provienen las cifras mostradas en las tablas anteriores.

Tabla 8 - Cálculo de ingresos para la granja Celestina (Campaña 2)

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

INGRESOS	
Población de pollos	167,756 ×
1 - Tasa de Mortalidad	(100.00 - 7.53)%
Pollos vendidos	155,486 ×
Peso promedio pollos (kg)	2.28
Kg. Carne pollos en Granja	354,168.86 ×
Precio por Kg.	S/. 3.69
Total ventas en granja	S/. 1,308,074.73 +
Merma/Acopio	S/. 23,545.35
Ingreso por Ventas	S/. 1,284,529.39

Tabla 9 - Cálculo de costos y gastos para la granja Celestina (Campaña 2)

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

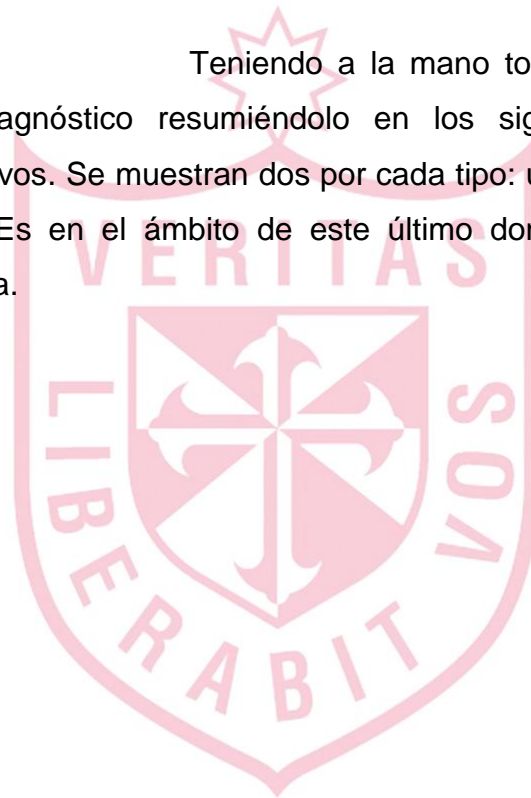
COSTOS Y GASTOS	
Factor de Conversión Alimenticia	1.972 ×
Kg. Carne pollos en Granja	354,168.86
Consumo de Alimentos Balanceados	698,318.89 ×
Costo Alimento Balanceado (S/. x kg)	S/. 1.15
Costo en Alimentos Balanceados	S/. 799,735.91 +
Costo de Pollos bebés	S/. 177,591.33
Suministros, medicinas, otros	S/. 181,022.90
Total de Costos y Gastos	S/. 1,158,350.14

Cabe resaltar el siguiente dato: no todas las granjas operan en todas las campañas del año. Sus periodos de descanso

varían de acuerdo al mantenimiento que requieran, así como de la cantidad de pollos a comercializar por campaña.

En el caso expuesto se observa que la tasa de mortalidad merma la cantidad de pollos que se venderán en esta campaña, así como el factor de conversión determina el total de alimento balanceado que se consumirá en la granja. Mientras mayor sea el valor que se tenga en este factor, se requerirá mayor cantidad de alimentos para consumo de las aves.

Teniendo a la mano toda esta información, se realiza un diagnóstico resumiéndolo en los siguientes árboles de problemas y objetivos. Se muestran dos por cada tipo: un árbol general y un árbol específico. Es en el ámbito de este último donde se desarrolla el proyecto de mejora.



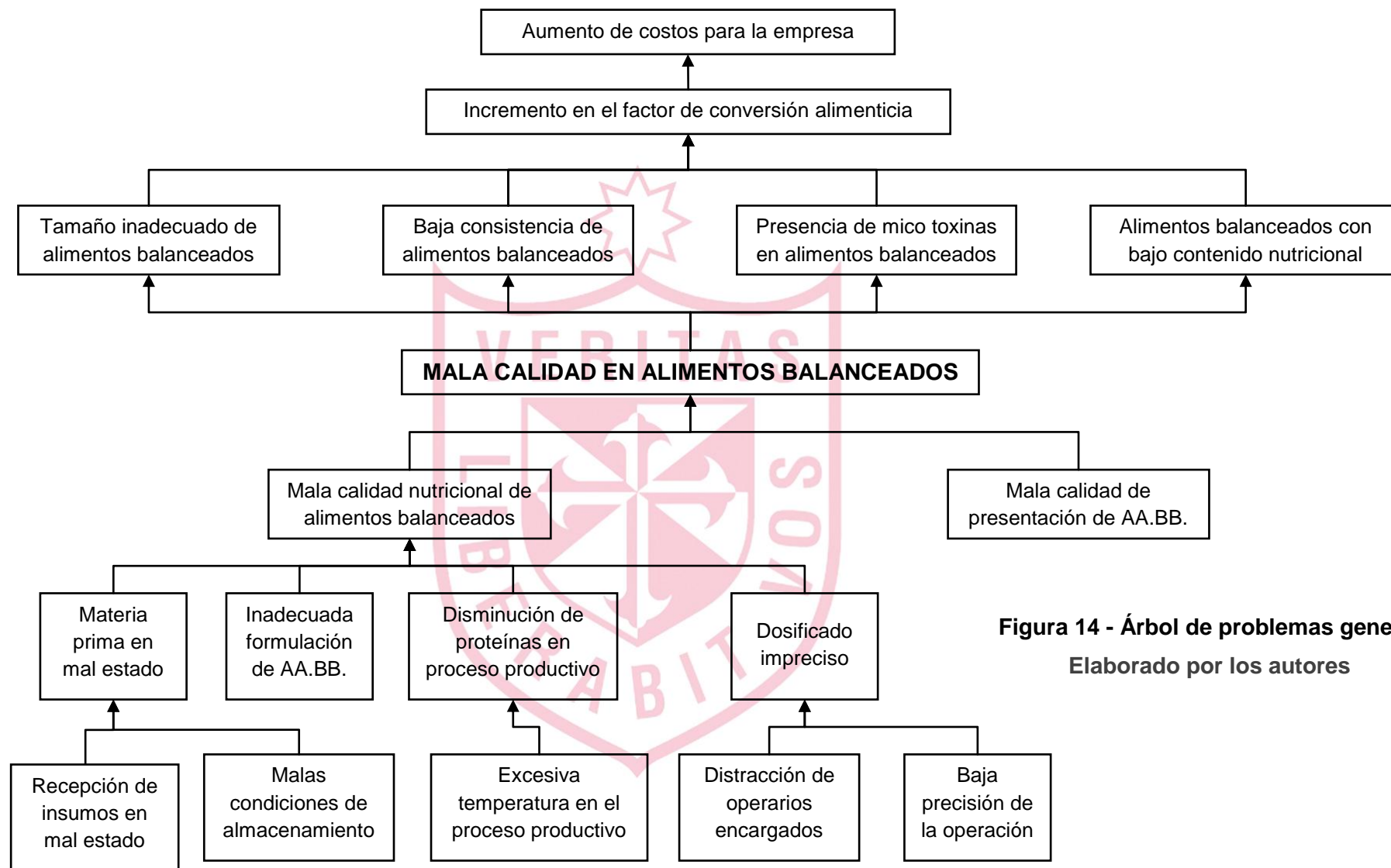


Figura 14 - Árbol de problemas general
Elaborado por los autores

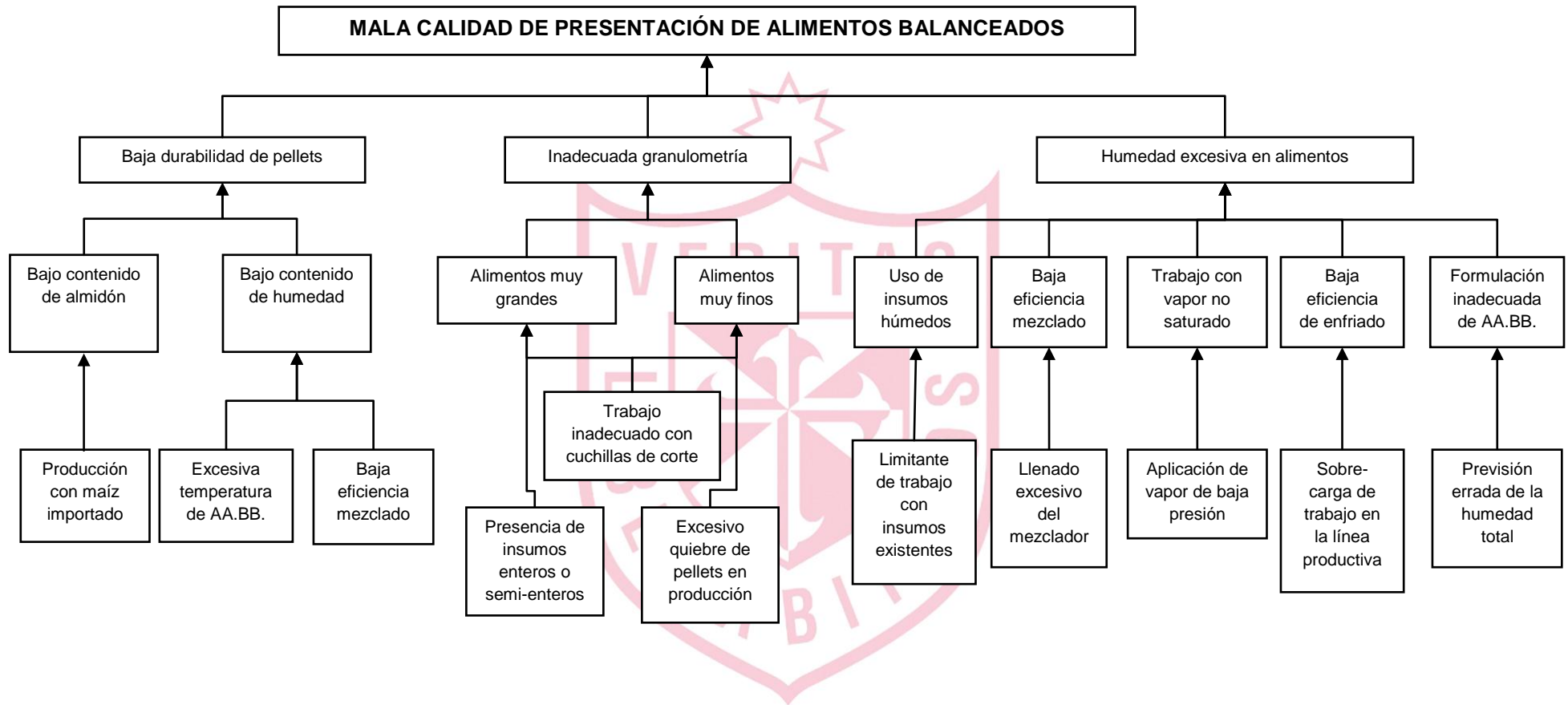


Figura 15 - Árbol de problemas específico
 Elaborado por los autores

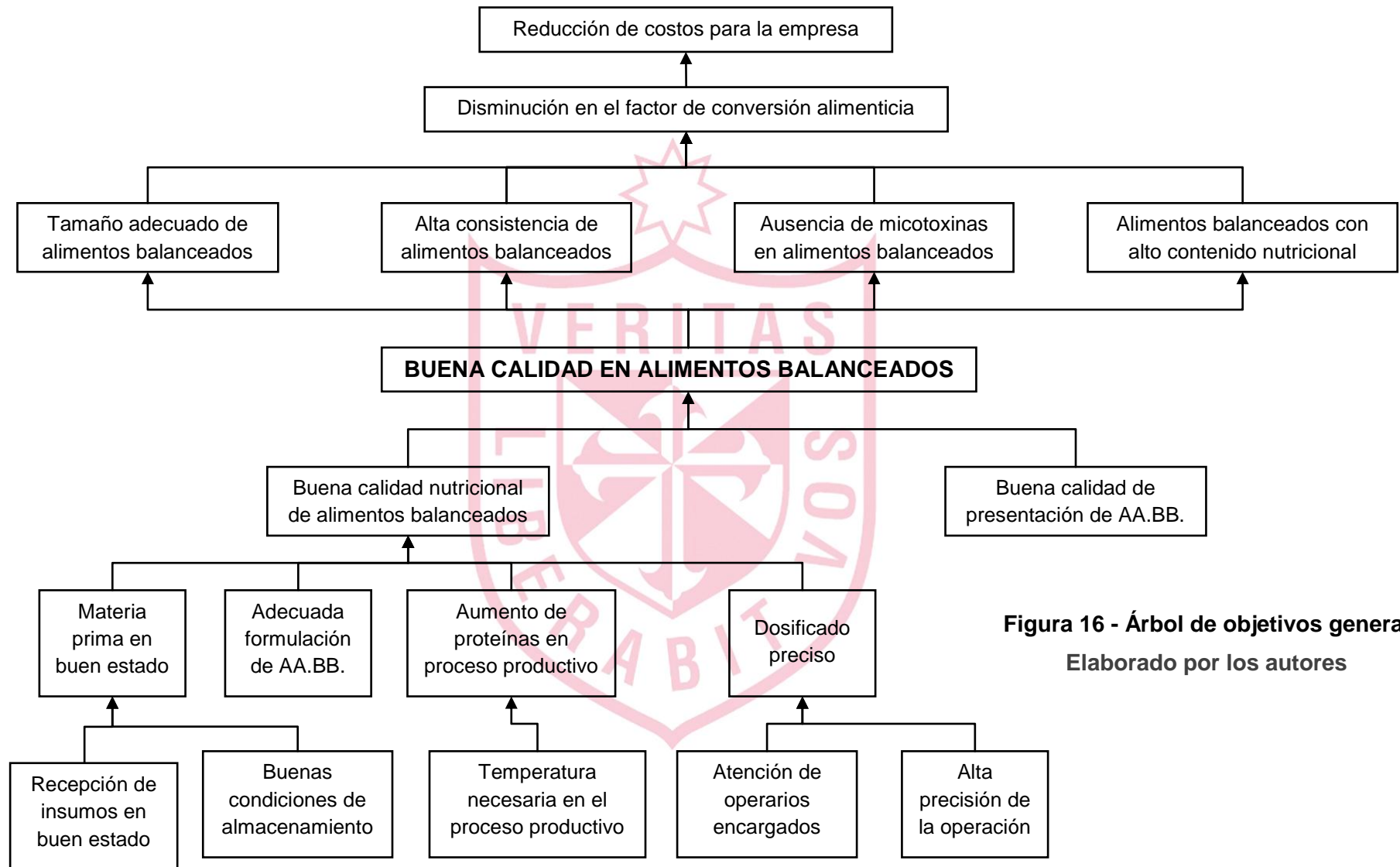


Figura 16 - Árbol de objetivos general
Elaborado por los autores

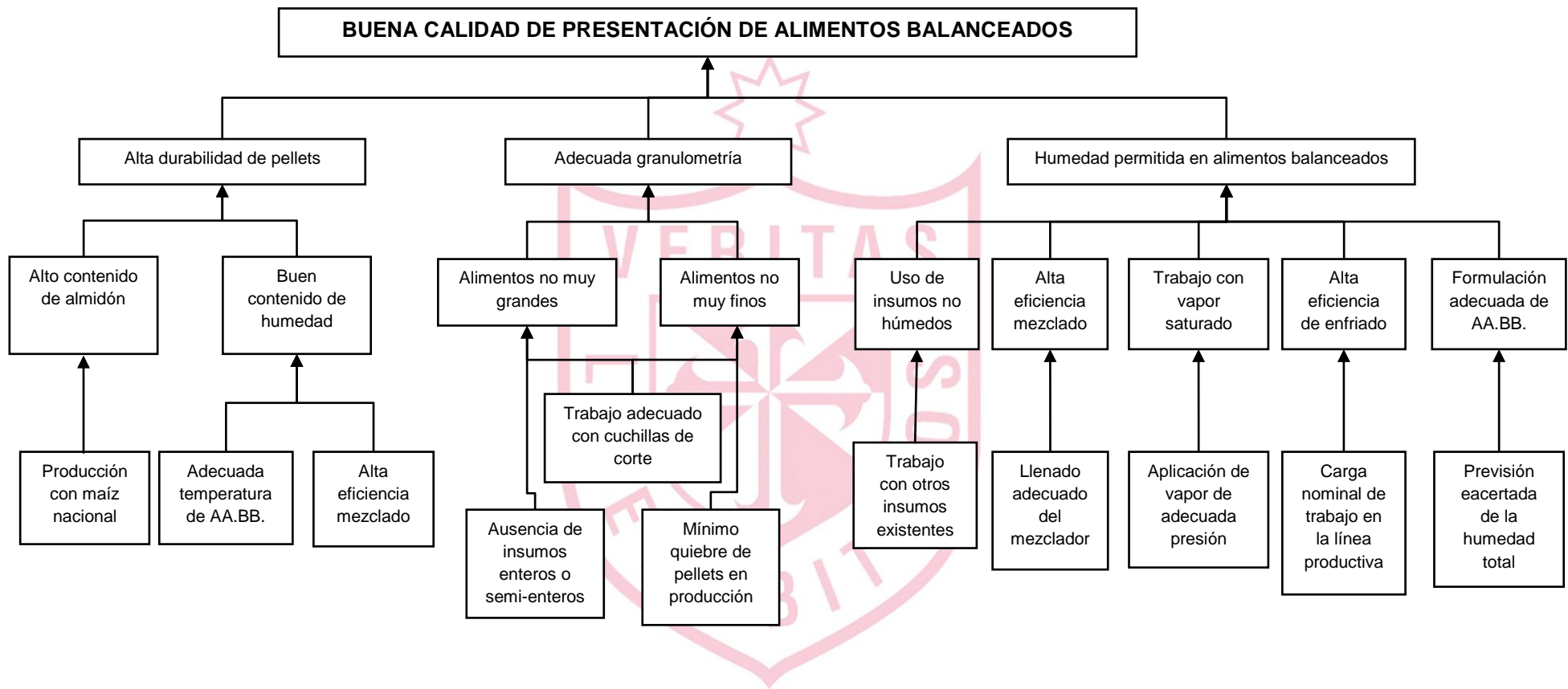


Figura 17 - Árbol de objetivos específico
 Elaborado por los autores

1.3 Definición del problema

Existe una baja calidad de presentación en los alimentos balanceados para aves elaborados por la planta de producción de la empresa NUTRIGOLD S.A.C. Esto se determina principalmente por los resultados de dos indicadores manejados actualmente en la fábrica: la durabilidad del pellet (PDI), y la granulometría del mismo (dimensiones adecuadas del producto terminado).

Existen además otros criterios para evaluar la calidad de los alimentos balanceados, mediante la determinación de la concentración de ingredientes y toxinas en ellos, sin embargo no serán objeto de este estudio.

1.4 Objetivos

Se presentan a continuación el objetivo general y los objetivos específicos planteados para el desarrollo de la tesis.

1.4.1 Objetivo general

Mejorar la calidad de presentación de los alimentos balanceados pelletizados para la reducción de costos de NUTRIGOLD S.A.C.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de la planta de producción en estudio
- Determinar la relevancia de análisis del problema seleccionado
- Establecer las limitaciones para el desarrollo del proyecto
- Determinar la metodología de trabajo que mejor se ajuste a la situación
- Organizar un cronograma del plan de trabajo a seguir para la consecución del objetivo general
- Evaluar las condiciones críticas de la producción y del producto en estudio
- Determinar las principales causas del problema suscitado
- Planificar las medidas necesarias para atacar las causas del problema

- Estimar los costos del plan de implementación de acciones correctivas
- Implementar las medidas correctivas apropiadas, de acuerdo a la metodología usada
- Cuantificar la reducción de costos alcanzada por el proyecto
- Determinar la viabilidad económica del proyecto
- Planificar futuros proyectos de mejora en la empresa

1.5 Justificación

Es de gran importancia el desarrollo e implementación de este proyecto en la planta de alimentos balanceados de la empresa NUTRIGOLD S.A.C. porque los resultados del mismo beneficiarían a la organización en la reducción de los costos incurridos para la alimentación de los pollos de carne que son criados para su venta. Otro punto a favor es que, debido al trabajo presente, se puede fomentar al personal involucrado en la producción a participar en la mejora continua de los productos que elabora.

La alimentación en los pollos de carne es fundamental, pues constituye un 50 a 70% del costo de producción de los mismos como mínimo. De la alimentación depende principalmente la calidad del pollo para su venta, así como su supervivencia en el momento de la crianza. En este punto, el factor de conversión juega un papel principal. Este ratio es uno de los más usados para la evaluación de costos por parte de las empresas del rubro, y su disminución refleja que el pollo llegará a su peso promedio consumiendo menor cantidad de alimentos balanceados. Esto repercutirá notablemente en la reducción de costos de la empresa.

El estudio se centrará en los alimentos balanceados del tipo pelletizado, pues abarcan aproximadamente el 80% de la producción de NUTRIGOLD S.A.C. Además en ellos se puede observar la mayor cantidad de indicadores descritos en la definición del problema. El análisis de la mejora de la calidad de los alimentos balanceados se deberá

enfocar en mejorar la presentación del pellet o *crumble*, ya que en el ámbito nutricional no se producirán cambios por ser un limitante del proyecto.

Por último, se trabajará con la metodología de la Ruta de la Calidad (o *QC Story*, por sus siglas en inglés). La elección de esta técnica responde a su clara y simple estructura de pasos a seguir, que posibilita la participación de todos los niveles de la empresa. Además se realiza con el objetivo de que se mantenga como una filosofía de trabajo dentro de la planta de alimentos balanceados de NUTRIGOLD S.A.C.

1.6 Limitaciones

El mejoramiento a realizar abarcará la parte del proceso productivo meramente, dejando de lado el estudio de las condiciones de materias primas. Estas no serán parte del estudio porque las posibles acciones correctivas no podrían ser implementadas, debido a que la planta de alimentos balanceados debe trabajar con los insumos que reciban, aun si estos no son de una calidad deseable.

En segundo lugar, y dentro de la parte del proceso de producción de alimentos, tampoco se hará énfasis en evaluar la posibilidad de inversión en nuevas maquinarias. Esto es debido a que no existe interés alguno por parte de niveles superiores de la empresa por renovar los equipos existentes, ya que estos aún cumplen sus funciones con bastante regularidad.

El estudio se limita a analizar la presentación del producto: el análisis de la granulometría del producto, su durabilidad y probablemente el contenido de humedad presente. Se descarta la posibilidad de analizar otro tipo de indicadores como el nivel de proteínas, grasas, fibras, etc., por carencia de equipos necesarios para estos análisis.

Por último, hay también una limitante en el estudio de la parte nutricional, pues las fórmulas para la elaboración de dichos

productos son creadas fuera de la planta de producción y se deben respetar de forma obligatoria.

1.7 Viabilidad

Es necesario detallar la viabilidad técnica, económica, social y operativa de la tesis para continuar con el desarrollo adecuado.

a) Viabilidad técnica

Para la realización del proyecto existe una disponibilidad de los equipos del laboratorio de control de calidad, necesarios para hacer pruebas y poder determinar los avances que se estén logrando. Además no presupone la adquisición de dispositivos costosos adicionales.

b) Viabilidad económica

La posible implementación de herramientas económicas y métodos de control conllevarán a la obtención de resultados altamente beneficiosos para la empresa, principalmente en la reducción de costos.

c) Viabilidad social

El proyecto se propone mejorar la calidad de vida del personal de la empresa con respecto a la adquisición de habilidades y capacidades, al participar plenamente en el desarrollo de la metodología propuesta. Además también favorecerá a los consumidores finales por la ingesta de pollos de carne de calidad.

d) Viabilidad operativa

Se cuenta con el apoyo íntegro del área de producción, así como también hay empleados motivados al cambio y dispuestos a participar en la mejora de los productos elaborados. Se percibe también un deseo de aumentar la competitividad de la planta de producción de alimentos balanceados respecto a las demás del mismo rubro.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Calidad

La calidad se entiende como la satisfacción total de los clientes, como consecuencia del correcto hacer, siempre a la primera vez. Cuando se habla de “total”, se entiende que la satisfacción de nuestros clientes es lograda cuando son cumplidos los tres siguientes niveles:

- 1) Satisfacción a sus necesidades
- 2) Satisfacción a sus expectativas
- 3) Superación de sus expectativas

La satisfacción de necesidades se concreta en el cumplimiento de cuatro requisitos que todo producto y servicio debe cubrir para poder comprenderse como producto de calidad, y estos son:

- Que sirva para el fin que se destina, que cumpla el uso al que se dedica
- Que se dé oportunamente en el momento y lugar que se necesita.
- Incurrir siempre en el costo justo en nuestro trabajo
- Que el producto dure el tiempo especificado en su diseño

En su Manual de Control de Calidad, Juran define la calidad de forma muy escueta como "la aptitud para el uso". La filosofía en

que se basa esta definición es que la calidad no sucede por accidente. Si, por ejemplo, se pensara en un producto, dicha aptitud se basaría en los siguientes criterios:

- Las percepciones del cliente acerca del diseño del producto
- El grado en el que el producto satisface las especificaciones del diseño
- La disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad del producto
- La existencia de un servicio al cliente accesible

La calidad debe ser planificada y esa planificación debe empezar desde los más altos niveles de la organización. Juran atribuye la mayoría de los problemas de calidad a una mala dirección más que a los trabajadores.

2.2 Control de procesos

Controlar un proceso es asegurar el logro del objetivo trazado por la preparación realizada en el proceso. Los factores que intervienen en el proceso son:

- Maquinaria y equipo
- Materias primas e insumos
- Herramientas y dispositivos
- Métodos y procedimientos
- Personal de trabajo

Al tener estos cinco factores bajo control, el proceso estará controlado, corrigiendo el objetivo establecido. Como se apuntó anteriormente, el trabajo siempre estará enmarcado por un proceso, y al hablar de procesos, lo estaremos haciendo acerca de dicho trabajo.

Se han desarrollado varias formas para denominar el control de trabajo, algunas de ellas son:

- Hacer todo siempre bien a la primera vez
- Trabajar con cero defectos
- Excelencia en el trabajo
- Calidad total
- Calidad integral

El control de calidad depende, en gran manera, de tres factores determinantes:

- 1) Planeación del trabajo
- 2) Integración de los elementos necesarios y adecuados para el trabajo
- 3) Ejecución del trabajo siempre debe hacerse bien a la primera vez

Cuando no se logran los objetivos de trabajo, entonces se necesita detectar qué es lo que hace fallar los objetivos y resolverlo. Entrar al análisis de procesos, que conlleva al control de calidad.

2.3 Mejora de procesos

La mejora del trabajo surge cuando está controlado, es decir cuando ya se están logrando sistemáticamente los objetivos del trabajo. Aquí es donde se debe buscar su mejoramiento, el cual puede ser orientado a diferentes objetivos. Los más comunes son:

- Mejorar la satisfacción de nuestros clientes
- Mejorar la calidad
- Reducir desperdicios
- Reducir costos
- Reducir tiempos de ejecución

2.4 Estandarización

Es toda actividad documentada que norma el comportamiento del personal. La estandarización es una guía para hacer el trabajo actual, pero no como imposición.

Deben seguirse mientras no haya una mejor manera de hacer el trabajo. Los estándares deben ser revisados y actualizados cada vez que se presente una modificación en la realidad, ya sea, por ejemplo, por participación del personal².

2.5 Círculos de Calidad

En la actualidad, cuando se lee o se oye hablar sobre la transformación del Japón durante las últimas tres décadas de comerciante de productos chatarra a líder en calidad, se puede observar que el papel de los Círculos de Calidad es una parte integral de su trayecto hacia la excelencia.

La Oficina Central de Círculos de Control de Calidad de la JUSE, que sirve como centro para la educación continua, define el Círculo como “un grupo pequeño de empleados de primera línea quienes controlan y mejoran continuamente la calidad de su trabajo, productos y servicios; operan de manera autónoma y utilizan los conceptos, herramientas y técnicas del control de calidad”³.

Tomando como base esta definición, que fue adoptada en muchos países, las Oficinas Generales de los CCC enumeran las siguientes características de un Círculo de Control de Calidad (CCC):

- Grupo pequeño
- Control continuo y mejora de la calidad del trabajo, productos, y servicios
- Operación autónoma
- Utilización de los conceptos, herramientas y técnicas de control de calidad
- Parte de la ACT o de los CCC de la compañía.
- Auto-Desarrollo

² Sosa P., Demetrio (1998). *Conceptos y herramientas para la mejora continua*. México D.F.: Limusa

³ N.p. Karatsu, Hajim (1995) *M. de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad*

2.6 Metodologías de solución de problemas

Para solucionar un problema de forma efectiva es necesario contar con las herramientas necesarias, conocimiento adecuado y una estructura detallada de pasos para lograr alcanzar los objetivos deseados exitosamente.

Con respecto al mejoramiento de la calidad hay diversas metodologías que se pueden emplear dependiendo de las características del problema y los resultados esperados, dentro de los cuales los más significativos para el desarrollo del problema se muestran a continuación.

a) QC Story

Es también conocida como la técnica de solución de problemas o la historia de la calidad. Su nombre tan característico se deriva de la denominación dada por los empresarios japoneses que consideran que este procedimiento de búsqueda y solución de problemas de calidad era como una historia o drama teatral. Aunque al igual que los otros temas referentes a la Administración por Calidad Total (ACT) y al Kaizen, hay varias versiones de la misma.

La metodología estándar utilizada en las empresas japonesas que practican el Kaizen, la cual fue acuñada desde sus propios creadores (los empresarios japoneses y el JUSE – La Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses) consta de ocho (8) pasos, mostrados a continuación, en el cuadro siguiente. Cada uno de estos pasos corresponde a una fase del ciclo PDCA que es una característica esencial de la filosofía Kaizen.

Los 8 pasos mostrados fueron inicialmente diseñados para hacer más fáciles las actividades de reporte de control de calidad. Desde el inicio, era enfatizado que el proceso de solución de problemas de QC era tan importante como el resultado. Por tal razón era natural que el reporte

contuviera el proceso entero desde la decisión del tema a evaluar, consideración de los problemas restantes y la planeación hacia el futuro.

Es claro que los 8 pasos de la “historia de la calidad” son más que una buena forma de reportar (Ishikawa, 1985): “Si un círculo individual sigue estos pasos muy de cerca, los problemas pueden ser solucionados...” Los círculos de calidad deben tener un estándar para seguir, sino no participarán activamente en la mejora continua. La puesta en marcha sería simplemente muy difícil.

Tabla 10 - Comparación entre la QC Story y el ciclo PDCA

Fuente: Librería Hordago

Paso	Nombre del paso	Fase del ciclo PDCA
1	Selección del tema (problema)	Planear (Qué)
2	Clarificación de las razones de la selección (Observación)	Planear (Cómo y Por Qué)
3	Evaluación de la situación inicial	Planear
4	Búsqueda de causas principales (Análisis)	Planear
5	Establecimiento de acciones correctivas (eliminación de las causas, búsqueda de soluciones)	Hacer
6	Evaluación de los resultados (Verificación)	Verificar
7	Estandarización y prevención para evitar la reaparición del problema	Actuar
8	Conclusiones y reflexiones de aprendizaje	Actuar

Se puede ver que los 8 pasos de “la historia de la calidad” o también “Ruta de la Calidad” siguen el ciclo de mejora de la calidad (PDCA) o Ciclo de Deming, y que cada paso está escrito en un lenguaje fácil de entender por los miembros de los círculos de calidad. Han probado ser exitosos en relación a las actividades del círculo de calidad, mientras que el ciclo PDCA puede aparecer algo diferente, cuando se enfoca en el ciclo de liderazgo – TQM de la administración superior.

b) Six Sigma

Six Sigma es una metodología de mejora de procesos desarrollada por Motorola en 1981. Está centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente.

La meta de Six Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos, entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

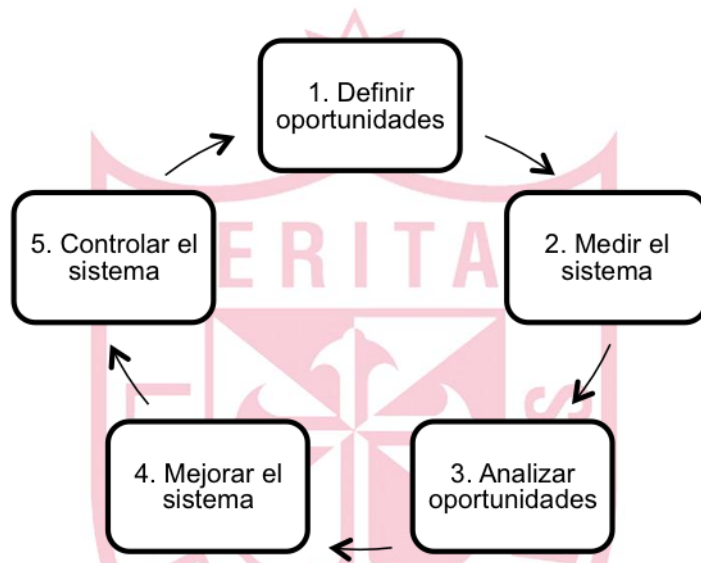


Figura 18 - Metodología Six Sigma

Elaborado por los autores

Six Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos. El objetivo de la metodología seis sigma es reducir la variabilidad de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

En resumen Six Sigma induce a conocer todos y cada uno de los procesos que integran una empresa manufacturera, de servicios, gubernamental, etc., y con base en las necesidades de los clientes internos y externos, mejorarlos sistemáticamente y de manera continua con la participación de todo el personal que la forma.

Los resultados se reflejan en una mayor productividad, productos más robustos en calidad y con una permanencia sólida en los mercados de consumo; mejores bienes y servicios y clientes totalmente satisfechos⁴.

c) Ciclo de Deming

Una secuencia universalmente conocida de mejora continua es el modelo conocido como Ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). A veces el modelo se conoce como PDSA, donde la S es de *Study*. El Ciclo PDCA de mejora de la Calidad enseña que la organización debería:

- Planificar una acción (qué hacer y cómo hacerlo)
- Hacerla (llevar a cabo la planificación)
- Comprobar que se cumplen las expectativas (ver si los resultados deseados se han obtenido)
- Actuar sobre lo que se ha aprendido (hacer mejoras en el proceso basadas en la información recogida durante la fase de comprobar e institucionalizar o estandarizar la mejora si se han obtenido los cambios deseados)

“Hay varias formas de representar el modelo PDCA, aunque la integridad del contenido es invariable. La representación más común del modelo es la circular. El ciclo PDCA consigue que no se vea la mejora de la Calidad como algo que tiene un principio y un final determinados. Una vez que finalizamos un ciclo PDCA, el proceso de mejora empieza otra vez”⁵.

d) Kaizen

De acuerdo a su creador, Masaaki Imai, el término Kaizen proviene de dos ideogramas japoneses: *Kai* que significa “cambio” y *Zen* que quiere decir “para mejorar”. Así, podemos decir que “Kaizen” es “cambio para mejorar”.

⁴ Miranda Luis (2006). *Seis Sigma: guía para principiantes*. México: PANORAMA

⁵ Gómez, et.al. (2003). *Seis Sigma*. 2da Edición. Madrid: FC Editorial

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. De hecho, Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras y demás empleados que el equipo considere necesario.

Uno de los principales obstáculos al implementar Kaizen es la impaciencia de la gerencia por ver resultados inmediatos, no solo en el área seleccionada, sino en toda la planta.

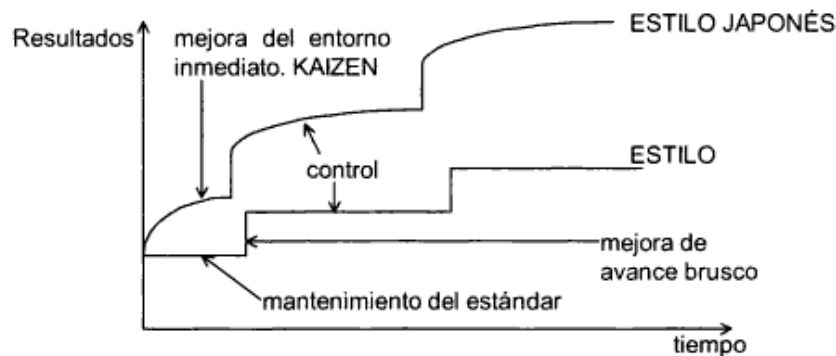


Figura 19 - Tipos de mejora y control: Estilos occidental y japonés

Fuente: Organización de la producción en ingenierías. De la Fuente, D.

El otro, el más crítico, es la incapacidad de la organización para apoyar y reconocer los equipos de mejoramiento capaces de tomar decisiones propias en situaciones de trabajo que directamente los afectan. Y el tercer obstáculo, el golpe definitivo, es la falta de seguimiento por la alta gerencia⁶.

El objetivo de la actitud Kaizen es el mejoramiento continuo en base a pequeños y constantes cambios, mediante la eliminación, reducción o cambio de las cosas, sistemas, medidas, etc.; que impiden un adecuado desempeño de las actividades. En el marco empresarial, se traduce a

⁶ Marco A. Franco M.D.O. *Kaizen: Cambio para mejorar*

que todos los miembros de una organización están comprometidos con la revisión constante de los procesos y la mejora permanente. Téngase presente las cinco "S" del Concepto Kaizen que son:

- 1) Seiri - Organización: Cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa
- 2) Seiton - Reducir búsquedas: Facilitar el movimiento de las cosas, servicios y personas
- 3) Seiso - Limpieza: Cuando todo está limpio, todo está ordenado y se simplifican los procedimientos
- 4) Seiketsu - Estandarización y simplificación de procesos: Mantener el orden, organización y limpieza en el ambiente y las personas
- 5) Shitsuke - Disciplina y buenos hábitos de trabajo: Basados en el respeto a las reglas y a las personas (compañeros de trabajo y clientes)

Definitivamente, los beneficios del método Kaizen se pueden resumir en un aumento de la productividad y rentabilidad; mejoras en la calidad de los productos, servicio, clima organizacional, manejo y control de la producción, flexibilidad; reducción del espacio utilizado, inventario en proceso, costos de producción, tiempo de fabricación, etc.

e) Teoría de las restricciones

La teoría de restricciones (*Theory of Constraints*, según sus siglas en inglés) fue desarrollada por el Dr. Eli Goldratt y considera que todo sistema complejo tiene una simplicidad inherente. Es una filosofía de administración aplicable a cualquier tipo de organización que plantea una nueva manera de cómo administrar para lograr los objetivos deseados.

Producir para lograr un aprovechamiento integral de la capacidad instalada lleva a la planta industrial en sentido contrario a la meta si esas unidades no pueden ser vendidas. La razón dentro del esquema de Goldratt es muy sencilla: se elevan los inventarios, los gastos de operación y permanece constante el *throughput*, exactamente lo contrario a lo que se definió como meta. Goldratt sostiene que todo el

mundo cree que una solución a esto sería tener una planta balanceada; entendiéndolo por tal, una planta donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta concordancia con la demanda del mercado.

El sistema propone filosofías y técnicas, entre estas últimas la fundamental es la creación en la empresa de la figura de "Jonah", la persona que hará de dinamizadora de la empresa, no resolviendo los problemas sino haciendo las preguntas adecuadas, de forma que el resto sea capaz de reconocer los problemas por sí mismo y sobre todo, sea capaz de resolverlos, dentro de las filosofías están:

- Equilibrar el flujo material con la demanda del mercado.
- Descubrir los cuellos de botella o restricciones, procurando que ellos se conviertan en el centro de atención de toda la organización.

La TOC contiene un plan director basado en previsiones, un programa maestro basado en pedidos confirmados, una planificación agregada y una operativa, adapta el cálculo del plan maestro a las restricciones que presentan el cuello de botella y realiza el cálculo agregado de las necesidades en función de dicho plan, pudiéndose utilizar para el cálculo el sistema MRP.

Inyecta flexibilidad al reducir los datos a procesar, realizando reducción del número de posibilidades de programa maestro, pretendiendo calcular el trabajo del cuello de botella y planificar la entrada de materiales asumiendo que el resto de las operaciones irá por sí.

La teoría de restricciones supone que la economía de una empresa está dominada por dos aspectos: los recursos que genera y los recursos que utiliza. Tiene una filosofía de mejora continua dirigida a los cuellos de botella y por tanto periodificada en lo que supone una mejora de toda la empresa, exige una mentalidad distinta de directivos y mandos intermedios, no es tan exigente con el resto del personal y puede ser

perfectamente armonizable con el resto de la cultura de la empresa y del entorno.

f) Lean Manufacturing

El término *Lean Production* o *Lean Manufacturing* se acuñó en 1990, como resultado del estudio realizado por James Womack. Daniel Jones y Daniel Roos dentro del programa de investigación IMVP (*International Motor Vehicle Program*, por sus siglas en inglés) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) sobre distintas plantas de montaje de automóviles de todo el mundo.

Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios" (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados. Las herramientas "lean" incluyen procesos continuos de análisis (Kaizen), producción "pull" (kanban), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (poka-yoke).

Un aspecto crucial es que la mayoría de los costes se calculan en la etapa de diseño de un producto. A menudo un ingeniero especificará materiales y procesos conocidos y seguros a expensas de otros baratos y eficientes. Esto reduce los riesgos del proyecto, o el coste según el ingeniero, pero a base de aumentar los riesgos financieros y disminuir los beneficios. Las buenas organizaciones desarrollan y repasan listas de verificación para validar el diseño del producto.

Los principios clave del lean manufacturing son:

- Calidad perfecta a la primera: búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio)

- Mejora continua: reducción de costes, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información
- Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores, tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costes y la información

En resumen, el modelo de gestión *Lean Manufacturing* o *Lean Management* consiste en llevar a cabo aquello y solo aquello que es preciso para entregar al cliente, lo que este desea exactamente, en la cantidad que desea y justo cuando lo desea, a un precio competitivo. Concretando más, el objetivo de un sistema lean es entregar al cliente el producto o servicio exactamente solicitado por él, con el máximo ajuste a sus especificaciones (calidad), con el mínimo consumo de recursos productivos (coste) y con la máxima rapidez de respuesta (tiempo)⁷.

2.7 Las 7 herramientas básicas de la calidad

Muchos se preguntan ¿por qué siete? La explicación proviene de la historia japonesa que nos dice que el Samurái, el guerrero japonés, usaba 7 herramientas o armas en su actividad militar.

Inspirado en su tradición, el doctor Kaoru Ishikawa estableció las siete herramientas básicas (seis estadísticas y una, su diagrama de causa – efecto, de análisis, básicamente)⁸.

⁷ Cuatrecasas, Lluís (2010) *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia*. Barcelona: PROFIT

⁸ Guajardo Garza, Edmundo (1996). *Administración de la Calidad Total*. Editorial Pax. México - pág. 145

Estas herramientas utilizadas para la control y mejora de la calidad, las cuales, señala Ishikawa, ayudan a resolver el 95% de los problemas cotidianos que se presentan en las empresas que ofrecen productos y servicios⁹.

Tabla 11 - Herramientas para el análisis de los problemas de calidad
Fuente: “Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad” Izar, J.; González, J.

Herramienta	Utilidad
Diagrama de Pareto	Sirve para identificar los “pocos vitales” y “muchos triviales” de un conjunto de problemas.
Hoja de Registro	Formato útil para recolectar de manera ordenada y sencilla información, clasificar productos y defectos, confirmar una operación efectuada.
Histograma	Ayuda a visualizar mejor el comportamiento de los mismos.
Diagrama Causa – Efecto	Es una herramienta valiosa para sistematizar la búsqueda e implantar mejoras.
Diagrama Estratificado	Ayuda a confirmar o verificar los efectos de las causas seleccionadas, utilizando datos discretos.
Diagrama de Dispersión	Ayuda a encontrar la correlación entre una causa y un efecto, utilizando datos continuos.
Gráficos de Control	Permite visualizar el comportamiento de un proceso, su análisis permite localizar fuentes de fallas y anticipar problemas serios.

2.8 Herramienta 5W2H

El método de 5W2H (preguntar quién, qué, cuándo, dónde, por qué, cómo y cuánto) es una expresión común para definir el proceso de planificación, compuesto por 5W y 2H, que son los aspectos que debemos cubrir para tener una planificación adecuada. Son las preguntas lógicas que debe contener todo procedimiento e instructivo de trabajo para desempeñar correctamente cierta actividad.

⁹ Izar, J.; González, J. *Las 7 Herramientas Básicas de la Calidad*

Tabla 12 - Herramienta 5W2H

Fuente: Action Group Education & Consulting

<i>/</i>	Pregunta	Descripción
Tema	<i>What</i> - Qué	Qué sucede Qué vamos a hacer
Personas	<i>Who</i> - Quién	Relación con las habilidades de las personas
Método	<i>How</i> - Cómo	Cómo se piensa resolver Cómo se va a trabajar
Propósito	<i>Why</i> - Por qué	Por qué sucede Causas
Ubicación	<i>Where</i> - Dónde	Dónde está viendo los problemas
Secuencia	<i>When</i> - Cuándo	En qué momento
Costo	<i>How much</i> - Cuánto	Cuánta inversión requiere

2.9 Transformación de Datos Box-Cox

Muchos análisis requieren un supuesto de normalidad. En los casos en que los datos recopilados no sean normales, algunas veces puede aplicar una función para hacer que estos datos sean aproximadamente normales y así se pueda completar el análisis. La transformación de Box-Cox puede ser útil para corregir la no normalidad en los datos del proceso y en la variación del proceso del subgrupo que está relacionada con la media del subgrupo. En la mayoría de las condiciones, no es necesario corregir la no normalidad a menos que los datos estén altamente sesgados.

Wheeler¹⁰, y Wheeler y Chambers¹¹ sugieren que no es necesario transformar los datos que se utilizan en las gráficas de control, porque estas funcionan apropiadamente en situaciones donde los datos no son normalmente distribuidos. Ofrecen una excelente demostración del rendimiento de las gráficas de control cuando los datos se recolectan de

¹⁰ D. J. Wheeler (1995). *Advanced Topics in Statistical Process Control: The Power of Shewhart Charts*, SPC Press, Inc.

¹¹ D. J. Wheeler (1992). *Understanding Statistical Process Control, Second Edition*, SPC Press, Inc.

una variedad de distribuciones no simétricas. Para utilizar una transformación de Box-Cox, todos los datos deben ser mayores que 0.

2.10 Diseño de experimentos

El diseño de experimentos es una técnica estadística introducida por R.A. Fisher en Inglaterra, a inicios de 1920. Su primera meta fue determinar las condiciones óptimas del agua, lluvia, sol, fertilizantes y condiciones del suelo necesarias para producir las mejores plantaciones. Utilizando la técnica del DOE (*Design of Experiments*, por sus siglas en inglés), Fisher fue capaz de tabular todas las combinaciones posibles (también llamadas tratamientos) de los factores incluidos en el estudio experimental.¹²

Las condiciones fueron creadas usando una matriz, donde se asociaba cada factor con un número igual de condiciones evaluadas. Los métodos para analizar los resultados de tales experimentos fueron también introducidos.

Cuando el número de combinaciones posibles se volvió muy largo, se realizaron programas para analizar una fracción del total de posibilidades que todos los factores podrían presentar. Fisher actualizó el primer método que permitió analizar el efecto de más de un factor a la vez.

2.11 Datos generales de la industria avícola

En los últimos tiempos, el sector avícola peruano ha logrado un crecimiento constante, el crecimiento promedio en el mercado avícola ha sido de 10%, constituyéndose en el sector pecuario más importante del país, al año esta industria mueve alrededor de S/. 4,400 millones (representa el 2% del Producto Bruto Interno).

En el Perú, el promedio per cápita en el consumo de carne de pollo es 28 kilos y en Lima es de 48 kilos, siendo alta en

¹² Roy, Ranjit (2001). *Design of experiments using the Taguchi approach*. EE.UU: Wiley-IEEE

comparación con otros países como Chile que es 30 kilos, Brasil (33 kilos) y Argentina (26 kilos), según la FAO. La costa del Perú concentra el 90% de la producción nacional de carne de pollo, y las principales zonas son: Lima (60% del total), La Libertad (18%), Arequipa (8%) e Ica (4%). La especie pollos representa el 93% del total de la producción de carne de ave en el Perú, las otras son carne de gallinas, pavos y patos.

La industria avícola nacional está compuesta por cerca de 30 empresas (entre grandes y medianas) que concentran el 90% de la producción nacional, mientras que los micro productores están entre 200 y 300. Las principales empresas son: Avícola San Fernando (30% del total), Agropecuaria Chimú (8%), El Rocío (7%), Redondos (7%) y Avinka (5%). Otras empresas importantes son Avícola San Luis, Ganadería Santa Elena, Corp. Gramobier, Tres Robles y Cons. Agropecuario del Sur.

Los principales productores de carne de pollo son: Estados Unidos, China, la Unión Europea, Brasil, México, Japón, Tailandia, Canadá, Argentina, Malasia, Irán, Rusia, Indonesia, Turquía, Australia y Perú.

Tabla 13 - Indicadores del mercado avícola

Fuente: MINAG - DGIA

Venta anual prom.	\$ 4400 millones
Consumo per cápita anual	28 Kg. (nacional), 48 Kg. (Lima)
Precio minorista prom.	S/. 7.39 por Kg.

2.12 Información técnica de alimentos balanceados para aves¹³

2.12.1 Definiciones

a) Pollos de carne de engorde

Aves que provienen de gallinas de razas o líneas cuyo cruce está dirigido a la producción de carne en corto tiempo de crianza.

b) Aves de postura

Aves hembras que provienen de gallinas de razas o líneas cuyo cruzamiento esté dirigido a una eficiente producción de huevos para consumo.

c) Aves de reproducción

Gallinas provenientes de cruzamientos de líneas, razas o estirpes de abuelos, dirigidas a la producción de pollos para la obtención de carne en el caso de reproductores de la línea de carne y de aves de postura, en el caso de reproductores de la línea de postura.

2.12.2 Clasificación de alimentos balanceados

Existen tres tipos principales de alimentos balanceados: para pollos de carne, para gallinas ponedoras y para gallinas reproductoras.

2.12.3 Requisitos

Los alimentos balanceados para pollos de carne deberán cumplir con los requerimientos mínimos de principios nutritivos especificados en la siguiente tabla, según normas técnicas peruanas.

¹³ NTP 209.110:1981 - INDECOPI

Tabla 14 - Requerimientos de alimentos balanceados para pollos de carne

Fuente: NTP 209.110:1981 - INDECOPI

Requerimiento	Pre-inicio	Inicio	Acabado
Humedad (Máx. %)	13,00	13,00	13,00
Proteína (Mín. %)	21,00	21,00	18,00
Grasa (Mín. %)	3,00	3,00	3,00
Fibra (Máx. %)	5,00	5,00	5,00
Cenizas (Máx. %)	9,00	9,00	9,00
Calcio (Mín. %)	0,85	0,85	0,85
Fósforo (Mín. %)	0,70	0,70	0,65

- Pre-inicio: 0-5 días
- Inicio: 6-35 días
- Acabado: 36 días hasta la fecha de venta

2.12.4 Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio son el proceso para medir los componentes específicos en la muestra de un alimento o ingrediente para garantizar su calidad. Estas mediciones pueden ser químicas, físicas y/o electrónicas para establecer la calidad de un producto cuando se comparan con una norma establecida con anterioridad.

Las pruebas de laboratorio son una parte importante de cualquier programa de verificación de la calidad/control de calidad. Los datos de las pruebas de laboratorio, o resúmenes, se pueden usar para evaluar la calidad en el proceso de fabricación. La información de estas pruebas puede usarse para:

- Evaluar a los proveedores de ingredientes y los ingredientes
- Evaluar el contenido de los nutrientes formulados de los alimentos
- Establecer la desviación, variación y líneas de tendencia estándares de los productos
- Medir el rendimiento del equipo de la planta

- Ayudar a solucionar las dificultades de fabricación
- Asegurar que el alimento cumpla con la garantía en la etiqueta
- Promover los programas de mercadotecnia y ventas
- Defender a la compañía contra reclamos, quejas y/o acción reglamentaria

Por estas razones, casi todos los fabricantes de alimentos balanceados requieren de un programa de pruebas de laboratorio para apoyar las instalaciones de sus productos. Las pruebas de laboratorio están a la disposición de tres fuentes principales, que son:

- 1) Laboratorios de la compañía
- 2) Laboratorios comerciales
- 3) Laboratorios de las agencias reglamentarias

Uno de los problemas con los laboratorios pequeños es la capacidad de mantener equipo moderno y actualizado. Por lo general, el laboratorio grande de la compañía puede reducir el tiempo entre que se recibe una muestra hasta la disponibilidad de los datos.

Un problema potencial con cualquier laboratorio es tener un químico(s) analítico calificado que pueda supervisarlos procedimientos, mantener el equipo e interpretar los datos.

Los laboratorios comerciales funcionan sobre una base de "en renta" para proporcionar un servicio de pruebas al fabricante de alimentos balanceados conforme lo requiera mediante una cuota para cubrir este servicio. Los laboratorios comerciales están a la disposición y por lo general ofrecen una gran variedad de servicios o pruebas.

Esta variedad permite que el fabricante de alimentos elija el laboratorio que mejor satisfaga sus requisitos analíticos.

Los laboratorios comerciales tienen personal altamente calificado que ofrece la asistencia necesaria. Por lo general, cuentan con equipo moderno¹⁴.

a) Granulometría de alimentos balanceados

La granulometría es una prueba realizada por los laboratorios de las plantas de producción de alimentos balanceados, en las cuales se busca determinar la concentración de partículas finas y gruesas de los alimentos balanceados que han terminado su procesamiento.

Consiste en cernir una bolsa o muestra de un alimento pelletizado para establecer la porción de finos. Se obtiene el peso original de la muestra y se tamiza para remover las partículas pequeñas de material fino, que también se pesa. Se establece el porcentaje de finos a partir de estos dos pesos. El contenido de finos de un lote de alimento variará de manera importante de una porción a otra, por lo que se requiere más de una muestra o prueba para obtener resultados que sean representativos de un lote¹⁵. Para el control de la granulometría en la planta de alimentos balanceados en estudio, se sigue la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Finos} = \frac{MR + MG}{MB} \times 100$$

Donde:

- MB → masa bruta (total de la muestra en análisis)
- MR → masa resultante (retenida en el tamiz inferior)
- MG → masa de gruesos (retenida en el tamiz superior)

¹⁴ American Feed Industry Association, Inc. (1994). *Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados*. Capítulo 28, Sexta Edición (Página 264)

¹⁵ *Ibíd.*

A continuación, se presentan los porcentajes máximos permisibles por cada tipo de alimento balanceado. Estos valores pueden variar de acuerdo a las políticas de calidad que se actualicen:

Tabla 15 - Valores aceptables de finos por tipo de alimento

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Alimento	% Finos (MAX)	Alimento	% Finos (MAX)
Pre-inicio	10%	Acabado	10%
Inicio	15%	Finalizador	10%
Crecimiento	25%	Polvo	10%

b) Durabilidad de alimentos pelletizados

Esta prueba tiene como principal objetivo el de determinar la durabilidad de los pellet, mediante una simulación de los posibles daños que puede sufrir en su transporte de un sitio a otro. Este ensayo se desarrolló en el Departamento de Ciencia e Industria del Grano de la Universidad del Estado de Kansas, Manhattan, para medir la capacidad relativa del pellet, de resistir a la rotura en el sistema de manejo a granel.

Este estudio se realiza principalmente para dos tipos de presentaciones del alimento: los *crumbles* (pellets enteros que fueron reducidos de tamaño, tales como los alimentos pre-inicio, inicio y crecimiento), así como para los pellets enteros.¹⁶

Cada uno de estos análisis requiere el uso de un equipo distinto, como condiciones de simulación distintos. En la planta de alimentos balanceados se hace solo el estudio de los pellets. La obtención del porcentaje de durabilidad del pellet (PDI) se da por la siguiente ecuación:

¹⁶ American Feed Industry Association, Inc. (1994). *Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados*. Apéndice E: Croquetas, pellets y migajas – Definiciones y métodos para establecer el peso específico, durabilidad y contenido de humedad. (Página 528)

$$\% \text{PDI} = \left[\frac{\text{Peso después del volcado}}{\text{Peso total}} \right] \times 100$$

A continuación se presentan los rangos de calificación del pellet, de acuerdo a los resultados de la prueba. Estos están determinados por políticas del área de control de calidad.

Tabla 16 - Rangos de clasificación de la durabilidad del pellet

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Calificación	PDI	Calificación	PDI
Ótimo	Mayor a 95%	Malo	Entre 80 y 85%
Bueno	Entre 90 y 95%	Pésimo	Menor a 80%
Aceptable	Entre 85 y 90%		



CAPÍTULO III METODOLOGÍA

La metodología adoptada para la solución de problemas, denominada Ruta de la Calidad (*QC Story*), es un modo diferente de aplicar el ciclo PDCA. El problema se afronta y desarrolla siguiendo un procedimiento similar al desarrollo de una narración, el cual está estructurado básicamente en las siete fases siguientes, aunque muchos autores difieran en el número de pasos a seguir.

3.1 Definir el proyecto

Los objetivos de esta fase son definir y comprender la necesidad de mejora, así como de seleccionar proyectos concretos de mejora.

La determinación de los posibles temas debe producirse utilizando a tal fin todas las fuentes disponibles: indicaciones procedentes de los clientes, datos y hechos de la misma empresa, directrices o políticas de la dirección, etc. Además es conveniente considerar todas las sugerencias, sea cual fuere su fuente, así como examinar los problemas surgidos en proyectos precedentes.

Entre los posibles temas, seleccionar uno concreto en función de criterios de prioridad, de urgencia, de facilidad de resolución, de duración de los efectos o de entidad y rentabilidad de la

inversión. Esta primera fase se articula en tres actividades que deben desarrollarse secuencialmente:

- a) Comprender el ámbito del tema
- b) Recopilar datos para seleccionar el tema concreto
- c) Definir los objetivos

Una vez realizados los puntos señalados, es importante establecer el programa del trabajo que debe llevarse a cabo. Eso implica asimismo establecer un plazo máximo en el cual debe encontrarse la solución del problema. Si no se fija el plazo de solución de los problemas, se considerará que estos tienen una escasa prioridad.

Para el desarrollo de este punto, especialmente para la selección del problema en estudio, se usarán las siguientes herramientas: tormenta de ideas y matriz de priorización o votación razonada.

3.2 Evaluar la situación actual

Los objetivos de esta fase son definir las características del tema concreto, observándolo desde diversos puntos de vista; así como analizar los datos recogidos para obtener la mayor cantidad de información.

El entendimiento de la situación actual se logra enumerando todos los problemas posibles relacionados con el proceso, usando datos para validar que los “problemas” sean realmente problemas, y seleccionando el de más alta prioridad y, una vez más, usando datos para definir su magnitud.

El propósito principal de este paso es reunir información amplia y comprender la condición actual del problema, de modo que los miembros puedan establecer un conjunto definido de metas. Asimismo se establecen los objetivos de mejora. Para desarrollar este paso

se hará uso de las siguientes herramientas: gráficos de control (para controlar la estabilidad estadística de los indicadores o variables involucradas con estos) y gráficos de línea (para verificar el comportamiento histórico del indicador de control en cuestión).

3.3 Analizar el problema

El objetivo principal de este paso es tener una concepción clara de las medidas que se van a tomar para cada clase de problema. Después de seleccionar un tema, deben identificarse las causas y los efectos. Este es el paso más importante del proceso, ya que en él se identifica la causa raíz del problema y se determina lo que es necesario cambiar.

En el proceso de resolución de problemas es muy importante examinar los resultados de acuerdo con las causas, identificando de ese modo la relación causa – efecto. Los miembros consideran todas las causas posibles de un problema y ven si existe correlación entre ellas. Entonces usan datos para verificar que las “causas” sean realmente causas y para decidir cuáles de ellas son causas raíz y seleccionar la más crítica. Los miembros también hacen una lluvia de ideas para las soluciones que permitan eliminar la causa más crítica, seleccionan la mejor de ellas y establecen un plan detallado para implementarla.

Las principales herramientas a usar en esta parte del estudio son el diagrama de causa – efecto (para estructurar la búsqueda de las causas probables del problema) y el diagrama de Pareto (para ordenar las causas e identificar las de mayor impacto en el problema).

3.4 Determinar e implantar las acciones correctivas

Después de identificar las causas, se examinan, evalúan y seleccionan las medidas correctivas. Este paso tiene como meta eliminar las causas raíz e implementar las medidas más efectivas para evitar la recurrencia de los problemas.

Todas las personas involucradas en el asunto se reúnen para discutirlo, considerando factores como la efectividad, el costo, la condición de las restricciones y los impactos entre ellos. Luego, los miembros implementan las medidas correctivas en las operaciones diarias, de acuerdo con el plan y monitorean los resultados.

Es preciso verificar que las medidas adoptadas no producen efectos colaterales en el propio departamento o taller, ni en otros departamentos de la empresa. Las actividades de esta fase son:

- Relacionar las medidas correctivas
- Seleccionar las medidas correctivas
- Formar al personal
- Aplicar las medidas correctivas planificadas
- Registrar el trabajo desarrollado

Existen dos tipos de medidas correctivas:

- 1) Acciones de intervención sobre fenómenos (resultados)
- 2) Acciones adoptadas para garantizar que no se repitan las causas que determinan el resultado

Para esta parte del estudio se usarán las siguientes herramientas y técnicas: lluvia de ideas (para llegar a la solución del problema), formato 5W2H (para organizar el conjunto de acciones correctivas) y hojas de verificación, basadas en el formato 5W2H realizado.

3.5 Valorar los resultados obtenidos

La verificación de los resultados nos señalará si han sido eficaces las medidas correctivas adoptadas para prevenir que el problema se repita. Los objetivos de esta fase son:

- Confirmar la identificación de las verdaderas causas del problema
- Verificar la consecución de los objetivos de mejora

Es preciso determinar si se han obtenido efectos positivos directos y si existen otros beneficios tangibles derivados de las medidas adoptadas. Además, conviene separar los efectos directamente derivados de las medidas correctivas de los posibles efectos inducidos, valorando las repercusiones económicas e identificando la posible presencia de otros efectos positivos intangibles (seguridad, motivación, participación, etc.).

Cuando una medida no resulta satisfactoria, será preciso volver a la fase de observación de la situación actual. En este punto, se usarán todas las herramientas abarcadas en el segundo paso de la metodología (con las que se describió la situación actual). El diagrama de Pareto también puede servir aquí para evaluar el efecto que tuvieron las acciones sobre el tamaño de los factores del problema.

3.6 Estandarizar

El objetivo de esta fase es consolidar los resultados obtenidos con la finalidad de prevenir que el problema se manifieste de nuevo. Podemos subdividir esta fase en los siguientes puntos:

- Realización adecuada de los preparativos necesarios y la comunicación de las normas
- Instrucción y adiestramiento
- Implantación de un sistema de atribución de responsabilidades para controlar si se han observado las normas

Si la fase anterior (valorar los resultados obtenidos) ha puesto de relieve la consecución del objetivo, la actividad siguiente consistirá en normalizar las medidas correctivas y en verificar continuamente la eficacia de tales medidas. Caso contrario, procede verificar las causas que han provocado el fracaso y determinar las medidas correctivas necesarias. En este punto del estudio no es necesario aplicar alguna herramienta en concreto.

3.7 Planificar las acciones futuras

Las conclusiones y la planificación de cara al futuro abordan de nuevo los problemas todavía pendientes y facilitan así la planificación de las futuras intervenciones para su resolución.

Las futuras intervenciones podrán ser objeto de otra *QC Story*. Finalmente, conviene efectuar un autoanálisis de la Ruta de la Calidad ya realizada, lo que facilitará la realización de las sucesivas intervenciones. Los objetivos de esta última fase son: planificar las medidas necesarias para la solución de los eventuales problemas restantes, y establecer un balance de la actividad de mejora.

Esta fase puede articularse en dos actividades sucesivas: la definición de problemas restantes, y el inicio de un nuevo ciclo de planificación, implementación, verificación y normalización. En esta última parte, la herramienta que cobra gran importancia en este punto es la lluvia de ideas o *brainstorming*, para definir una lista de proyectos futuros que el grupo podría enfrentar.

CAPÍTULO IV DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Definición del proyecto

Para definir el proyecto en base a la metodología empleada se enuncian y justifican los siguientes puntos.

4.1.1 Selección del problema

La necesidad de mejora por parte de la empresa se centra en aumentar la calidad de sus alimentos balanceados pelletizados que se producen en la planta de producción. La decisión fue tomada en base a la identificación de problemas existentes en el entorno de trabajo, es decir en la fábrica de alimentos balanceados para aves.

Los principales problemas encontrados se determinaron a partir de una sesión de *Brainstorming* o “tormenta de ideas”, de la cual se obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente tabla.

Asimismo, para la evaluación de los problemas, se establecieron siete factores con el propósito de tomar una decisión identificando el problema de mayor importancia en la empresa utilizando una tabla de doble entrada.

Tabla 17 - Tormenta de ideas sobre los problemas actuales en la planta

Elaborado por los autores

Problemas	Descripción	Tipo de problema	Indicadores de control
Calidad de los alimentos balanceados producidos	Los alimentos producidos por la planta no cumplen con los requerimientos mínimos para considerarse como buenos.	Problema de reducción	% Finos % Humedad
		Problema de incremento	% PDI Contenido nutricional
Planeamiento de los pedidos realizados a la fábrica	Los planes de producción se modifican con frecuencia, por la mala planeación del requerimiento de alimentos por parte de las granjas.	Problema de eliminación	Número de órdenes diarias adicionales
Tamaño de planta	Los requerimientos diarios de las granjas son generalmente superiores a la producción diaria que puede entregar la fábrica	Problema de incremento	Productividad de la fábrica de alimentos balanceados

Tabla 18 - Factores para la evaluación de los problemas

Elaborado por los autores

Factores	Descripción	Meta
Costo de oportunidad	Cuánto dejaría de beneficiarse la empresa si no resuelve el problema evaluado	Mayor costo de oportunidad
Duración	El tiempo que nos demandaría resolver el problema	Menor duración
Facilidad de solución	Facilidad en encontrar, planear y ejecutar la solución del problema	Mayor facilidad de solución
Frecuencia	La ocurrencia que tiene el problema en la empresa	Mayor frecuencia
Importancia	Qué tan importante es resolver el problema en la empresa	Mayor importancia
Inversión	La inversión que se necesita para resolver el problema	Menos inversión
Urgencia	Cuál es la urgencia de atacar dicho problema actualmente	Mayor urgencia

Tabla 19 - Evaluación de doble entrada de los problemas

Elaborado por los autores

Factores	Peso	Calificación		
		Calidad del producto	Planeamiento de pedidos	Tamaño de planta
Costo de oportunidad	21.90%	62.20%	13.10%	24.70%
Duración	15.20%	16.30%	29.70%	54.00%
Facilidad de solución	10.40%	44.30%	38.70%	16.90%
Frecuencia	20.40%	58.80%	8.90%	32.30%
Importancia	14.20%	58.20%	10.90%	30.90%
Inversión	9.00%	37.90%	33.10%	28.90%
Urgencia	8.90%	62.50%	13.60%	23.80%
TOTAL		49.94%	18.96%	31.07%

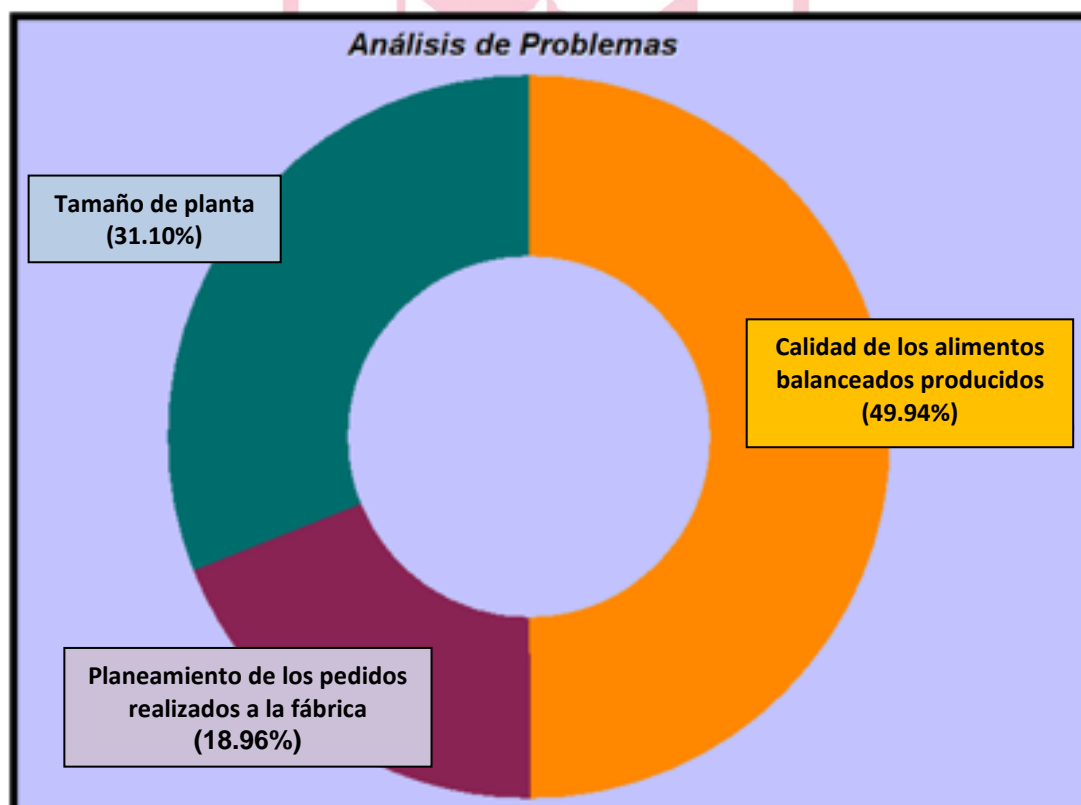


Figura 20 - Resultados del análisis de problemas

Elaborado por los autores

Como resultado, se obtuvo como problema a resolver la calidad del producto con un 50% aproximadamente en la evaluación total. Ahora bien, el proyecto solo abarcaría la mejora de la calidad de presentación de los productos terminados, pues la planta de alimentos balanceados cuenta solo con equipos para la evaluación de características físicas.

A continuación, se muestran las razones por las cuales conviene focalizar los esfuerzos de mejora en la parte de la alimentación, a comparación de los otros factores que intervienen en la variación de Factor de Conversión Alimenticia (FCA):

- La alimentación de los pollos de engorde constituye el 70% de su costo de producción, y a diferencia de las otras variables, es la única que fomenta el crecimiento y engorde de las aves (principal valor agregado de los pollos).
- Hay una mayor facilidad para controlar los indicadores en la alimentación, a diferencia de otros factores (suministro de agua para consumo, control del ambiente de crianza y la calidad del aire y de ventilación de los galpones), pues en ellos las condiciones varían de acuerdo a la localización de las granjas.

4.1.2 Beneficios esperados

Las justificaciones relacionadas al impacto positivo hacia los clientes y a la misma empresa se detallan a continuación:

- Los clientes estarán seguros de la ingesta de carne de pollo de buena calidad, libre de enfermedades. Por el lado de los compradores mayoristas, tendrán la confianza que las aves de NUTRIGOLD S.A.C. cumplen con el peso justo.
- La empresa se beneficia por la reducción de costos. Ésta se hace presente al producir menores cantidades de alimentos balanceados para la alimentación de sus aves, por la disminución de mermas en la ingesta de alimentos pelletizados por parte de los pollos de carne.

4.1.3 Ubicación del proyecto

El desarrollo del proyecto queda enmarcado dentro de la planta de alimentos balanceados de NUTRIGOLD S.A.C., específicamente en el área de producción de la misma.

Se trabajará en el área de laboratorio para efectuar las pruebas necesarias de control de calidad, de forma que se pueda verificar la situación actual de los indicadores en estudio, y los cambios en su estado derivados de la aplicación de medidas correctivas.

4.1.4 Justificación de la metodología a seguir

Se establecieron 4 factores para determinar la metodología a emplear, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 20 - Factores para la evaluación de las metodologías
Elaborado por los autores

Factores	Descripción	Meta
Costos	Los costos necesarios en la implementación de la solución de cada metodología	Menores costos
Complejidad	La complejidad de emplear la metodología y las herramientas del mismo	Menor complejidad
Participación	Los niveles de empresa involucrados en la implementación de la metodología	Mayor participación
Tiempo	El tiempo invertido en el desarrollo de la metodología	Menor tiempo

En esta evaluación se utilizó el software Expert Choice, el cual es un programa especializado para la toma de decisiones, para determinar los pesos de cada factor y la calificación correspondiente a cada metodología en estudio.

Como se muestra en las figuras a continuación, se obtuvo como mejor alternativa la metodología de la Ruta de la Calidad (31.29%) para ser empleada en la solución del problema.

Tabla 21 - Evaluación de doble entrada de las metodologías

Elaborado por los autores

Factores	Peso	Calificación				
		Six Sigma	Ruta Calidad	Kaizen	TOC	Lean Man.
Costos	0.314	0.131	0.309	0.150	0.297	0.113
Complejidad	0.366	0.066	0.337	0.301	0.193	0.104
Participación	0.190	0.134	0.303	0.314	0.116	0.134
Tiempo	0.130	0.094	0.268	0.114	0.356	0.167
TOTAL		0.103	0.313	0.232	0.232	0.121

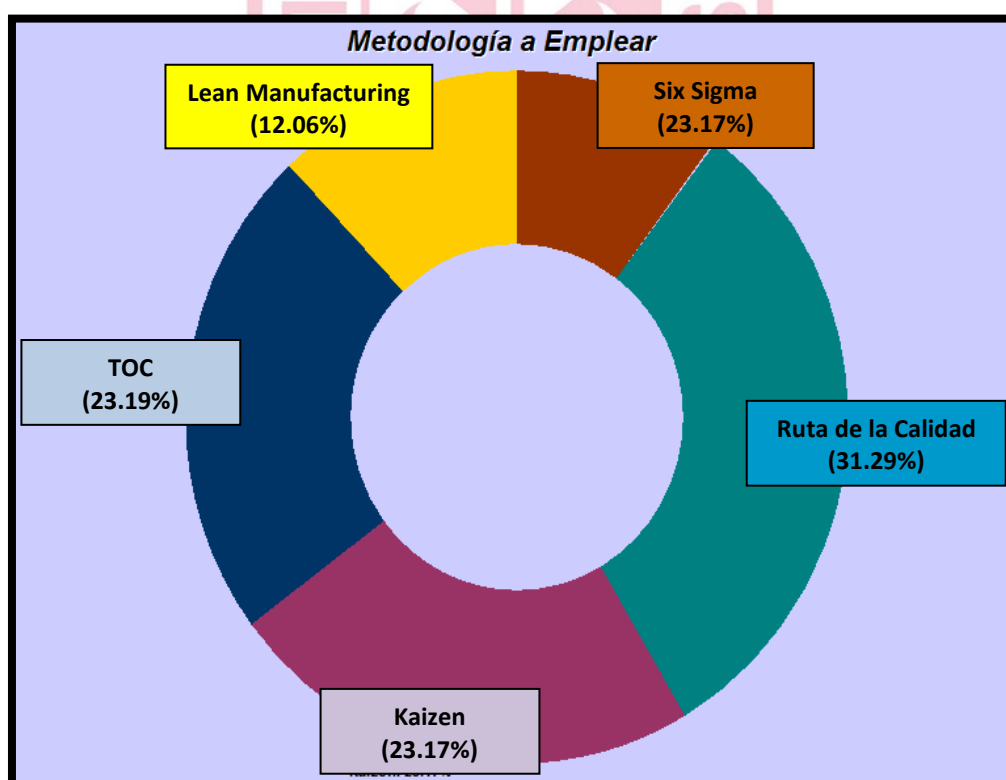


Figura 21 - Resultado de la metodología a emplear

Elaborado por los autores

4.1.5 Cronogramas

a) Cronograma de trabajo

Tabla 22 - Resumen de los pasos del proyecto
Elaborado por los autores

N°	Nombre del paso	Mes 01	Mes 02	Mes 03	Mes 04	Mes 05	Mes 06	Mes 07	Mes 08
1	Definir el proyecto								
2	Evaluar la situación actual								
3	Investigación del Marco Teórico								
4	Analizar el problema								
5	Determinar e implantar las acciones correctivas								
6	Valorar los resultados obtenidos								
7	Estandarizar								
8	Planificar acciones futuras								

b) Cronograma de actividades

Tabla 23 - Detalle de las actividades del proyecto

Elaborado por los autores

Paso	Actividades	Mes 01				Mes 02				Mes 03				Mes 04				
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Definir el proyecto	Seleccionar el proyecto concreto de mejora	■																
	Determinar la situación problemática		■															
	Establecer la metodología a implementar		■															
	Diagnóstico de la empresa		■	■														
	Definir los objetivos		■	■														
	Establecer el cronograma de trabajo		■	■														
Evaluar la situación actual	Recolección de información de la empresa			■	■													
	Analizar los datos obtenidos				■	■												
	Identificar las limitaciones y viabilidades					■	■											
	Analizar los problemas encontrados					■	■											
	Seleccionar los problema de mayor prioridad						■	■										
	Establecer los objetivos de mejora							■	■									

Paso	Actividades	Mes 01				Mes 02				Mes 03				Mes 04			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Investigación del Marco Teórico	Búsqueda de temas de calidad y mejora de procesos																
	Investigación de las 7 Herramientas de la calidad																
	Investigación de las metodología de mejora de calidad																
	Investigación de otras herramientas de calidad																
	Recolección de información de la industria avícola																
	Obtención de información técnicas de alimentos balanceados																
Analizar el problema	Elaboración del plan detallado de actividades																
	Identificación de las causas de los problemas principales																
	Determinación de las causas críticas																
	Identificación de las sub causas principales																
	Elaboración de las posibles soluciones																
	Determinación de las mejores soluciones a implementar																

Paso	Actividades	Mes 04				Mes 05				Mes 06				Mes 07			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Determinar e implantar las acciones correctivas	Discutir y elegir las medidas correctivas	■	■	■													
	Planeamiento de acciones correctivas (5W2H)			■	■												
	Capacitar al personal involucrado					■	■			■	■						
	Ejecutar las medidas correctivas							■	■	■	■						
	Supervisar ejecución correcta de las medidas correctivas								■	■	■	■					
	Registrar el trabajo desarrollado										■	■	■				
Valorar los resultados obtenidos	Verificar la consecución de las correcciones implementadas											■	■				
	Verificar el logro de las metas											■	■				
	Identificar los efectos producidos												■				
	Determinar las repercusiones económicas													■			

Paso	Actividades	Mes 05				Mes 06				Mes 07				Mes 08			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Estandarizar	Realizar preparativos y comunicación de las normas																
	Normalizar las medidas correctivas																
	Verificar eficacia de las medidas correctivas																
Planificar acciones futuras	Planificar soluciones a problemas eventuales																
	Establecer un balance de la actividad de mejora																
	Identificar los problemas restantes																
	Definir posibles proyectos futuros																
	Supervisar y documentar el proyecto terminado																

4.2 Evaluación de la situación inicial

El problema en estudio ha estado presente en los últimos 7 años, cuando la planta de alimentos balanceados retornó a las operaciones después de un largo período de inactividad de toda la empresa.

Esta planta se encarga de suministrar alimentos balanceados a todas las granjas de la empresa. Por ello tiene la necesidad

de producir grandes cantidades de alimentos, de distintos tipos según las edades de los pollos que se están criando.

Desde el momento que la empresa reinició sus operaciones en la planta de alimentos balanceados, se dejaron de lado las prácticas de control de calidad que se tenía anteriormente. La fábrica se limitó a analizar el ingreso de materias primas de forma organoléptica, y a realizar controles poco relevantes en los productos terminados.

4.2.1 Programación de la producción

La planta de alimentos balanceados de NUTRIGOLD S.A.C. trabaja de lunes a sábados para surtir la demanda semanal de cada una de las granjas con las que labora. De lunes a viernes trabaja en dos turnos: el primero de 8 horas (11pm a 7am) y el segundo es variable, de acuerdo a los pedidos de último momento que se reciben de las granjas (varía desde 8am-9am hasta 3pm-6pm). Los domingos se dedican íntegramente a las actividades de mantenimiento y limpieza de los equipos de producción y de la fábrica en general, que no están siendo estrictamente supervisados.

Si bien es cierto que los horarios de ambos turnos son los mencionados, en la realidad no se trabaja de forma estricta debido principalmente a los requerimientos diarios de alimentos balanceados de las granjas, así como de la disponibilidad de materias primas y de su recepción. En general la fábrica opera de forma irregular, pues hay días que se laboran ambos turnos, y otros donde se trabaja uno solo.

4.2.2 Estado del laboratorio de control de calidad

La planta cuenta con un laboratorio diseñado para realizar pruebas en alimentos terminados. Esto verifica que se encuentren dentro de los valores estipulados por la misma empresa, sin ejercer correctivos ante incumplimientos de las especificaciones. También se

encarga de analizar los insumos que ingresan diariamente a la planta (maíz y torta de soya).

Para efectuar estos análisis, se cuenta con diferentes equipos, muchos de los cuales están en desuso. Actualmente se utilizan equipos e instrumentos para la determinación de las siguientes pruebas: granulometría de los alimentos balanceados en general, y durabilidad de los alimentos pelletizados.

a) Equipos para el análisis granulométrico

Para determinar el tamaño de los alimentos producidos y la longitud de los productos pelletizados se usan diferentes tipos de mallas o tamices, los cuales tienen números distintos de acuerdo al alimento balanceado que se va a hacer pasar por los mismos.



Figura 22 - Tamices ASTM para análisis de granulometría

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Hay recipientes de fondo para almacenar todos los polvos y alimentos destruidos que se generan al trabajar con estas mallas, también se cuenta con bandejas para almacenar la masa de alimentos conformes del total de la muestra, para facilitar su pesado posterior. En esta actividad se hace uso de balanzas electrónicas.



Figura 23 - Elementos de trabajo para tamizado

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

b) Equipos para el análisis de durabilidad

Para determinar la durabilidad de los alimentos en presentación de pellets, en el laboratorio existe un equipo diseñado por el personal, basado en bibliografía básica para el trabajo en una planta de alimentos balanceados de cualquier tipo.



Figura 24 - Equipo para ensayo de durabilidad del pellet (PDI)

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Esta máquina realiza la simulación del transporte bajo ciertas condiciones ya estipuladas. Se ingresan muestras de alimento en cada uno de los compartimientos que posee este equipo, y luego se hace rotar estas muestras con una frecuencia de 50 RPM, durante 10 minutos. Previamente estas muestras deben pasar un análisis de granulometría.

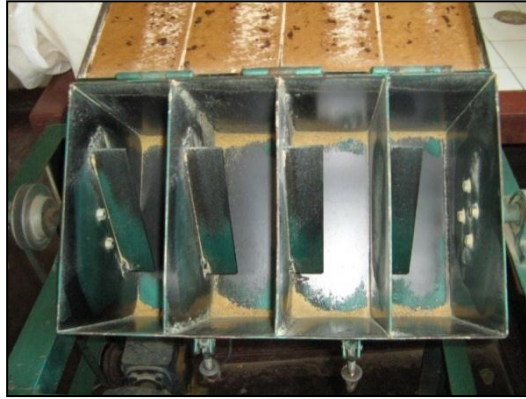


Figura 25 - Compartimientos internos del equipo de simulación

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Luego se procede a tamizar los resultados (usando las mallas descritas previamente) y allí se determina realmente el porcentaje de PDI del alimento. Para este tipo de análisis, se probaron distintas cantidades de alimento para la simulación, pero actualmente se trabaja con un peso de muestra de 1 kilogramo. Sin embargo debería trabajarse con un peso de 500 gramos por muestra¹⁷ para la obtención de un buen indicador.

4.2.3 Estado de las pruebas realizadas para control de calidad

Las pruebas de granulometría y durabilidad del pellet son realizadas de forma diaria en la fábrica. Sin embargo, son ejecutadas por uno de los jefes de turno, debido a que el departamento de control de calidad se encuentra sin personal desde fines del 2009.

El tratamiento de las muestras es algo similar para ambos análisis. Después del estudio de granulometría, la masa de alimentos finos es guardada en un saco, que al llenarse pasará a la parte productiva para reprocesarse en un tipo de alimento (finalizador). Luego los alimentos que clasificaron como buenos serán almacenados, o en todo caso se usarán para el análisis de durabilidad.

¹⁷ American Feed Industry Association, Inc. (1994). *Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados*

En el segundo estudio, la muestra resultante se almacena en el mismo laboratorio con la fecha del análisis, y la masa de alimentos destruidos se trata de forma similar al análisis anterior.

En el caso de las pruebas de humedad, así como en el estudio de las condiciones de la materia prima ingresante, se han estado investigando la forma de retomar sus análisis.



Figura 26 - Muestras analizadas y almacenadas en laboratorio

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Principalmente el problema suscitado en esta área radica en la ausencia de un profesional en el laboratorio de control de calidad. Por tanto se puede deducir que las variaciones marcadas en el estudio de los resultados diarios podrían deberse a la poca experiencia de los jefes de turno para realizar las pruebas en el alimento muestreado.

4.2.4 Condiciones actuales de los indicadores en estudio

Como se dijo en principio, existen muchos indicadores de trabajo para determinar qué tan bien se están obteniendo los alimentos balanceados en la planta. Sin embargo, se abarcará el análisis de 2 variables: la durabilidad de los alimentos pelletizados (PDI) y el estudio de la granulometría del total de alimentos balanceados.

En el estudio de la calidad de presentación se dejó de lado los ensayos concernientes a la humedad de los alimentos, debido a que no se contaba con data histórica suficiente para un adecuado análisis.

a) Granulometría de alimentos balanceados

Se realizó una estratificación de las muestras de trabajo. Esto consistió en separar los resultados por turnos de trabajo (primer y segundo turno), y además por tipo de alimento (desde pre-inicio hasta acabado), obteniéndose un total de 10 grupos de datos, los cuales se resumieron con el uso de gráficas de control. Se identificó la normalidad de los datos antes de aplicar estas herramientas de la calidad.

Para los grupos de datos que no se ajustan a una distribución normal, se usó la transformación Box-Cox para poder realizar las gráficas de control correspondientes. Después de realizarlas, se procedió a su respectivo análisis y se encontraron las siguientes observaciones, resumidas y agrupadas de acuerdo a su frecuencia.

- 1) Niveles: En todas las gráficas realizadas, los resultados de los indicadores en análisis superan los valores máximos y mínimos que la fábrica maneja como adecuados, es decir los límites de especificación. Estos pueden ser apreciados en el Marco Teórico.
- 2) Control Estadístico: En general, las gráficas de control muestran que la mayor parte de los alimentos balanceados representados (específicamente: inicio, crecimiento y acabado) se encuentran en control estadístico en ambos turnos.
- 3) Estabilidad: Los alimentos y turnos en estudio presentan una inestabilidad dentro de cada análisis realizado, salvo en el caso del alimento acabado, que presenta estabilidad en ambos turnos. Los valores obtenidos presentan picos elevados de variabilidad.
- 4) Estratificación: En las gráficas de pre-inicio y finalizador (ambos en el primer turno) se puede observar una estratificación de datos por debajo de la línea central. Los comportamientos se muestran aislados

en el tiempo: el primero a inicios de marzo y el segundo en la mitad de abril. Con esto, se pueden identificar distintas posibilidades de variaciones no aleatorias:

- Las tomas de muestra y ensayos no han sido regulares en todo el periodo de tiempo de análisis (3 meses)
 - Durante el periodo de tiempo en que sucedieron estos comportamientos se realizó con mayor rigurosidad este proceso de estudio de muestras.
 - Existió una estabilidad en cuanto a las variables de trabajo que se controlan en las operaciones del proceso productivo en un lapso aproximado de 1 semana.
- 5) Valores extremos: En varias gráficas se identifican puntos extremos, por encima o debajo de los límites de control superior e inferior. La explicación más razonable es que el jefe de turno encargado del análisis no lo realizó adecuadamente.
 - 6) Patrones: En el análisis específico del alimento finalizador (producción de primer turno) se aprecia un patrón de resultados similares a inicios del mes de febrero, con valores muy elevados. Además, a finales del mismo mes se observa otro patrón de resultados más bajos. Aquí se puede hablar de causas asignables relacionadas directamente con el personal de trabajo o con los equipos usados en el proceso productivo.
 - 7) Suficiencia de datos: La cantidad de datos recopilados para el estudio del alimento finalizador en el segundo turno es muy reducida, por lo cual la gráfica de control no permite tomar una decisión adecuada sobre su producción.

A continuación se muestra una gráfica de control correspondiente al estudio de granulometría. Las gráficas completas pueden ser visualizadas en el apartado de Anexos.

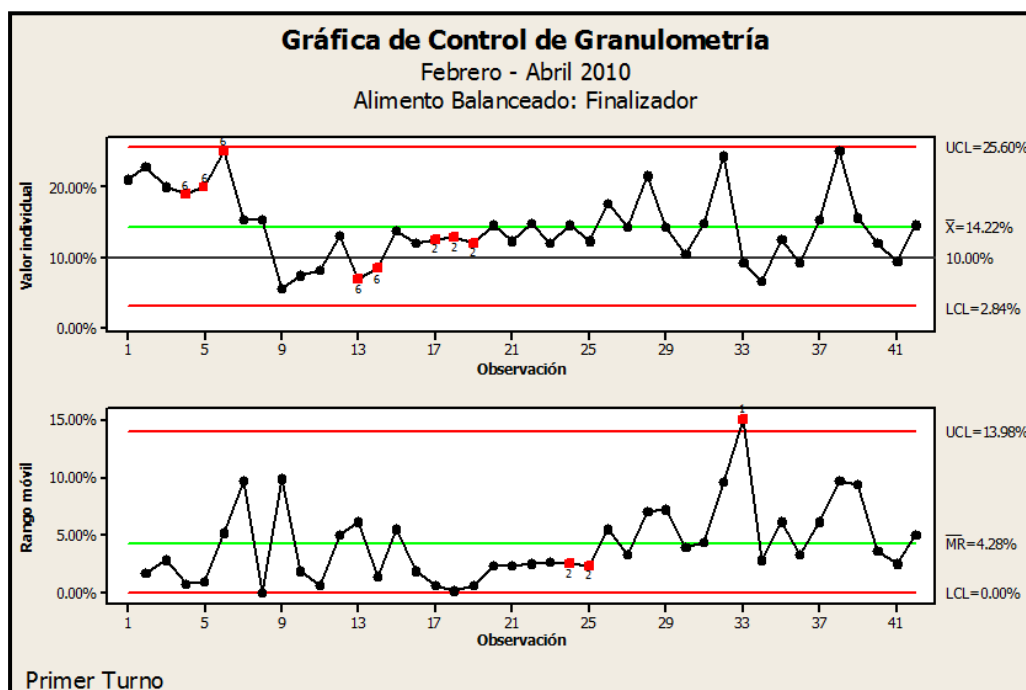


Figura 27 - Gráfica del alimento balanceado Finalizador (primer turno)
 Elaborado por los autores

b) Durabilidad de los alimentos pelletizados

Para este ensayo se tuvieron en cuenta solo los alimentos balanceados “acabado” y “finalizador”, porque son los únicos que se distribuyen con la presentación de pellets. Los alimentos “crecimiento”, “inicio” y “pre-inicio” son también denominados *crumbles* o alimentos partidos, pues provienen de la destrucción parcial de los pellets enteros.

Después de realizarse una estratificación de la totalidad de muestras recopiladas, se obtuvieron 4 gráficas de control. Estas dividen a los datos por turnos de trabajo, como también por los 2 tipos de alimentos en estudio. Para cada uno de estos alimentos se encontraron observaciones, después de analizar los resultados obtenidos en las gráficas.

Respecto al alimento “acabado”, a lo largo de los 3 meses en estudio se puede notar una total irregularidad en los resultados obtenidos desde la primera mitad de febrero hasta la primera quincena de marzo. No obstante, en la segunda parte de febrero se obtuvieron los mejores

resultados registrados para este alimento. Aun así, su producción no se encuentra bajo control estadístico.

Además se debe señalar que los valores más bajos están clasificados por la empresa como pésimos (inferiores al 80%). En principio, las caídas en estos resultados de durabilidad se debieron a un cambio de fórmula en los alimentos balanceados, por un incidente producido con la soya integral. Se encontraron lotes infestados de la misma, y al ser netamente un producto importado de Bolivia, su disponibilidad era limitada. Por tanto se cambió este insumo por aceite.

Finalmente se observa que el trabajo del segundo turno es más estable que en el primero, así como también se obtienen mejores resultados en la durabilidad de los pellets.

Respecto al alimento “finalizador”, dentro del análisis del primer turno, los resultados obtenidos no se ajustan a una distribución normal. Por tanto no se encuentra en control estadístico y no se pueden elaborar las gráficas de control con estos datos.

Para verificar el comportamiento de los datos, se usó la transformación Box-Cox, y se observó que los valores de durabilidad son elevados, superiores a los límites aceptables. Sin embargo, presentan notorias variaciones en los resultados obtenidos. En el caso del segundo turno, también se verificó la normalidad y el control estadístico de este, aunque se acota que la cantidad de valores de estudio es reducida. En ambos turnos se observó estabilidad del proceso productivo.

4.2.5 Establecimiento de metas

Luego de realizar el análisis respectivo de la situación actual de la planta de alimentos balanceados, se definen las siguientes metas:

a) Reducción de la variabilidad en los resultados de las pruebas de PDI y de granulometría de alimentos balanceados.

Habiendo observado la inestabilidad del proceso productivo en las gráficas de control analizadas, el logro de esta meta es primordial. El objetivo perseguido es el de reducir esta variabilidad lo máximo posible, para lograr la estabilidad en la producción de alimentos balanceados.

b) Disminución de los niveles de finos en un 50% para los alimentos balanceados, dentro del análisis de granulometría.

Esta cifra tentativa es principalmente orientada a los alimentos denominados como “crumbles” (crecimiento, inicio y pre-inicio), ya que estos son los que presentan porcentajes de finos que sobrepasan en demasía a los límites máximos que la planta de alimentos balanceados estima como conveniente.

c) Mantener los niveles de durabilidad de alimentos pelletizados por encima del 85%.

Esta meta busca conservar el PDI en un nivel aceptable por lo menos, según los porcentajes que la fábrica en estudio maneja dentro de una escala de calificación de este indicador de control.

La necesidad de mejora por parte de la empresa radica en aumentar la calidad de los alimentos balanceados producidos por su planta de producción. Ahora bien, el proyecto solo abarcaría la mejora de la calidad de presentación de los productos terminados.

4.3 Análisis del problema

Para el análisis del problema se procedió a la determinación de las causas del problema central. Para ello se elaboró un diagrama de causa – efecto o diagrama de Ishikawa, en el cuál se agrupan las causas en 4 grupos de acuerdo a su naturaleza.

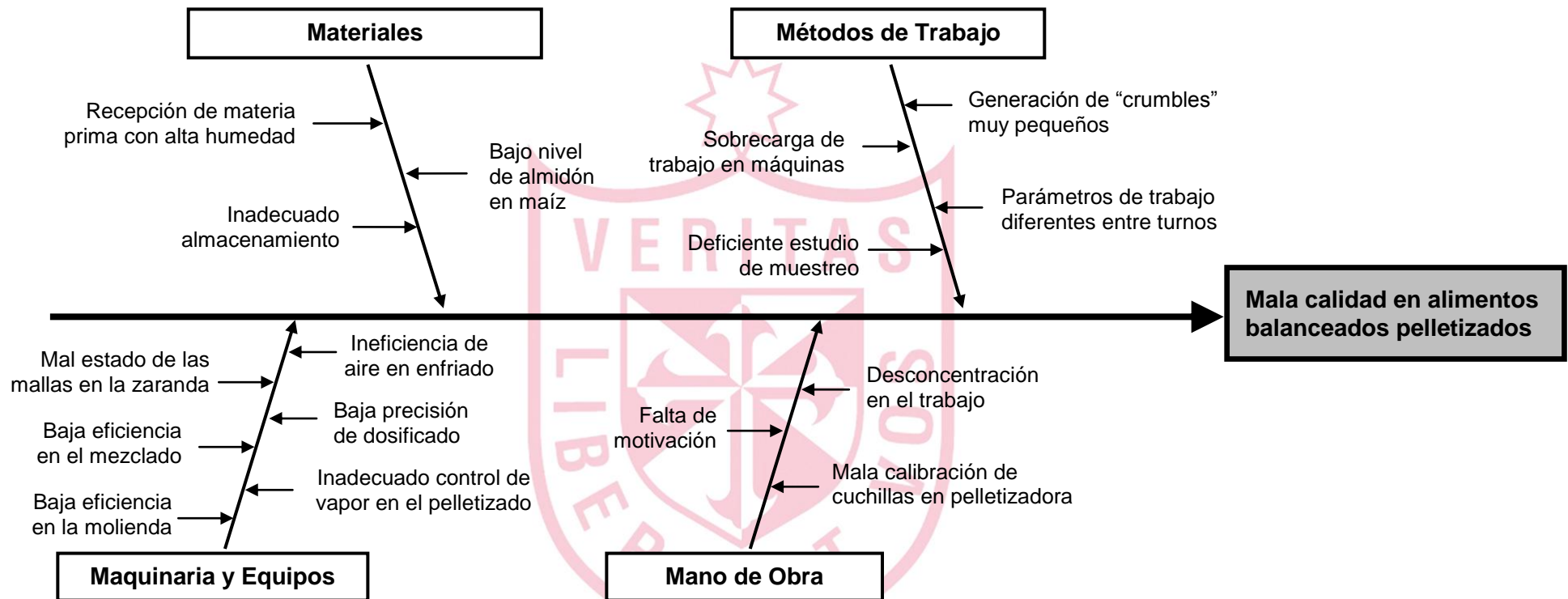


Figura 28 - Diagrama de Ishikawa para el problema central
Elaborado por los autores

Tabla 24 - Descripción de las causas del problema principal

Elaborado por los autores

Causas	Descripción
1. Sobrecarga de trabajo en máquinas	Sobrecarga de insumos en máquinas debido a retrasos, sobrecarga en zaranda por insuficiente capacidad.
2. Parámetros de trabajo diferentes entre turnos	Medidas de temperatura, presión, tiempos, etc., diferentes entre el turno de mañana y el de noche, debido a su experiencia y competitividad.
3. Recepción de materia prima con alta humedad	Materia prima con humedad sobre el nivel permitido (aprox. 13%) con incondicional aceptación por política de la empresa.
4. Inadecuado almacenamiento	Almacenamiento temporal bajo el sol para reducir la humedad, pero afectado por contaminación, insectos, aves y posible lluvia.
5. Bajo nivel de almidón en maíz	El almidón ayuda a dar la dureza al pellet. El maíz internacional contiene mucho menos almidón que el nacional.
6. Ineficiencia de aire en enfriado	El aire utilizado actualmente para el enfriado proviene del medio ambiente.
7. Mal estado de las mallas en la zaranda	Agujeros que dejan pasar productos defectuosos con valores de granulometría inadecuada.
8. Baja precisión de dosificado	Carros de llenado con la tecnología escasa para una buena precisión en las medidas de las cantidades necesarias de los insumos a mezclar.
9. Baja eficiencia en el mezclado	Equipo de mezclado ineficiente, no cumpliendo con mezcla homogénea.
10. Baja eficiencia en la molienda	Martillos de molienda ineficientes no muelen apropiadamente la mezcla.
11. Inadecuado control del vapor en el pelletizado	Vapor saturado utilizado en pelletizadora no cumple satisfactoriamente con calentamiento de la materia a pelletizar.
12. Falta de motivación	Personal de trabajo con baja motivación afectando su desempeño.
13. Desconcentración en el trabajo	Personal desconcentrado o distraído durante el control de los procesos.
14. Mala calibración de cuchillas en pelletizadora	Inadecuada calibración de cuchillas en pelletizadora afectando el corte adecuado del pellet para cada tipo de producto.
15. Generación de "crumbles" muy pequeños	Existe una gran cantidad de alimento balanceado de tipo "crumble" de tamaño muy pequeño
16. Deficiente estudio de muestreo	No se realiza de forma estricta la toma de muestras ni el análisis adecuado de cada uno de los factores

Determinadas las causas se procedió a la evaluación de estas para determinar las causas vitales o de mayor incidencia en el problema central.

Se solicitó la ayuda del Jefe de Planta, el Ing. César Cano, y los jefes de turno, los Sres. Víctor Carbonel y Carlos Yupanqui, en la elaboración de la Tabla de Pareto para determinar la incidencia de cada causa en el problema central, ocurrido en el periodo febrero – abril.

Tabla 25 - Tabulación de las incidencias de cada causa encontrada
Elaborado por los autores

Causas	Incidencia (Días)	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
C 1	36	23.23%	23.23%
C 15	18	11.61%	34.84%
C 16	15	9.68%	44.52%
C 2	14	9.03%	53.55%
C 6	14	9.03%	62.58%
C 7	12	7.74%	70.32%
C 5	08	5.16%	75.48%
C 11	08	5.16%	80.65%
C 14	08	5.16%	85.81%
C 3	06	3.87%	89.68%
C 10	03	1.94%	91.61%
C 4	03	1.94%	93.55%
C 13	03	1.94%	95.48%
C 9	03	1.94%	97.42%
C 8	02	1.29%	98.71%
C 12	02	1.29%	100.00%

En el siguiente diagrama de Pareto se identifican las causas vitales del problema, que son las que están por debajo del 80% acumulado (causas 1, 2, 5, 6, 7, 11, 15 y 16). Se descarta la causa número 5, dado que se encuentra en el campo nutricional del alimento balanceado, y esta es una limitante en el proyecto.

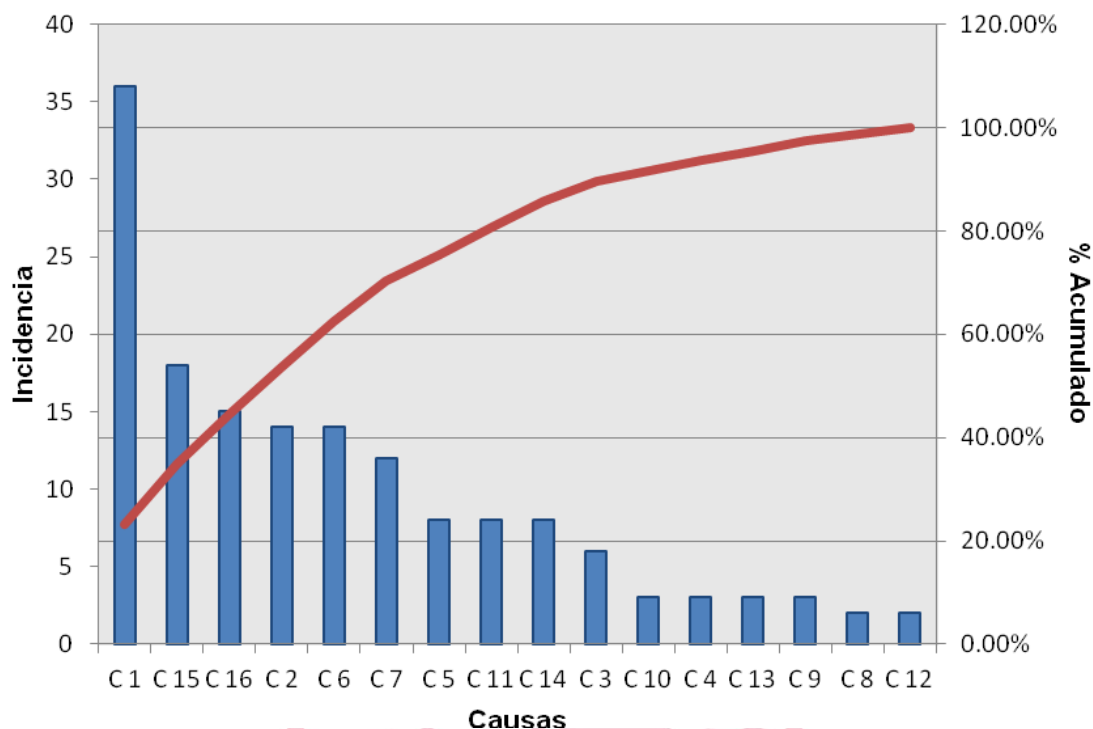


Figura 29 - Diagrama de Pareto de las causas del problema principal
Elaborado por los autores

4.4 Determinación de las acciones correctivas

En este paso se establecen las acciones correctivas más apropiadas para eliminar las causas raíces precisadas previamente. Para este propósito se recurre a la herramienta de lluvia de ideas, que permite identificar las sub-causas de cada causa vital para determinar con mayor facilidad las ideas de solución directas, evaluadas en función a la efectividad y el cumplimiento de los objetivos establecidos. Una vez determinadas las acciones correctivas de mayor importancia, la planificación detallada de estas mismas se realiza mediante el formato 5W2H. El desarrollo se muestra en los siguientes cuadros.

ÁREA: Línea de Producción de Pelletizado
 PROBLEMA: Sobrecarga de máquinas
 RESPONSABLES: Jefe de Planta Ing. César Cano
Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Alta producción demandada	Planeamiento y Control de la Producción (PCP)	Media
2	Retrasos de producción	Planificación de los Requerimientos de Material (MRP)	Baja
3	Inadecuado mantenimiento	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Medio
4	Inadecuado cálculo del tiempo de procesamiento	Medición del Trabajo	Media
5	Mal control de máquinas	Estandarización del trabajo con Equipos	Alta
6	Insuficiente capacidad de máquinas	Ampliación de la línea de pelletizado (pelletizadora - enfriador - zaranda)	Baja
7	Reprocesamiento en pelletizadora	Modificación del Flujo de pellets a reprocesar	Media

Figura 30 - Formato de lluvia de ideas para "sobrecarga de máquinas"

Elaborado por los autores

ÁREA: Área de Producción
 PROBLEMA: Diferencia de trabajo entre turnos
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Falta de control del supervisor de turno	Medición del Trabajo	Media
2	Diferente experiencia de trabajadores	Implementación de Manuales de Trabajo	Alta
3	Competitividad	Implementación de Manuales de Trabajo	Alta

Figura 31 - Formato de lluvia de ideas para "diferencia de trabajo entre turnos"

Elaborado por los autores

ÁREA: Máquina de Enfriado
 PROBLEMA: Ineficiencia en enfriado
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Inadecuado manejo del enfriador	Implementación de Manuales de Trabajo	Alta
2	Abastecimiento de aire caliente	Control del aire de alimentación	Baja
3	Saturación de alimento en faja	Incremento de la superficie de enfriamiento	Baja
4	Mal funcionamiento del extractor de aire	Reparación o cambio de Extractor	Baja

Figura 32 - Formato de lluvia de ideas para "ineficiencia en enfriado"

Elaborado por los autores

ÁREA: Máquina de Zaranda
 PROBLEMA: Mal estado de la Zaranda
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Mallas rotas	Reemplazo de mallas	Baja
2	Vibración insuficiente	Implementación de Manuales de Trabajo	Media
3	Sustitución excesiva de mallas	Planeamiento y Control de la Producción (PCP)	Media
4	Mantenimiento inadecuado	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media
5	Limpieza inadecuada	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Baja

Figura 33 - Formato de lluvia de ideas para "mal estado de la zaranda"
 Elaborado por los autores

ÁREA: Máquina de Pelletizado y Caldera
 PROBLEMA: Inadecuada alimentación de vapor
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Obstrucción por formación de sedimentos	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media
2	Deficiente relación aire - combustible en la producción de vapor de la caldera	Mejora de la eficiencia en la producción de vapor	Media
3	Mal cálculo del operario en el pelletizado	Implementación de Manuales de Trabajo	Alta
4	Descuido o distracción del operario	Medición del Trabajo	Media
5	Tuberías en mal estado	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media
6	Instrumentación en mal estado	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Baja
7	Indicadores descalibrados	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media

Figura 34 - Formato de lluvia de ideas para "inadecuada alimentación de vapor"

Elaborado por los autores

ÁREA: Zona de quebrantado
 PROBLEMA: Generación de crumbles muy pequeños
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Mal ajuste de la distancia entre rodillos	Implementación de Manuales de Trabajo	Alta
2	Rodillos en mal estado	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media
3	Mecanismo de quebrantado defectuoso	Implementación de Mantenimiento Preventivo	Media

Figura 35 - Formato de lluvia de ideas para "generación de crumbles muy pequeños"

Elaborado por los autores

ÁREA: Laboratorio de Control de Calidad
 PROBLEMA: Deficiente estudio de muestreo
 RESPONSABLE: Jefe de Turno Víctor Carbonel
Jefe de Turno Carlos Yupanqui
Cano Solano, Carlo Mario
Noél Diestro, Max Gianfranco

N°	Causa	Idea de solución	Efectividad
1	Toma de muestras realizada sin tomar en cuenta protocolos establecidos	Capacitación del personal para la normalización de las actividades de control	Alta
2	Ensayos de laboratorio no se realizan bajo protocolos establecidos	Capacitación del personal para la normalización de las actividades de control	Alta
3	Información recopilada no se usa en la solución de problemas	Uso de la información diaria para la detección de problemas	Alta

Figura 36 - Formato de lluvia de ideas para "deficiente estudio de muestreo"

Elaborado por los autores

Tabla 26 - Matriz 5W2H
Elaborado por los autores

¿Qué?	¿Quién?	¿Cómo?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cuánto?
Implementación de Mantenimiento Preventivo	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefe Mantenimiento	- Revisión del programa de mantenimiento actual. - Control de frecuencias de inspección y de registros.	Inadecuado mantenimiento	Línea de Pelletizado	2 meses	S/.4,000
		- Programación de horarios de limpieza de mallas. - Determinación del tiempo de vida útil de los tamices.	Mantenimiento inadecuado	Zaranda	2 meses	S/.4,000
		- Verificar existencia de obstrucción en tuberías. - Programación de un cronograma de limpieza de tuberías. - Reprogramación de mantenimiento a calderas y ablandadores.	Obstrucción por formación de sedimentos	Tuberías de transporte de vapor	1.5 meses	S/.3,000
		- Determinación de las pérdidas actuales por tuberías. - Evaluación de la relevancia de dichos resultados y posible cambio de tuberías.	Tuberías en mal estado	Tuberías de transporte de vapor	1.5 meses	S/.3,000
	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Verificar causas que ocasionaron desgaste de rodillos. - Cambio de rodillos/repuestos. - Programación de fechas para mantenimiento.	Rodillos en mal estado	Equipo quebrantado	1.5 meses	US\$7,000

Implementación de Manuales de Trabajo	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Determinación del control necesario por parte del operario para el funcionamiento normal del equipo. - Creación de documentos de consulta sobre uso del equipo.	Inadecuado manejo del enfriador	Enfriador	2.5 meses	S/.5,000
	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Determinación de la distancia adecuada para la producción de "crumbles". - Creación de documentos de apoyo para ajustes posteriores.	Mal ajuste de la distancia entre rodillos	Equipo quebrantado	1.5 meses	S/.3,000
	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Implementación de manuales de trabajo con máquinas.	Mal control de máquinas	Línea de Pelletizado	1.5 meses	S/.3,000
	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno Operarios de pelletizado	- Estudio de parámetros de trabajo de la operación. - Creación de documentos de apoyo para producción.	Mal cálculo del operario en el pelletizado	Área de pelletizado	2 meses	S/.4,000
	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno Operarios	- Elaborar hojas de registro de parámetros de trabajo. - Estudio de las variables significativas del proceso. - Determinación de los valores permisibles de las variables del proceso para una producción adecuada.	Diferente experiencia de trabajadores	Área de Producción	2.5 meses	S/.2,000

Medición del Trabajo	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Determinación de tiempo de producción por batch. - Control de la eficacia de pelletizado.	Inadecuado cálculo del tiempo de procesamiento por parte del operario	Línea de Pelletizado	2 meses	S/.4,000
		- Programación de horarios de supervisión. - Implementación de hojas de registros para inspección.	Falta de control del supervisor de turno	Área de Producción	2.5 meses	S/.3,000
Planeamiento y Control de la Producción (PCP)	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta	- Establecimiento de Stocks de Seguridad de AA.BB. - Implementación de Almacén de Productos Terminados.	Alta producción demandada	Planta de Producción	2 meses	S/.4,000
Modificación del Flujo de pellets a reprocesar	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta	- Diseño de un sistema de reprocesamiento con una tolva de almacenamiento preventivo de pellets.	Reprocesamiento en pelletizadora	Línea de Pelletizado Área de diseño e ingeniería	2 meses	US\$ 15,000
Mejora de la eficiencia en la producción de vapor	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Encargado de Eléctrica	- Determinación de la relación de alimentación adecuada. - Modificar la relación existente una mayor eficiencia de combustión.	Deficiente relación aire-combustible en la producción de vapor de la caldera	Caldera y suministros de GLP	1 mes	S/.2,000

Capacitación del personal para la normalización de las actividades de control	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Capacitación de los encargados para la toma de muestras representativas. -Capacitación de encargados para realización de ensayos de laboratorio.	Toma de muestras realizada sin tomar en cuenta protocolos establecidos	Línea de Producción	1 mes	S/.2,000
			Ensayos de laboratorio no se realizan bajo protocolos establecidos	Laboratorio de Control de Calidad	1 mes	S/.2,000
Uso de la información diaria para la detección de problemas	Cano Solano, Carlo Noél Diestro, Gianfranco Gerente de Planta Jefes de Turno	- Capacitación del personal para tabulación de datos obtenidos. - Capacitación del personal para la creación de gráficas de control y medios para el resumen de resultados.	Información recopilada no se usa en la solución de problemas	Planta de Producción	1.5 meses	S/.3,000



4.5 Implementación de acciones correctivas

Previo a la ejecución de las acciones planificadas en los puntos anteriores, se implementó la metodología “5S” para trabajar sobre un ambiente ordenado y limpio.

4.5.1 Implementación de las “5S”

a) Seiri

Como parte de la clasificación, se retiraron del laboratorio todos los elementos que no eran considerados en las tareas cotidianas, o en las operaciones de mantenimiento y limpieza. Se muestra a continuación su desarrollo.

Tabla 27 - Equipos, herramientas y elementos innecesarios

Elaborado por los autores

Artículo	Cantidad	Justificación
Horno eléctrico	1	En desuso
Cocina de 4 hornillas	1	En desuso
Tamices ASTM	3	Actualmente no requeridos
Mortero	1	En desuso
Platillo	10	En desuso
Termómetro de mercurio	5	Malogrados
Grupo de baterías	3	Ningún uso identificado
CPU	1	Obsoleto
Monitor	1	Obsoleto
Vasos de laboratorio	12	En desuso
Cajas	5	Ningún uso identificado

Tabla 28 - Equipos, herramientas y elementos necesarios
Elaborado por los autores

Articulo	Cantidad	Justificación
Tamices ASTM	5	Uso en pruebas de laboratorio
Plato de fondo	1	Uso en la operación de tamizado
Bandejas rectangulares	2	Para manejo de muestras de cada prueba realizada
Balanzas electrónicas	2	Para pesado de muestras en cada prueba realizada
Bolsas transparentes	50	Para recolección y manipuleo de muestras
Cucharas	2	Para muestreo de maíz
Termómetro de mercurio	1	Para medición de temperaturas en el proceso productivo
Pico de muestreo	1	Para muestreo de alimentos balanceados en campo
Batas de trabajo	2	Uniforme de trabajo en laboratorio
Laptop	1	Para vaciado de datos en hojas de trabajo virtuales
Equipo simulador	1	Máquina rotativa usada en la prueba de durabilidad del pellet
Cucharas dosificadores	2	Para preparación de muestras
Escobilla	1	Usada en la fase de tamizado
Saco	1	Para almacenar masa de la muestra que no es de importancia en análisis
Escritorio	1	Para trabajo diario
Documentos / Archivos	-	De consulta esporádica
Molino a escala	1	De uso esporádico

b) Seiton

El primer paso para ordenar implicó definir un nombre, código o color para cada clase de artículo. Se identificaron varios grupos: artículos para muestreo, para acondicionamiento de muestra, de medición, de oficina e informáticos. Estos nombres se propusieron en relación a los elementos de laboratorio.

En cuanto a los de almacén, la identificación por nombres es la siguiente: “menor a 1 semana”, “1 semana”, “2 semanas”, “3 semanas”, etc. Aquí la propuesta radicó más en agrupar las bolsas de muestras analizadas por el tiempo que pasan en almacén.

Luego se debió decidir dónde guardar las cosas tomando en cuenta la frecuencia de su uso. Esta parte únicamente se desarrolló para el laboratorio, por la naturaleza del trabajo en el mismo. A continuación se detalla el desarrollo de este paso.

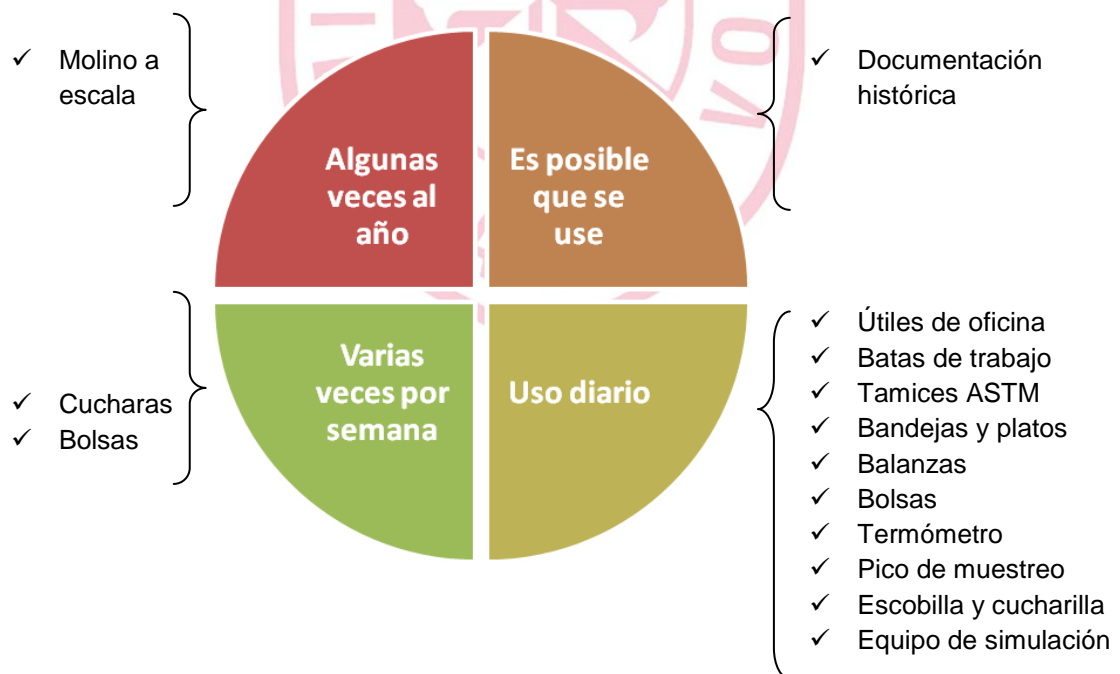


Figura 37 - Ordenamiento de elementos por frecuencia de uso en laboratorio

Elaborado por los autores

Tabla 29 - Correcciones en las ubicaciones

Elaborado por los autores

Es posible que se use	Documentación histórica	Organizar en archivadores, cerca al escritorio de trabajo
Algunas veces al año	Molino a escala	Localizar en cajones o cómodas
Varias veces por semana	Cucharas para muestreo	Acondicionar una zona cercana a la puerta de salida para su reubicación
	Bolsas de muestreo	
Uso diario	Artículos de muestreo	Ubicar cerca a la salida
	Elementos para manipulación de muestras	Distribuir en la superficie de trabajo, según la secuencia de las pruebas
	Elementos de medición	Ubicar según criterio del operario
	Equipo de simulación	Reubicar en una esquina del laboratorio, ganando más espacio
	Batas de trabajo	Colocar perchero y eliminar cajas
	Útiles de oficina	Ubicar cerca de la documentación

Una vez culminado lo anterior, se procedió a acomodar las cosas de tal forma que se facilite la localización de los objetos y se minimice el espacio inutilizado. En laboratorio, el acomodo de elementos se dio de acuerdo al análisis previo. En almacén, el nuevo orden se hizo de acuerdo a los nombres propuestos:

Tabla 30 - Etiquetas de localización

Elaborado por los autores

Por fecha	Por tipo de AA.BB.
Menor a 1 semana	Pre-inicio
1 semana	Inicio
2 semanas	Crecimiento
3 semanas	Acabado
4 semanas	Otros

c) Seiso

Se tuvo un énfasis especial en la limpieza, pues se trabaja con alimentos. No mantener un ambiente libre de fuentes de contaminación conlleva a la formación no deseada de hongos y otros agentes que pueden poner en peligro la vida de los pollos.

Se realizó una jornada de limpieza inicial, buena para conocer y obtener un estándar de la forma cómo deben permanecer los elementos de trabajo diariamente. Luego de ver la diferencia entre las condiciones en las que se encontraban las cosas se programaron los horarios de limpieza semanales.

d) Seiketsu

Siguiendo con el proceso de estandarización correspondiente a la implementación de las “5S”, en el laboratorio y almacén se buscó mantener el estado de orden, limpieza e higiene, supervisando la regularidad de estas y estableciendo procedimientos y planes para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

En primer lugar se asignaron trabajos y responsabilidades. Se elaboró un diagrama de distribución del trabajo de limpieza preparado en la etapa de limpieza, en la que se establecen los horarios de limpieza, los responsables e instrucciones. También se elaboró un manual de limpieza, el que se presentó a los miembros de trabajo, pues todos son responsables de mantener la limpieza.

Como complemento a lo anterior, se resolvió integrar las acciones de clasificación, orden y limpieza en los trabajos de rutina. El estándar de limpieza del mantenimiento autónomo facilitó el seguimiento de las acciones de limpieza y control de elementos de área de trabajo. Se informó que el mantenimiento de las condiciones debe ser una parte de los trabajos diarios.

e) Shitsuke

La implementación de esta metodología no trata de ordenar en un documento por mandato "implante las 5S". Para culminarlo con éxito, se debe establecer como una disciplina de trabajo. Por ello, se propusieron los siguientes pasos:

- Uso de ayudas visuales
- Recorridos a las áreas, por parte de los directivos
- Publicación de fotos del "antes" y "después" del laboratorio y almacén
- Establecer rutinas diarias de aplicación, actividades mensuales y semestrales
- Realizar evaluaciones periódicas, utilizando criterios pre-establecidos, con grupos de verificación independientes

Todos estos puntos fueron desarrollados pensando en los siguientes beneficios:

- Evitar reprimendas y sanciones
- Mejorar la eficacia
- Que el personal sea más apreciado por los jefes y compañeros
- Mejorar la imagen de la empresa

4.5.2 Capacitación para la normalización de actividades

a) Toma de muestras

En referencia a esta actividad, se observó la falta de documentos de referencia para consulta de los involucrados en la tarea, lo cual hacía muy variable la ejecución de la misma. Conociendo esto, se empezó a formalizar la toma de muestras en la fábrica.

Para que a futuro se obtengan resultados más representativos, se designó a un ex jefe de turno para que se haga cargo de las actividades de laboratorio de forma permanente.



Figura 38 - Personal de ensacado, ex-responsable del muestreo

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Esta designación fue favorable, pues el señor Gilberto Tueros (encargado) ha trabajado en casi todas las partes del proceso, y tiene mayor criterio para la identificación de posibles problemas en la línea. Además del cambio de responsable, se definieron los siguientes puntos:

- La toma de muestras no se iba a realizar en la máquina ensacadora.
- El muestreo no se iba a realizar en un tiempo determinado de la producción de un lote de alimento balanceado.

La forma de muestreo también cambió. Para realizarla se requirió una nueva herramienta en forma de pico, la cual permite hacer un hueco en los sacos de alimentos terminados.

A continuación, se procedió a la explicación de la metodología a seguir por el señor Tueros para las labores de muestreo. Una vez que acabe la producción del alimento a muestrear, el encargado se dirige hacia la zona donde se almacenan los sacos de alimentos, previo al estibado. Para ello debe llevar sus implementos necesarios: bolsas de muestreo, el pico y etiqueta respectiva.



Figura 39 - Zona de almacenamiento de sacos con alimentos balanceados

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Cuando llega al lugar, debe identificar los sacos que correspondan al alimento balanceado a muestrear. Luego procederá a seleccionar sacos de forma aleatoria, para “picarlos” y sacar una pequeña cantidad de alimentos de ellos.

El procedimiento que se observa en las fotos mostradas a continuación debe repetirse para la cantidad de sacos establecida. Una vez que se complete la toma de muestras del alimento balanceado, se procederá a etiquetar la bolsa y luego llevarla al laboratorio, para que esta pueda ser analizada después del tiempo de reposo.



Figura 40 - Forma de retirar alimentos balanceados para la muestra

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

b) Ejecución de ensayos de laboratorio

La principal tarea fue uniformizar las formas de analizar las muestras para evitar variaciones en los resultados, ocasionadas por malas prácticas de laboratorio. Se investigó a través de fuentes bibliográficas relacionadas a la producción de alimentos balanceados la forma de realizar estas pruebas, y cuáles debían ser los valores para los parámetros que intervienen, así como los instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo estos ensayos.



Figura 41 - Forma de uniformizar muestras por el método del cuarteo
Elaborado por los autores

Para llevar a cabo la parte de uniformización de muestras se utilizó el método de cuarteo, el cual permite fácilmente combinar diferentes muestras con características distintas para obtener una con la combinación de todas ellas.

Otra medida a destacar es la capacitación del señor Gilberto Tueros en el trabajo con las mallas y otros equipos, para el desarrollo de los ensayos. Cabe resaltar que el encargado, así como los jefes de turno y los responsables del proyecto de mejora conocen cómo hacer las pruebas de granulometría y durabilidad del pellet.

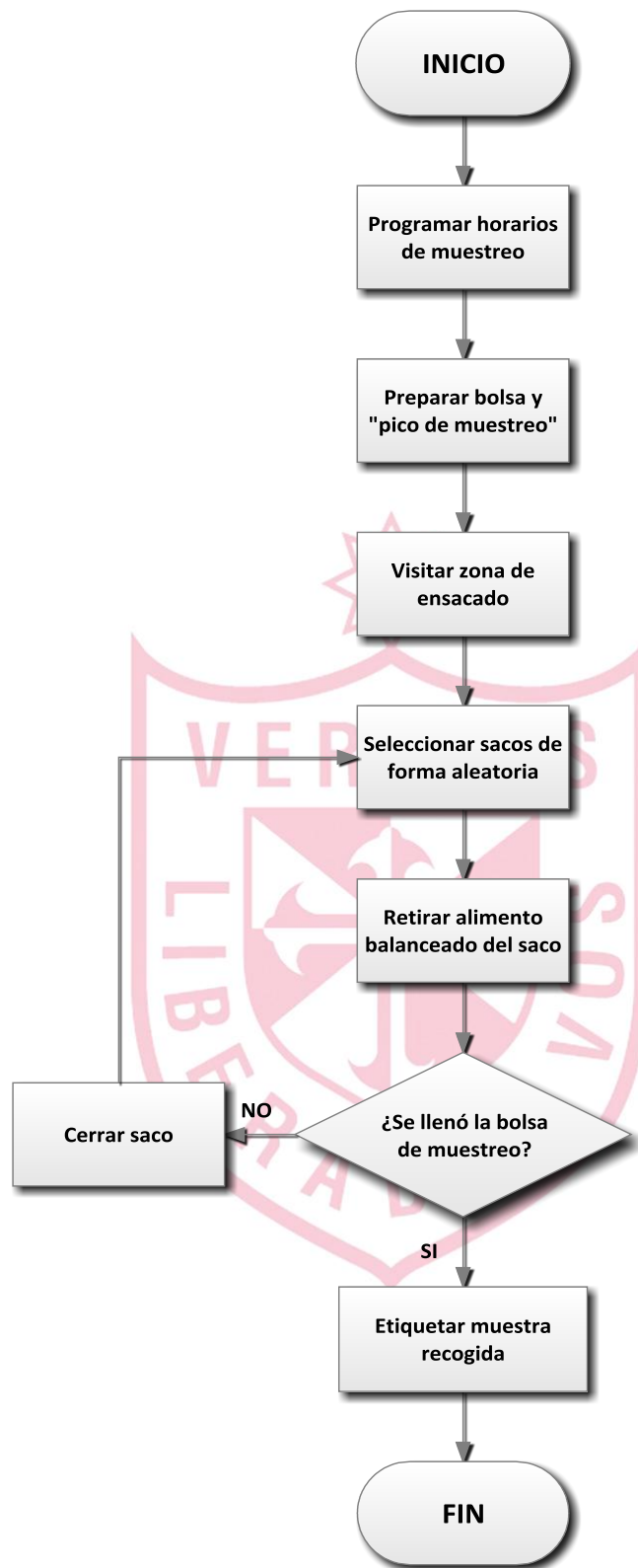


Figura 42 - Diagrama de flujo completo de la toma de muestras actual
 Elaborado por los autores

Como uno de los ejes fundamentales a tratar en este apartado se tiene la normalización del ensayo de granulometría. El primer paso revisado fue pesar la muestra, en el cual se comprobó la correcta programación de la balanza (puesta a cero incluida), como también el registro de pesos obtenidos. Luego se revisó la parte más importante: la disposición de tamices y la ejecución de la tarea de oscilación de mallas.



Figura 43 - Proceso de tamizado en granulometría

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Se verificó la forma de sacudir las mallas mediante la supervisión del método empleado por el operario para el tamizado. Además se corrigió la cantidad de muestra depositada en la disposición de tamices, determinando de forma práctica los niveles de alimentos que debía llenarse. Por último se construyó un protocolo de trabajo que contiene todo lo referido a la medición de las longitudes de los pellets en análisis.

Otro de los ejes a tratar es el modo de realización del ensayo de durabilidad del pellet. En esta parte, la tarea más importante fue determinar los parámetros de trabajo del equipo de simulación, y el uso adecuado de las balanzas y tamices. Se dispuso lo siguiente:

- En primer lugar las muestras se ordenan por su codificación y disposición de ingreso al equipo de simulación.

- Luego las muestras se depositan en cada apartado del equipo, se cierra la tapa del simulador y se enciende el mismo, para ejecutar la prueba por 10 minutos.

Finalmente se añadieron estos cambios en los protocolos de trabajo, los cuales se implementaron y archivaron. Adicionalmente se presentan los diagramas de flujo elaborados para el ensayo de durabilidad del pellet, los cuales se colocaron en la misma zona de trabajo para consulta.

Para estandarizar las tareas de laboratorio se acordaron las siguientes condiciones de trabajo para el equipo de simulación.

Tabla 31 - Condiciones adecuadas para la simulación del PDI

Fuente: American Feed Industry Association Inc.

Tamaño de muestra (por compartimiento)	Velocidad de trabajo	Duración del ensayo
1.000 kg	50 RPM	10 minutos



Figura 44 - Vaciado de muestras en el equipo simulador

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

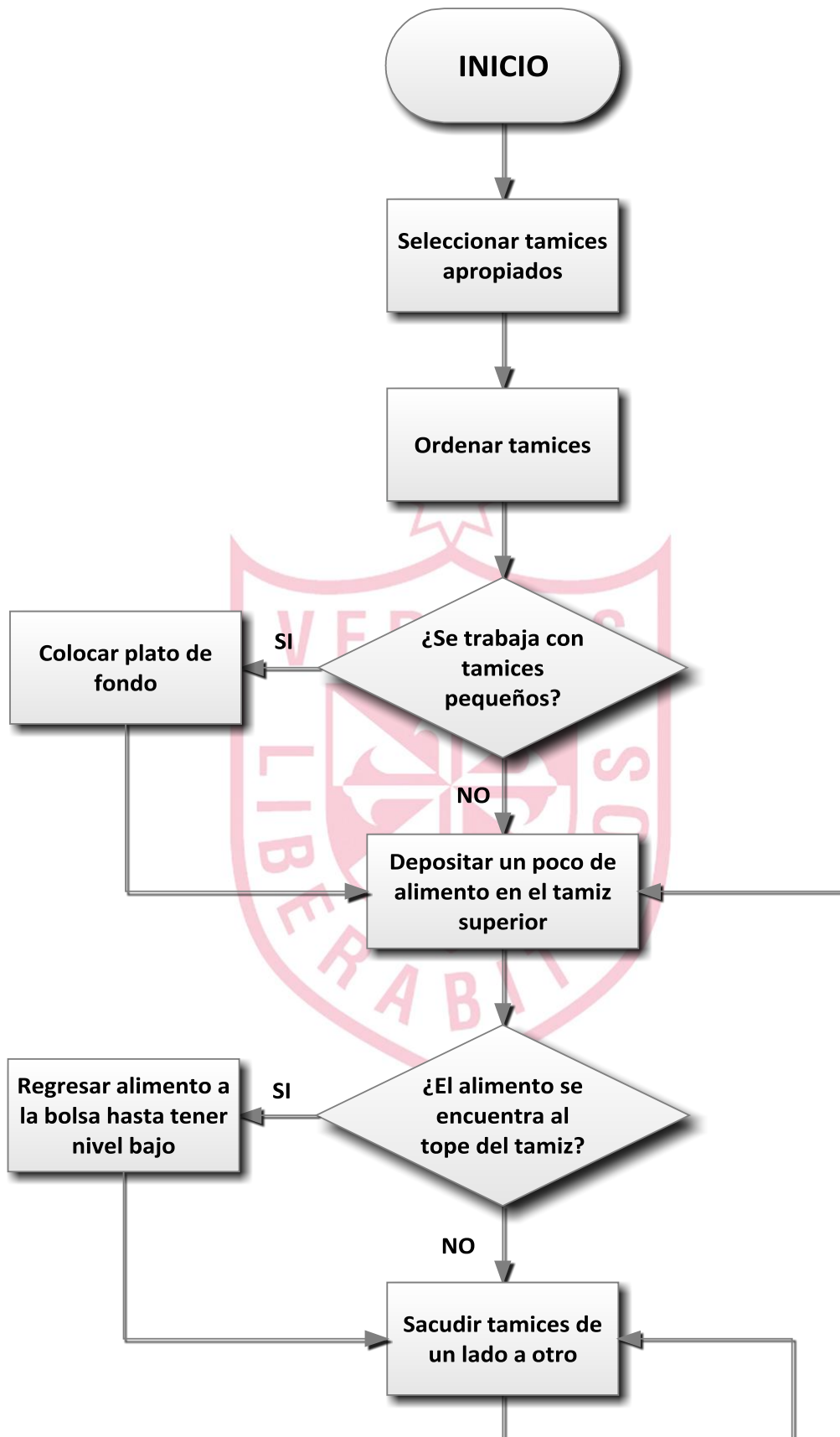


Figura 45 - Diagrama de flujo de la preparación de muestras
Elaborado por los autores

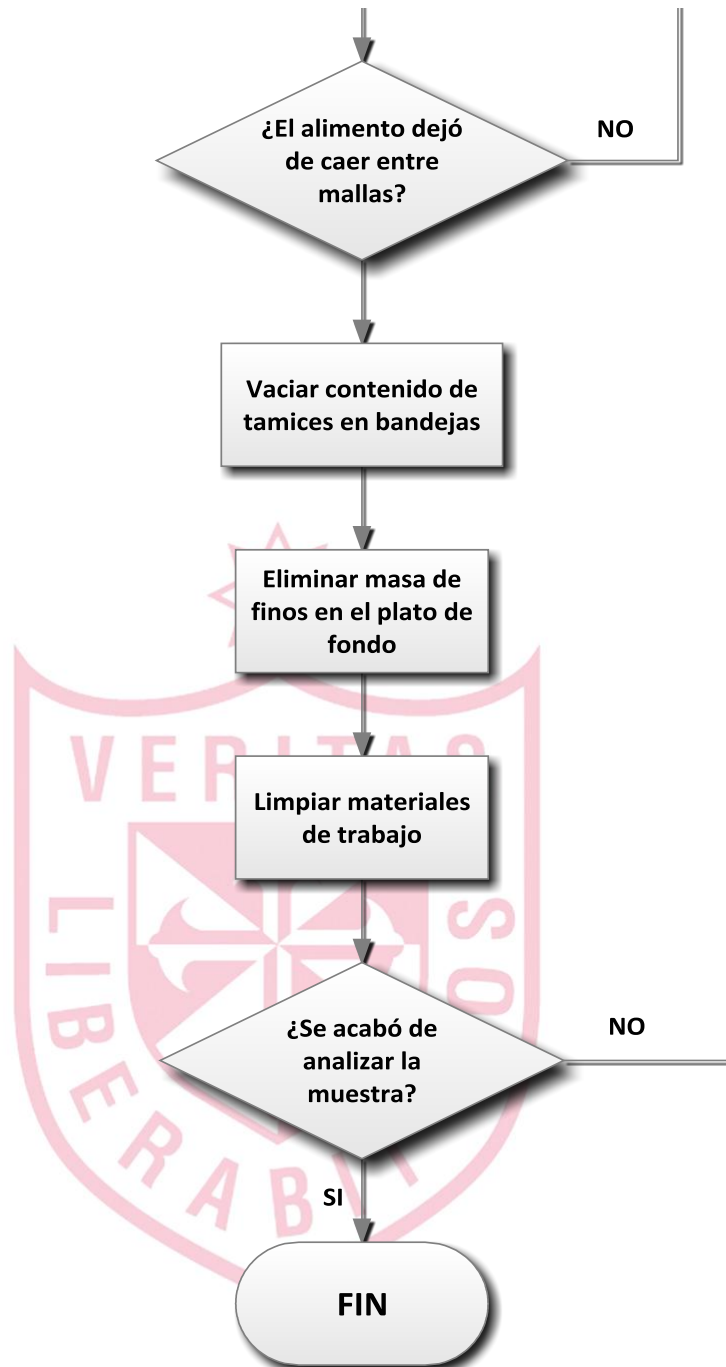


Figura 46 - Diagrama de flujo de la preparación de muestras (continuación)
Elaborado por los autores

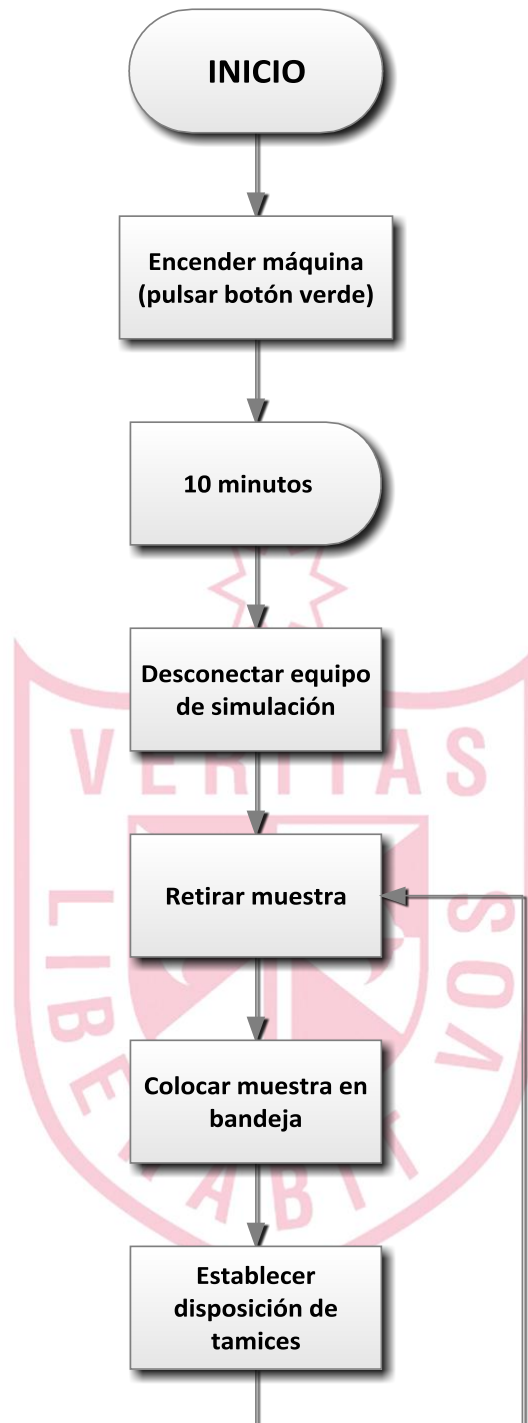


Figura 47 - Diagrama de flujo de la simulación y análisis de datos del PDI
Elaborado por los autores

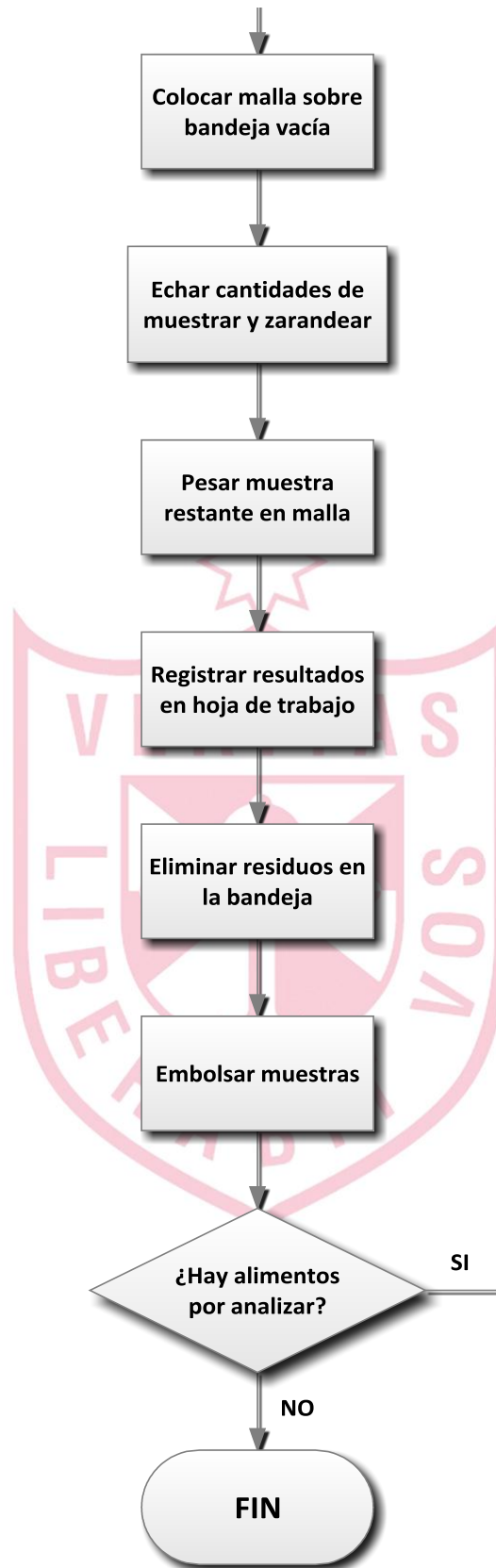


Figura 48 - Diagrama de flujo para la simulación y análisis del PDI (continuación)

Elaborado por los autores

4.5.3 Uso de información para detección de problemas

a) Registro ordenado de datos en plantillas

La empresa contaba con plantillas anteriores de trabajo para las pruebas y otros tipos de registros, las cuales se mejoraron para brindar mayor información en menor tiempo. Las plantillas mejoradas son:

- Plantilla de control de temperatura, presión y amperajes
- Hoja diaria de trabajo en planta
- Hoja diaria de trabajo en laboratorio
- Hoja de registro de Granulometría
- Hoja de registro de PDI

La mayor parte de estas hojas se encuentran de forma virtual en el computador del laboratorio, mientras que las hojas de trabajo se imprimen diariamente para el registro manual de datos durante la realización de las pruebas de laboratorio. De las 5 plantillas descritas, las hojas de registro de los ensayos solo se manejan de forma virtual.

El apoyo del encargado del laboratorio fue vital para hacer las pruebas necesarias y para la corrección de algunos puntos en las plantillas. Dado que esta persona tiene mayor tiempo trabajando en la empresa, conoce mejor la dinámica de trabajo en la empresa. En la siguiente página se muestra un ejemplo de las hojas de registro implementadas.

b) Capacitación en gráficas de control

Se capacitó al señor Gilberto Tueros para la utilización correcta del software estadístico “Minitab”, con el cual se va a procesar toda la información recolectada en los días de análisis en laboratorio, y a partir de la misma se van a generar gráficas de control para la inspección rápida y certera de la situación.

Tabla 32 - Formato de tablas utilizadas para el registro de datos

Elaborado por los autores

CONTROL DE GRANULOMETRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PELLETIZADOS

Producción: miércoles, 08 de septiembre de 2010

TURNO	CODIGO AB	PRODUCTO	MB (kg)	MR (kg)	MG (kg)	% FINOS	L (mm)	CONDICION
TURNO 1	706	Pre-inicio carne pellet med.	1.765	1.516	0.034	12.18%		MALA
	715	Inicio carne pellet	1.866	1.323	0.051	26.37%		MALA
	726	Crec-m carne pellet med.	1.750	0.907	0.058	44.86%		MALA
	736	Crec-h carne pellet med.	1.786	1.009	0.070	39.59%		MALA
	745	Aca-m carne pellet	1.919	1.528	0.053	17.61%	5.80	MALA
	755	Aca-h carne pellet	1.834	1.607	0.042	10.09%	6.00	MALA

ANALISIS DE DURABILIDAD DE PELLETS

Producción: jueves, 02 de septiembre de 2010

Parámetros de trabajo:

Masa de trabajo 1.000 kg
N° de tamiz a usar 6

TURNO	CODIGO AB	PRODUCTO	MASA (kg)	PDI (%)	CALIFICACION
TURNO 1	745	Aca-m carne pellet	0.898	89.80%	ACEPTABLE
	755	Aca-h carne pellet	0.869	86.90%	ACEPTABLE
	785	Fin-m carne pellet	0.887	88.70%	ACEPTABLE
	795	Fin-h carne pellet	0.889	88.90%	ACEPTABLE



Figura 49 - Capacitación en el uso de Minitab para crear gráficas de control

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Se capacitó en los siguientes temas: gráficas de control para ensayo de granulometría, gráficas de control para ensayo de durabilidad del pellet (PDI), y gráficas de control para el monitoreo del peso de sacos.

Adicionalmente a la fijación de plantillas en Minitab para el desarrollo de gráficas de control sobre las pruebas de laboratorio, se impartió una capacitación sobre los posibles problemas que pudiesen presentarse en la creación de estas herramientas de calidad.

4.5.4 Determinación de parámetros de producción

Esta sección está correspondiente a todas las actividades llevadas a cabo para establecer los valores de los parámetros de trabajo en la línea de producción, con el objetivo de estandarizar los resultados del alimento balanceado. Por ello se realizaron 3 actividades:

- Elaboración de hojas de registro de los parámetros de trabajo
- Estudio de las variables significativas del proceso productivo
- Determinación de los valores permisibles de las variables del proceso

a) Elaboración de hojas de registro

Para llevarla a cabo se verificó la existencia de otras posibles plantillas de trabajo que se hubiesen dejado, producto del trabajo de practicantes en el área durante periodos anteriores. Se propusieron hojas de registro de datos para el trabajo en campo como también para el trabajo en laboratorio, en las cuales se contemplan las siguientes partes:

- Control de la temperatura en la pelletizadora, acondicionador, enfriador, y el control de la temperatura ambiental
- Control de presión en el caldero, presión de vapor alta (en la línea de pelletizado) y en el regulador
- Control de amperaje de trabajo de las máquinas: pelletizadora y molinos

Estas hojas de registro se llenan por cada tipo de alimento procesándose en la línea. Por cada uno de ellos se establecen horarios para llevar a cabo el registro de parámetros, los cuales deben especificar el tipo de alimento al cual corresponde el análisis (por su código), así como la hora en la cual se toman las temperaturas, datos de presión, etc.

b) Estudio de variables significativas

Aquí se analizaron cada uno de los parámetros, importantes para el estudio y la calidad de los alimentos balanceados.

Respecto al amperaje, a mayor carga en la prensa, las dimensiones y calidad del pellet son malas. Los valores que la planta maneja como deseables son los siguientes.

Tabla 33 - Valores de amperaje aceptados por la planta

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Máquina	Rango de trabajo
Molino Principal	210 – 220 A
Molino Auxiliar	180 – 200 A
Pelletizadora	220 – 230 A

Sobre la presión de vapor, si no se tiene un vapor a alta presión, el acondicionamiento es malo, la mezcla no pasa por los dados de pelletizado y sale húmeda.

Tabla 34 - Presiones de vapor aceptables por la planta

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Parte	Rango de trabajo
Caldero	Mayor a 100 psi
Vapor Alta	100 – 110 psi
Regulador	20 – 40 psi

Asimismo se tiene conocimiento del análisis de 4 temperaturas: la ambiente (de acuerdo a la estación), la del acondicionador (que puede alterar la composición nutricional), la de la pelletizadora (que puede notificar algún problema de funcionamiento del equipo), y la del enfriador (que puede sobre-expandir los pellets).

Tabla 35 - Temperaturas ideales de trabajo en la línea de producción

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Temperatura	Rango de trabajo
Ambiente	-
Acondicionador	80 – 90 °C
Pelletizadora	$> T_{\text{acondicionador}} + 5^{\circ}\text{C}$
Enfriador	$\leq T_{\text{ambiente}} + 5^{\circ}\text{C}$

c) Determinación de valores óptimos

En esta parte se hizo uso del diseño de Taguchi, que es una herramienta del diseño de experimentos (DOE) para determinar las condiciones de los factores de control en las cuales los factores de ruido no interfieren o minimizan su impacto en el desarrollo de un proceso. Para este caso, los factores de control son todas las variables descritas, excepto la temperatura de ambiente, y la temperatura del enfriador (ambas están directamente relacionadas y no pueden ser controladas por el operario).

Tabla 36 - Hoja de registro de parámetros de trabajo y otros
 Elaborado por los autores

PRIMER TURNO															
HORA	COD AABB	TEMPERATURA				PRESION			AMP PRENSA	AMP MOLINO		PESO ENSACADO			
		AMBIENTE	ACOND	PRENSA	ENFR	CALDERO	V. ALTA	REGUL		PRINC	AUXILIAR	PESO 1	PESO 2	PESO 3	PROM

SEGUNDO TURNO															
HORA	COD AABB	TEMPERATURA				PRESION			AMP PRENSA	AMP MOLINO		PESO ENSACADO			
		AMBIENTE	ACOND	PRENSA	ENFR	CALDERO	V. ALTA	REGUL		PRINC	AUXILIAR	PESO 1	PESO 2	PESO 3	PROM

Tabla 37 - Temperaturas ambientales por época de año

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Rango de temperatura	Época del año	Denominación
15 – 20 °C	Junio – Julio – Agosto	Época fría
26 – 34 °C	Setiembre – Mayo	Época cálida

Teniendo en cuenta estas diferencias, se procedió a crear un diseño de Taguchi con la ayuda del software estadístico Minitab 15, en donde se identificaron los factores controlables y los no controlables. Para ello se trabajó con un diseño de 3 factores y 3 niveles (L27).

Después al analizar el diseño creado, se obtuvieron dos resultados presentados a continuación, ordenados de acuerdo al período del año que se analice.

Tabla 38 - Resultados del diseño de Taguchi para la época fría del año

Elaborado por los autores

Nivel	Molino principal	Molino aux.	Amp. Prensa	Presión Caldero	Presión V. Alta	Presión Regul.	Temp. Acond.	Temp. Pelletiz.
1	8.100	8.054	7.590	8.570	8.022	8.131	8.151	7.875
2	8.669	8.450	8.247	8.183	8.175	8.248	8.159	8.316
3	7.644	7.909	8.577	7.660	8.217	8.034	8.103	8.222
Delta	1.025	0.540	0.987	0.910	0.194	0.215	0.056	0.441
Clasif.	1	4	2	3	7	6	8	5

En la época fría del año, los principales factores a verificar son los de amperajes (cargas en molino y en la pelletizadora), así como la presión de vapor que se genera en el caldero. Los resultados en negritas indican los niveles a los cuales deben trabajar los factores analizados para tener un alimento balanceado en buenas condiciones.

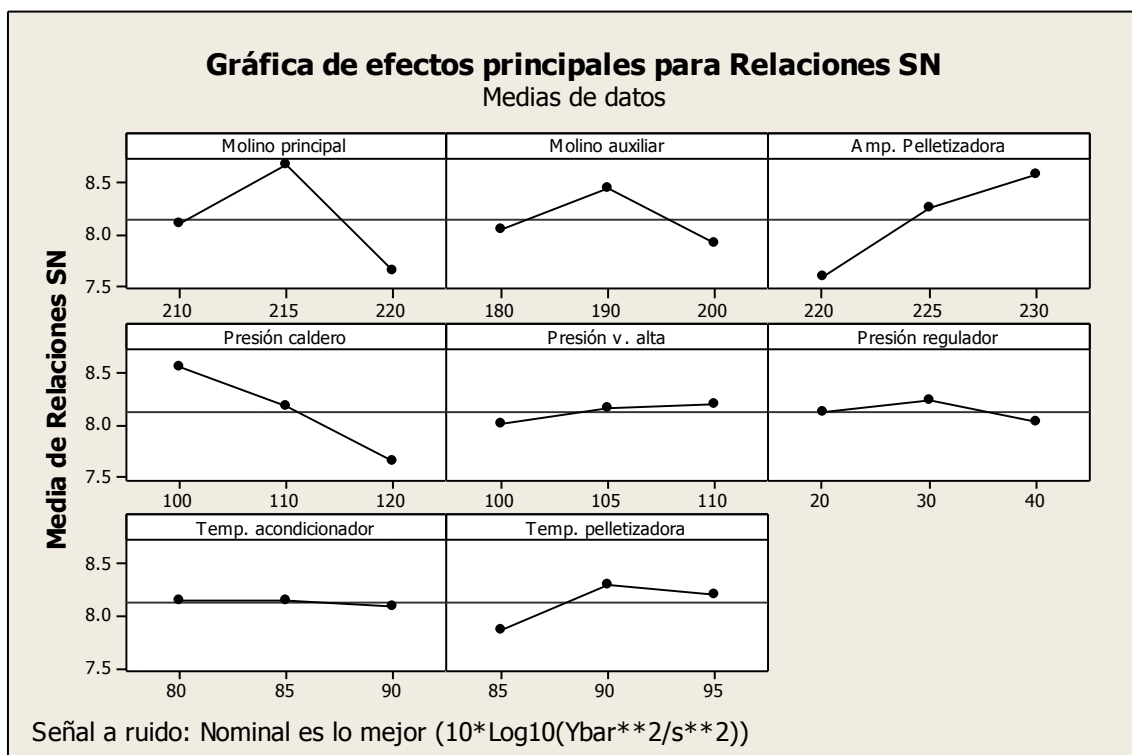


Figura 50 - Resultados para la época fría del año

Elaborado por los autores

Tabla 39 - Resultados del diseño de Taguchi para "época cálida del año"

Elaborado por los autores

Nivel	Molino principal	Molino aux.	Amp. Prensa	Presión Caldero	Presión V. Alta	Presión Regul.	Temp. Acond.	Temp. Pelletiz.
1	15.52	15.83	15.26	15.38	15.62	15.45	13.91	15.74
2	15.92	15.13	14.46	15.76	15.38	15.54	16.19	15.35
3	14.86	15.33	16.57	15.15	15.29	15.30	16.20	15.20
Delta	1.06	0.70	2.12	0.60	0.33	0.24	2.29	0.54
Clasif.	3	4	1	5	7	8	2	6

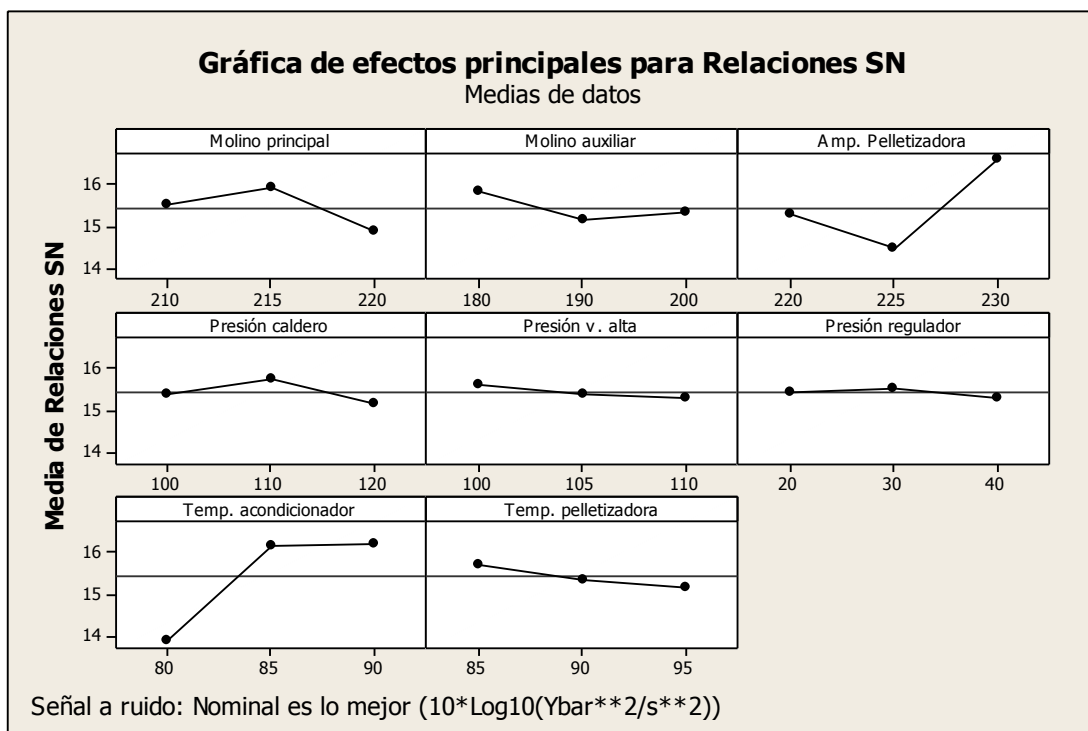


Figura 51 - Resultados para la época cálida del año

Elaborado por los autores

En la época cálida del año, los principales factores a verificar se ubican principalmente en la línea de pelletizado: la temperatura del acondicionador, el amperaje de la prensa y el molino en tercer lugar. Los resultados en negritas indican los niveles a los cuales deben trabajar los factores analizados para tener un buen alimento balanceado.

4.5.5 Mantenimiento autónomo

En el proceso de enfriado se detectaron obstrucciones del flujo de pellets debido a la falta de limpieza, determinando esta situación como otra posible causa de la mala calidad de los alimentos balanceados, influyendo en gran manera en la granulometría de los pellets. Por tal motivo se realizó un estudio para la implantación de un mantenimiento autónomo en la máquina enfriadora.

Se determinó el mantenimiento a realizar como autónomo dado que no es necesario ser realizado por el área de mantenimiento, pues que consiste de tareas básicas sencillas que

normalmente no suponen mayor complejidad y se pueden realizar diariamente.

Esto se aplica basándose en que es el propio operario quien más conoce su máquina y podrá así obtener la máxima productividad y rendimiento. Pero se tendrá que cambiar el hábito adquirido por el operario, de forma que este no solo se preocupe de la producción, sino también del estado de su equipo.

Para lograr la adecuada implantación del mantenimiento autónomo en la enfriadora, se debe plantear lo siguiente:

- Analizar las necesidades de mantenimiento que este equipo requiere.
- Seleccionar las actividades que el operario debe llevar a cabo, asignando unas frecuencias para cada una de ellas.
- Diseñar el sistema para tener un control sobre las operaciones realizadas.

Con estos se pretende ir generando un histórico que permita ir ajustando las necesidades del equipo y sus frecuencias. Adicionalmente, este estudio de mantenimiento servirá como modelo para la posible implementación de mantenimientos similares en otras áreas de producción en las que se detecten necesidades de hacerlo.

Inicialmente se requiere de una descripción detallada del producto que elabora la máquina en estudio, las especificaciones de la máquina y el proceso que realiza dicho equipo. En base a esta información se plantean los objetivos para optimizar el producto y el proceso en base a las mejoras que aporta la aplicación del mantenimiento autónomo, como:

- Reducción de averías durante el proceso de fabricación.
- Mayor calidad de producto.

- Reducción de despilfarros en el proceso.
- Mayor robustez del proceso.
- Reducción de los tiempos muertos por cambio de procesos y de preparación.
- Eliminar tiempos de producción a velocidad reducida.

En definitiva se buscará una máxima eficiencia del equipo y del proceso, reflejándose en un incremento de la calidad del producto y un aumento del tiempo de vida del equipo.



Figura 52 - Estado de los rodillos trituradores

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Finalmente se aplicará la clasificación de las seis grandes pérdidas en la máquina de enfriado, se determinarán las actividades a realizar en cada etapa para la implantación del mantenimiento autónomo y se establecerán los objetivos alcanzables y medibles.

A continuación se presentan documentos relevantes de esta implementación, como son la hoja de instrucciones generales y la hoja de registro de datos.

Tabla 40 - Hoja de registro de datos en el enfriador
Elaborado por los autores

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																
Código equipo: MBT-002								Descripción: Máquina enfriadora / trituradora														Ref: MA MBT Área TT1										
Área de producción: Línea de prensado, enfriado y zaranda																																
Realizado:								Revisado / Aprobado:														Tarea a realizar por:										
Registro de datos																																
Matrícula operario: M:																T:																
Frecuencia diaria																																
<i>Puntos a verificar</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1. Verificación estado rodillos trituradores																																
2. Verificación de la zona de triturado																																
3. Verificación estado faja transport. final																																
Frecuencia quincenal																																
<i>Puntos a verificar</i>	1ra. Quincena: 1 cada mes (o el primer día laborable posterior)															2da. Quincena: día 15 (o el primer día laborable posterior)																
1. Verificar estado malla interior de enfriado (1er circuito)																																
2. Verificar estado escobillas motor																																
3. Verificar nivel aceite motor reductor																																
4. Verificar estado conservación correas transmisión																																
X= Correcto								Y = Incorrecto														C = Acción correctiva										
Foto del equipo croquis con puntos a controlar marcados																																

Tabla 41 - Hojas de instrucciones generales del enfriador y pelletizadora
Elaborado por los autores

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
Código equipo: MBT-002	Descripción: Máquina enfriadora / trituradora	Ref: MA MBT Área TT1
Área de producción: Línea de prensado, enfriado y zaranda		
Realizado:	Revisado / Aprobado:	Tarea a realizar por:
Instrucciones Generales		
1 ANTES DE LA CONEXIÓN DEL EQUIPO		
2 PUESTA EN MARCHA		
3 A LO LARGO DE LA JORNADA		
4 FINAL DE JORNADA		
Foto del equipo croquis con puntos a controlar marcados		

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO		
Código equipo: MBT-001	Descripción: Máquina pelletizadora	Ref: MA MBT Área TT1
Área de producción: Línea de prensado, enfriado y zaranda		
Realizado:	Revisado / Aprobado:	Tarea a realizar por:
Instrucciones Generales		
1 ANTES DE LA CONEXIÓN DEL EQUIPO		
2 PUESTA EN MARCHA		
3 A LO LARGO DE LA JORNADA		
4 FINAL DE JORNADA		
Foto del equipo croquis con puntos a controlar marcados		

Tabla 42 - Hoja de registro de datos en la pelletizadora
Elaborado por los autores

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																
Código equipo: MBT-001										Descripción: Máquina Pelletizadora										Ref: MA MBT Área TT1												
Área de producción: Línea de prensado, enfriado y zaranda																																
Realizado:										Revisado / Aprobado:										Tarea a realizar por:												
Registro de datos																																
Matrícula operario: M:																T:																
Frecuencia diaria																																
<i>Puntos a verificar</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1. Verificación estado cuchillas de corte																																
2. Verificación del estado de los rodillos de alimentación																																
3. Verificación del dado de pelletizado																																
Frecuencia quincenal																																
<i>Puntos a verificar</i>	1ra. Quincena: 1 cada mes (o el primer día laborable posterior)															2da. Quincena: día 15 (o el primer día laborable posterior)																
1. Verificar estado escobillas motor																																
2. Verificar nivel aceite motor reductor																																
3. Verificar estado conservación correas transmisión																																
X= Correcto										Y = Incorrecto										C= Acción correctiva												
Foto del equipo croquis con puntos a controlar marcados																																



Figura 53 - Interior del equipo de pelletizado
Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

4.6 Valoración de los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos se midieron en el periodo que comprende los meses de agosto y setiembre.

4.6.1 Prueba de granulometría

A pesar de las mejoras presentadas en los cuadros posteriores, los resultados obtenidos aún permanecen fuera de las especificaciones técnicas establecidas por la empresa para todos los tipos de alimentos balanceados. Por tal motivo se plantea que la empresa reevalúe los valores de las especificaciones establecidas, ajustándola más a su situación actual, y cuando logren mantener sus procesos bajo control y estable se propongan nuevos límites de especificaciones para mejorar la calidad de sus productos.

Tabla 43 - Resultados de granulometría

Elaborado por los autores

Tipo de alimento	Finos			Variabilidad		
	Antes	Agosto	Setiembre	Antes	Agosto	Setiembre
Pre-inicio	18.10%	20.52%	11.89%	5.38%	4.76%	3.24%
Inicio	30.61%	32.43%	21.64%	6.89%	4.81%	6.15%
Crecimiento	37.82%	41.26%	33.73%	9.61%	8.07%	4.86%
Acabado	14.14%	17.03%	11.91%	4.11%	2.50%	3.08%
Finalizador	13.34%	17.10%	13.79%	4.10%	12.62%	3.98%

4.6.2 Prueba de durabilidad del pellet

En cuanto a los resultados obtenidos de las gráficas de control de PDI se logró mantener el porcentaje de PDI aceptable, dentro del límites de especificación designado por la empresa, y se logró reducir la variabilidad de los datos en un 31.94%.

Tabla 44 - Resultados de PDI

Elaborado por los autores

PDI			Variabilidad		
Antes	Agosto	Setiembre	Antes	Agosto	Setiembre
88.04%	85.00%	88.19%	2.16%	1.20%	0.69%

Para observar mejor el impacto de las mejoras en la producción, se elaboraron gráficas de control. Se tomaron en cuenta todos los datos analizados, antes y después de la mejora, abarcando los meses desde febrero hasta setiembre, mostradas a continuación.

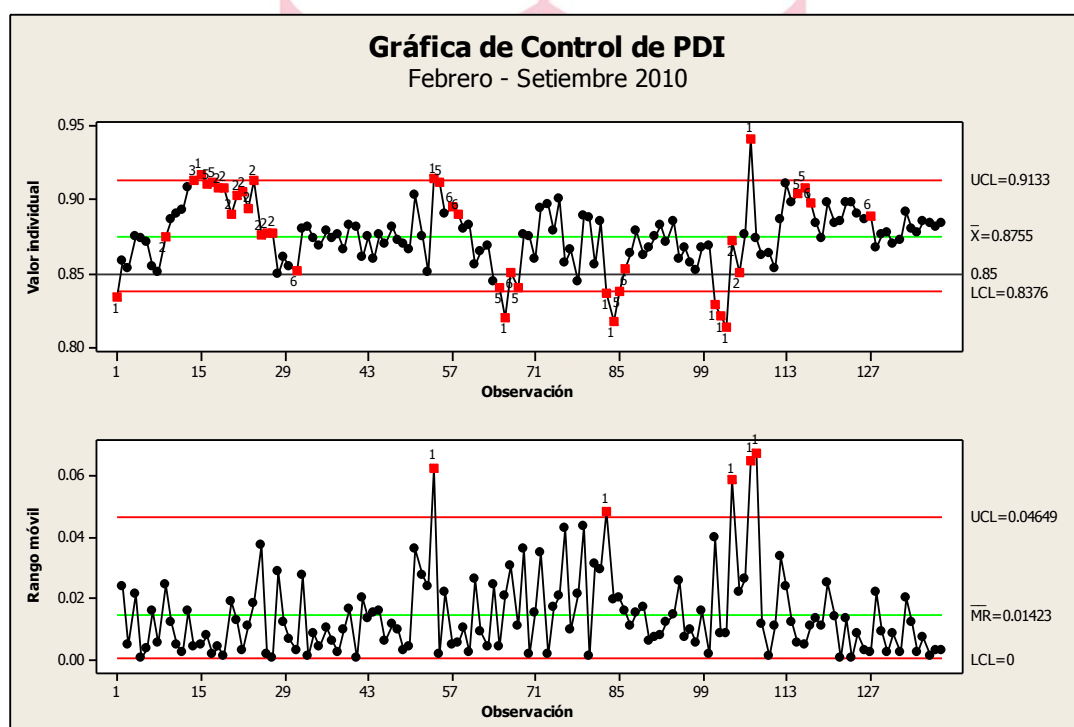


Figura 54 - Evaluación del PDI durante el proyecto

Elaborado por los autores

Analizando el comportamiento de los datos de durabilidad del pellet se aprecia que los mismos se han estabilizado luego de haber realizado las acciones correctivas, reduciendo su variabilidad, y manteniéndose dentro de los límites de control.

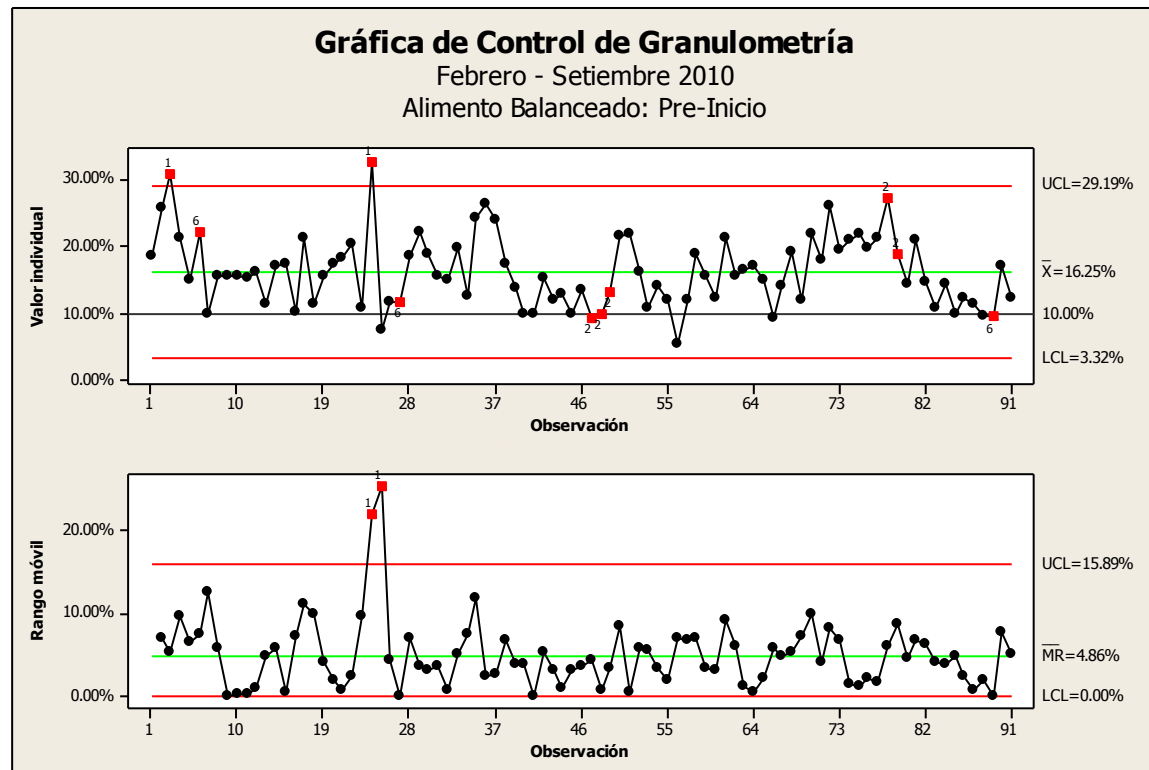


Figura 55 - Evaluación de la granulometría durante el proyecto (Pre-inicio)

Elaborado por los autores

Los datos han ido reduciendo su variabilidad y el porcentaje de finos, pero a pesar de permanecer dentro de los límites de control, aún no logran mantenerse dentro del límite superior de especificación (10%).

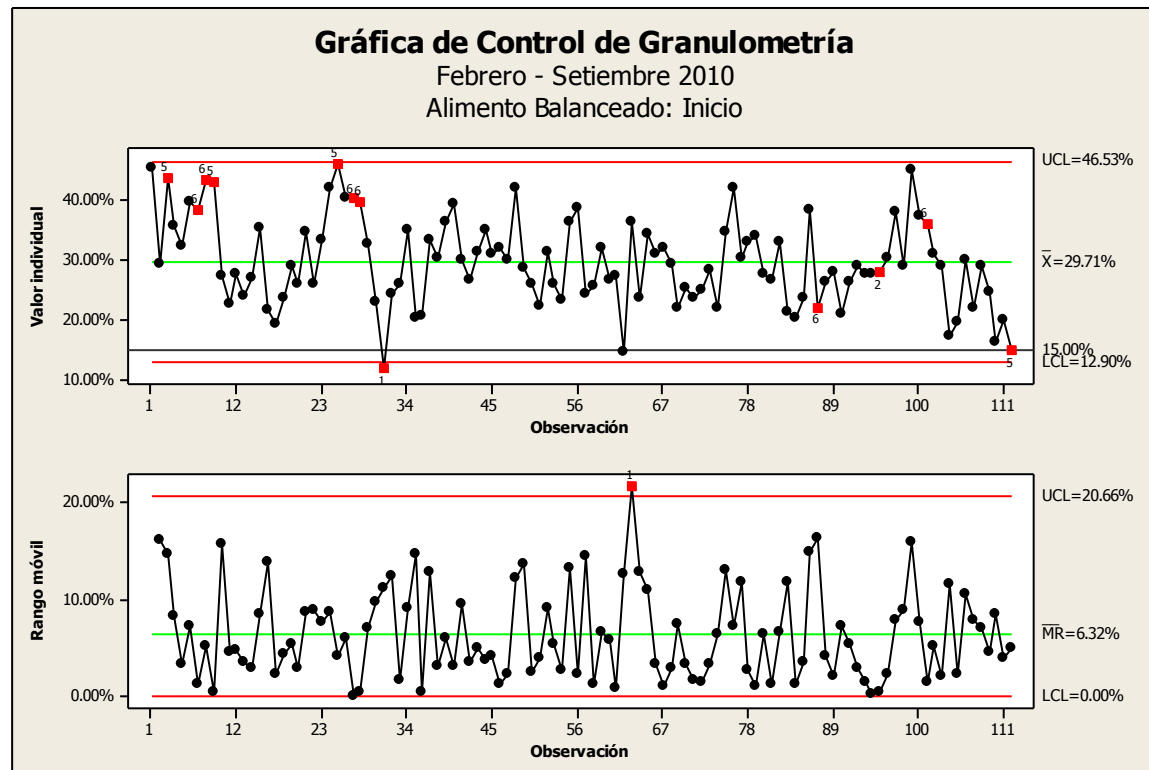


Figura 56 - Evaluación de la granulometría durante el proyecto (Inicio)

Elaborado por los autores

En el alimento “inicio” se ha ido reduciendo en gran manera el porcentaje de finos y se ha mantenido una variabilidad reducida. Sin embargo, los valores no sobrepasan el límite superior de especificación (15%)

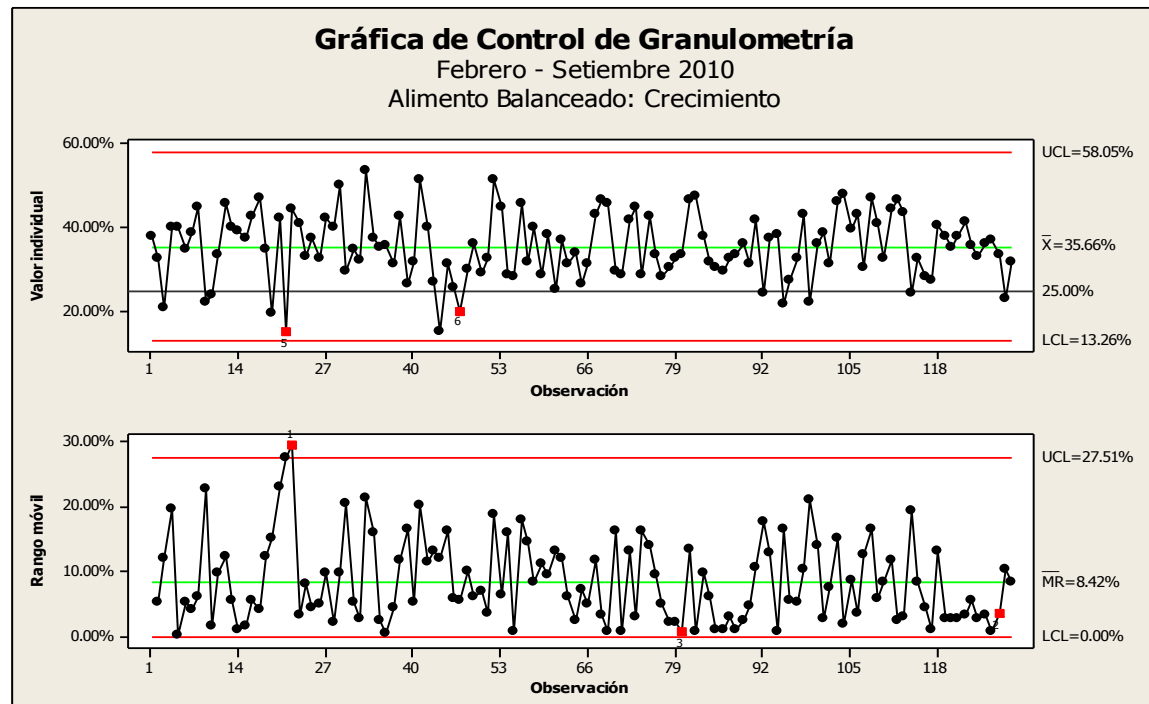


Figura 57 - Evaluación de la granulometría durante el proyecto (Crecimiento)

Elaborado por los autores

La granulometría de este alimento ha permanecido casi constante, pero no se percibe una mejora notable en la reducción del porcentaje de finos. Se observa una notable reducción en la variabilidad de los datos. En este caso tampoco se logra mantener los datos por debajo del límite superior de especificación (25%)

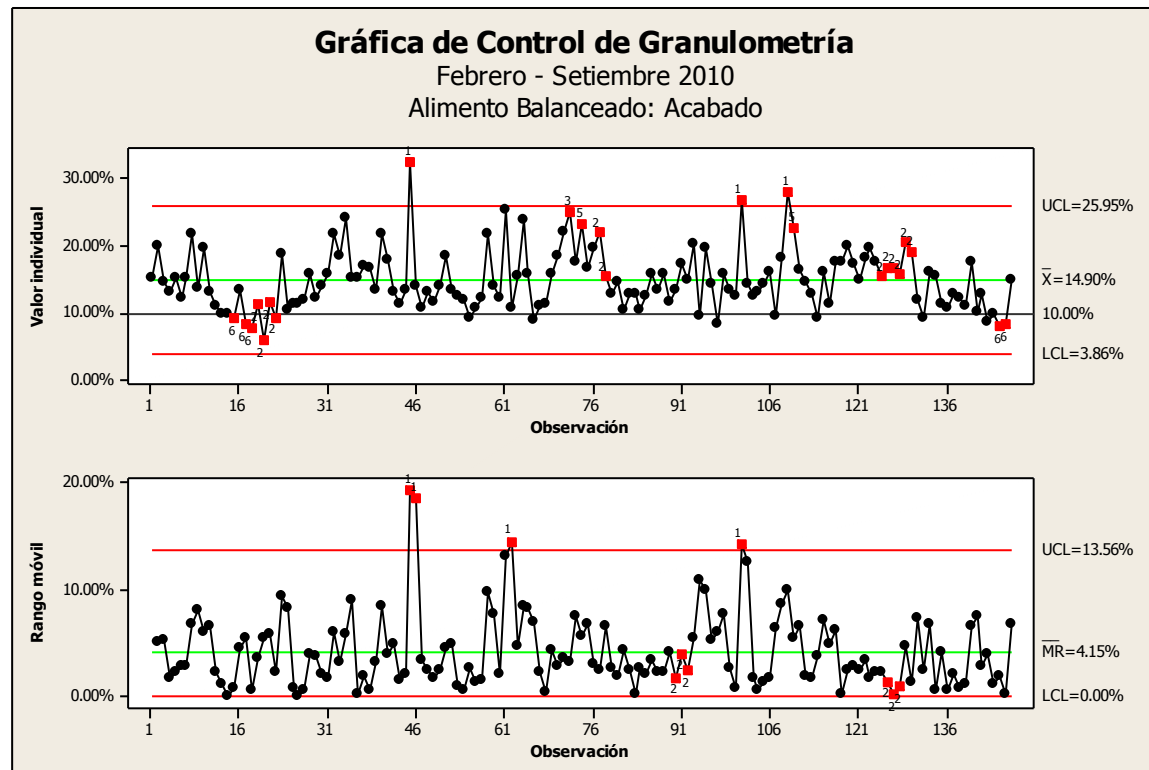


Figura 58 - Evaluación de la granulometría durante el proyecto (Acabado)

Elaborado por los autores

Los datos van reduciendo el porcentaje de finos, y algunas están por debajo del límite de especificación superior (10%), pero no permanecen en él. La variabilidad de los datos se ha mantenido baja.

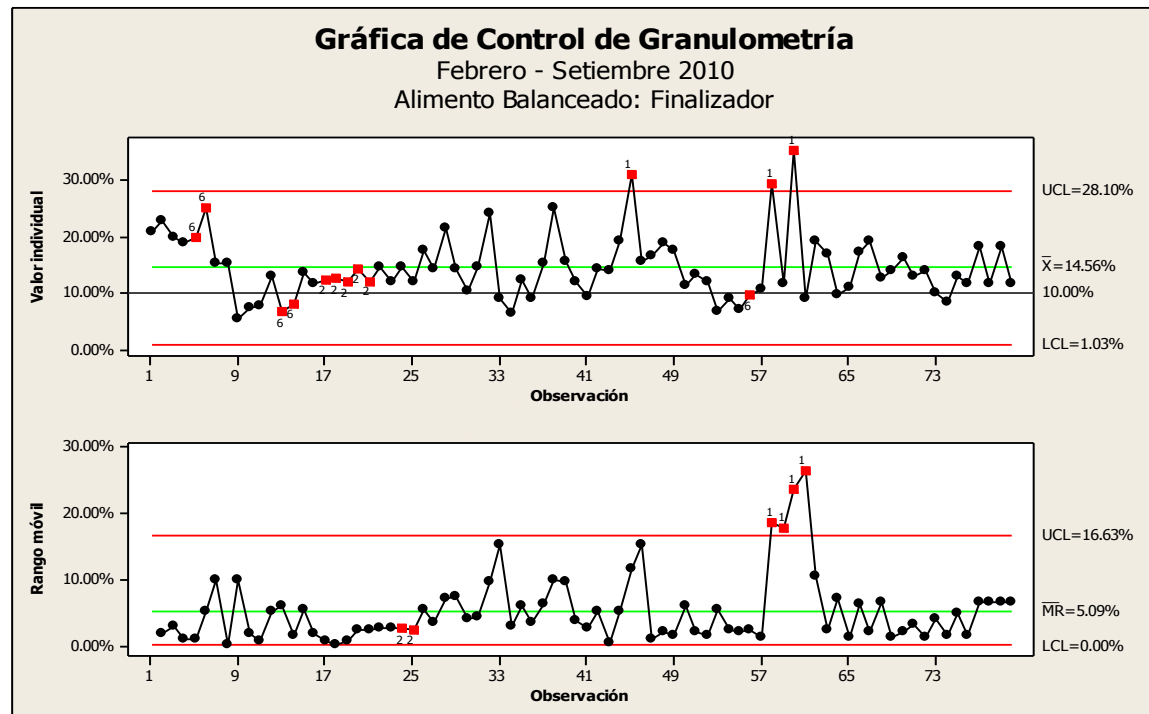


Figura 59 - Evaluación de la granulometría durante el proyecto (Finalizador)
 Elaborado por los autores

Luego de realizarse las mejoras, los datos han permanecido más estables. Esto se refleja en la reducción estable de la variabilidad. Los datos no permanecen por debajo del límite superior de especificación (10%), pero en su mayoría están dentro de los límites de control.

4.6.3 Análisis de la capacidad del proceso

Se realizaron los análisis de capacidad de los procesos de granulometría y durabilidad, para lo cual se realizaron cálculos que determinen el Cpk de cada proceso, pues estos solo tienen un límite de especificación (LIE o LSE), que son las establecidas por la misma empresa para cada alimento balanceado, y por tal motivo el Cp no será calculado.

Con estos cálculos se determinará si la probabilidad de cumplir con las condiciones establecidas en cada proceso es alta o no, y esto se verá reflejado en la calidad del producto ya que, mientras más alto es el valor del Cpk, la variabilidad es menor y el promedio de la distribución se acerca al valor central de la especificación.

Tabla 45 - Valores de la capacidad del proceso (Cpk)

Elaborado por los autores

Mes	Granulometría					PDI
	Pre-inicio	Inicio	Crecimiento	Acabado	Finalizador	
Agosto	-0.83	-1.36	-0.76	-1.06	-0.21	1.38
Setiembre	-0.22	-0.41	-0.68	-0.23	-0.36	1.73

Los valores de Cpk en granulometría son menores a 1, inclusive son negativos, lo cual significa que el proceso de granulometría aún no es capaz. Esto quiere decir que la granulometría de los pellets aún no ha alcanzado la calidad deseable, a pesar que los valores de Cpk se han incrementado entre los meses de agosto y setiembre.

Por otro lado, en cuanto a la durabilidad de los pellets, los resultados muestran que este proceso si es potencialmente capaz. Esto demuestra que la durabilidad de los pellets es muy buena.

Las gráficas de capacidad del proceso completas pueden ser apreciadas en el apartado Anexos.

4.7 Estandarización

Después de proponer e implementar las acciones correctivas, las mejoras deben ser incorporadas en el trabajo diario. En este proceso de estandarización se usó el análisis 5W1H, similar al ya usado (5W2H), así como se elaboraron protocolos de trabajo.

La realización de conversaciones con fines educativos fue importante para que los nuevos estándares se mantengan. Se hizo mención de la importancia de la colaboración de los operarios y responsables para el logro de objetivos, y de cómo obtienen un beneficio propio adicional al que se hace a la empresa. Los medios de verificación utilizados fueron las hojas de registro de datos. También se llevaron evaluaciones para evaluar la eficacia de las capacitaciones realizadas. Asimismo se necesitaron visitas periódicas para comprobar que las actividades se desarrollen según lo planeado.

En relación al mantenimiento autónomo, se analizó la posibilidad de implantar este estándar en otros equipos de la línea productiva, dado que la implantación de este tipo de mantenimiento es favorable para una eventual mejora en las actividades de mantenimiento preventivo o planificado. A continuación se muestran cuadros que siguen el formato 5W1H, usados para la estandarización de actividades. Las preguntas formuladas para cada caso son similares y se simplifican en el siguiente cuadro:

Tabla 46 - Resumen de preguntas formuladas para la estandarización

Elaborado por los autores

Pregunta	Palabra clave
¿Por qué se necesita este cambio en los estándares actuales?	¿Por qué?
¿Quién es responsable de implantar, revisar y evaluar los estándares?	¿Quién?
¿Cuándo se van a implantar los nuevos estándares?	¿Cuándo?
¿Dónde se van a implantar los nuevos estándares?	¿Dónde?
¿Qué tipos de acciones se necesitan para su implantación?	¿Qué?
¿Cómo se van a dirigir esas acciones?	¿Cómo?

4.7.1 Uso de información diaria para la detección de problemas

Tabla 47 - Capacitación del personal para tabular datos obtenidos

Elaborado por los autores

¿Por qué?	Permitirá llevar de forma más organizada un registro de la información diaria obtenida en las pruebas de laboratorio y en el proceso productivo.
¿Quién?	El jefe del área de Aseguramiento de la Calidad, en conjunto con el jefe de turno y el superintendente de planta.
¿Cuándo?	Implantándose desde mediados de agosto en adelante.
¿Dónde?	En todas las zonas correspondientes al área de Aseguramiento de la Calidad.
¿Qué?	Capacitaciones y evaluaciones sobre el desempeño correcto de la tarea.
¿Cómo?	Se llevará a cabo la capacitación al responsable del área en estudio, y luego se evaluará de forma periódica el desempeño del mismo y la efectividad con la que desarrolla la organización de datos.

Tabla 48 - Capacitación del personal para la creación de gráficas de control y medios para el resumen de resultados

Elaborado por los autores

¿Por qué?	Permitirá visualizar de forma eficiente las características del proceso productivo actual, detectar las fallas o puntos críticos y tomar medidas al respecto. Además permitirá llevar una estadística de todos los sucesos de relevancia en el área, y mejorará la calidad en la comunicación de datos a la superintendencia de planta.
¿Quién?	El jefe del área de Aseguramiento de la Calidad y los encargados del proyecto.
¿Cuándo?	Implantándose desde mediados de agosto en adelante.
¿Dónde?	En los informes y operaciones correspondientes al responsable del área de Aseguramiento de la Calidad.
¿Qué?	Capacitaciones y evaluaciones sobre el desempeño correcto de las tareas. Adquisición de un software estadístico para la realización de las actividades.
¿Cómo?	Se llevará a cabo la capacitación al responsable del área en estudio, y luego se evaluará de forma constante el desempeño del mismo y la efectividad con la que desarrolla la organización, resumen e interpretación de los resultados que se obtienen.

4.7.2 Normalización de las actividades de control

Tabla 49 - Capacitación para la toma de muestras representativas
Elaborado por los autores

¿Por qué?	Porque permitirá obtener resultados más fidedignos con la realidad del proceso productivo.
¿Quién?	El jefe del área de Aseguramiento de la Calidad, los encargados del proyecto y el superintendente de planta
¿Cuándo?	Implantándose desde inicios de agosto en adelante.
¿Dónde?	En el laboratorio correspondiente al área de Aseguramiento de la Calidad, y en la zona del proceso productivo (donde se muestrea)
¿Qué?	Capacitaciones iniciales sobre cómo llevar a cabo los muestreos y evaluaciones sobre el desempeño correcto de la tarea inculcada.
¿Cómo?	Se llevará a cabo la capacitación al responsable del área en estudio, proponiendo información a su alcance para refrescar la memoria (diagramas de flujo de las actividades), y luego mediante inspecciones visuales del mismo.

Tabla 50 - Capacitación para la realización de ensayos de laboratorio
Elaborado por los autores

¿Por qué?	Porque permitirá que las actividades de laboratorio se normalicen y eliminen en lo posible distorsiones en los resultados ocasionadas por un desempeño malo en las pruebas de laboratorio.
¿Quién?	El jefe del área de Aseguramiento de la Calidad y los encargados del proyecto.
¿Cuándo?	Implantándose desde finales de agosto en adelante.
¿Dónde?	En el laboratorio correspondiente al área de Aseguramiento de la Calidad.
¿Qué?	Revisión de las formas actuales de realizar pruebas de laboratorio en alimentos balanceados, identificación de diferencias no deseadas y capacitación sobre la forma correcta de llevar a cabo dichas pruebas.
¿Cómo?	En coordinación con los responsables del laboratorio, identificando cómo realizar la tarea, para poder uniformizarla y llegar a un consenso.

4.7.3 Estudio de los parámetros adecuados para la producción

**Tabla 51 - Determinación de los valores permisibles de las variables del
proceso para una producción adecuada**

Elaborado por los autores

¿Por qué?	Porque los parámetros actuales del proceso productivo contribuyen a los malos resultados en la calidad de los alimentos balanceados obtenidos.
¿Quién?	Los encargados del proyecto y jefes de turno.
¿Cuándo?	Implantándose desde mediados de agosto en adelante.
¿Dónde?	En la línea de producción de alimentos balanceados.
¿Qué?	Se requerirá comparar los resultados actuales del proceso productivo con los que se determinaron con el análisis de Taguchi (para un proceso robusto), determinar las causas del por qué están desfasados y buscar que los valores de estas variables significativas se mantengan en los rangos de operación óptimos.
¿Cómo?	<p>La coordinación entre los encargados del proyecto, jefes de turno y el responsable del área de Aseguramiento de la Calidad debe ser la mejor posible.</p> <p>Los encargados del proyecto serán responsables de determinar las posibles modificaciones a los rangos de operación adecuados, mientras que los jefes de turno velarán porque se trabaje en dichos intervalos.</p> <p>El responsable del área de Aseguramiento de la Calidad velará por la recolección y resumen de las variables significativas del proceso, el mismo que deberá presentar en forma oportuna a los encargados del proyecto para su estudio.</p>

4.7.4 Establecimiento del mantenimiento autónomo

Tabla 52 - Establecimiento de las bases del mantenimiento autónomo para el equipo de pelletizado

Elaborado por los autores

¿Por qué?	Porque permitirá mantener la pelletizadora en un mejor estado y ordenará las zonas circundantes a dicho equipo. Esto influirá en la calidad del pelletizado del alimento balanceado.
¿Quién?	Los encargados del proyecto, en conjunto con los operarios responsables del proceso de pelletizado.
¿Cuándo?	Implantándose desde mediados de setiembre en adelante.
¿Dónde?	En la zona de pelletizado.
¿Qué?	<p>El estudio con apoyo de los operarios del área de pelletizado, para conocer los puntos críticos del equipo a ser chequeados de forma periódica.</p> <p>También el acuerdo con dichas personas para llevar a cabo una limpieza completa del equipo, y mantener esta actividad de forma diaria (creando hojas de registro para la pelletizadora).</p> <p>Por último se procurará eliminar las cosas que hacen difícil la inspección del equipo.</p>
¿Cómo?	<p>Mediante una coordinación constante con los operarios del área de pelletizado.</p> <p>En las primeras sesiones los encargados del proyecto harán un monitoreo presencial de cómo se lleva a cabo la labor de mantenimiento autónomo, y estas actividades serán delegadas a los jefes de turno en posteriores oportunidades.</p> <p>La idea es que al final no requiera ningún tipo de control externo.</p>

Tabla 53 - Establecimiento de las bases del mantenimiento autónomo del equipo de enfriado, en la parte de triturado y pelletizado

Elaborado por los autores

¿Por qué?	Porque permitirá mejorar la calidad de los siguientes alimentos: pre-inicio, inicio y crecimiento. Actualmente hay aglomeraciones de alimentos, que no permiten un buen proceso de quebrantado.
¿Quién?	Los encargados del proyecto y los operarios responsables de la línea completa de pelletizado (incluye enfriador y zaranda)
¿Cuándo?	Implantándose desde mediados de setiembre en adelante.
¿Dónde?	En el equipo de enfriado, en el compartimiento de quebrantado.
¿Qué?	El estudio con apoyo de los operarios de la línea de pelletizado, para conocer los puntos críticos del equipo a ser chequeados de forma periódica. También el acuerdo con dichas personas para llevar a cabo una limpieza completa del equipo, diariamente. Se procurará eliminar las cosas que hacen difícil la inspección del equipo.
¿Cómo?	Mediante una coordinación constante con los operarios del área de pelletizado. En las primeras sesiones los encargados del proyecto harán un monitoreo presencial de cómo se lleva a cabo la labor de mantenimiento autónomo, y estas actividades serán delegadas a los jefes de turno en posteriores oportunidades. La idea es que al final no requiera ningún tipo de control externo.

4.8 Planificación de futuras acciones

Como última fase de la metodología empleada, se definen los problemas restantes. Como se aprecia con el desarrollo del proyecto y con los resultados obtenidos, el problema de mejorar la calidad de los alimentos balanceados no solo involucra las acciones implementadas, sino implica muchos ámbitos que también se deben optimizar.

Dentro de la fábrica en estudio, se preparó inicialmente una lista de acciones propuestas (en formato 5W2H) para dar solución al problema de la mala calidad en alimentos balanceados. Sin embargo solo fueron viables algunas de ellas, por motivos de tiempo y por cuestiones netamente relacionadas con la metodología aplicada.

Por tanto, es recomendable que los siguientes proyectos de la Ruta de la Calidad en esta empresa traten los siguientes puntos. Estos se concibieron aplicando la herramienta de Brainstorming o lluvia de ideas.

Se empezó por las características a tener en cuenta en futuros proyectos, haciendo una evaluación la herramienta QFD (despliegue de la función de calidad)

4.8.1 Análisis QFD: primera casa

El análisis del despliegue de la función de la calidad se limitó a la primera casa de la calidad porque solamente se buscará determinar los principales atributos a tomar en consideración para los futuros proyectos a desarrollar con el propósito de mejorar la calidad de los alimentos balanceados para aves.

Apreciando los resultados obtenidos en la primera casa de la calidad, que se muestra a continuación, se observa que dentro de los primeros cuatro pesos asignados (1-4) a los atributos del producto se encuentran: el PDI (durabilidad del pellet), el porcentaje de humedad, el porcentaje de finos (granulometría) y la calidad de los insumos.

De esta manera se reafirma la importancia del proyecto al dar prioridad a los atributos del PDI y porcentaje de finos, en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de los alimentos balanceados para aves que produce NUTRIGOLD S.A.C.

Se recomienda a la empresa tomar en consideración los otros dos atributos (porcentaje de humedad y calidad de los insumos) en futuros proyectos, para lograr una mayor mejora en la calidad del producto. Para ello sería conveniente cambiar el pensamiento actual que manejan, ya que de momento a estos factores se les considera limitantes de mejora.

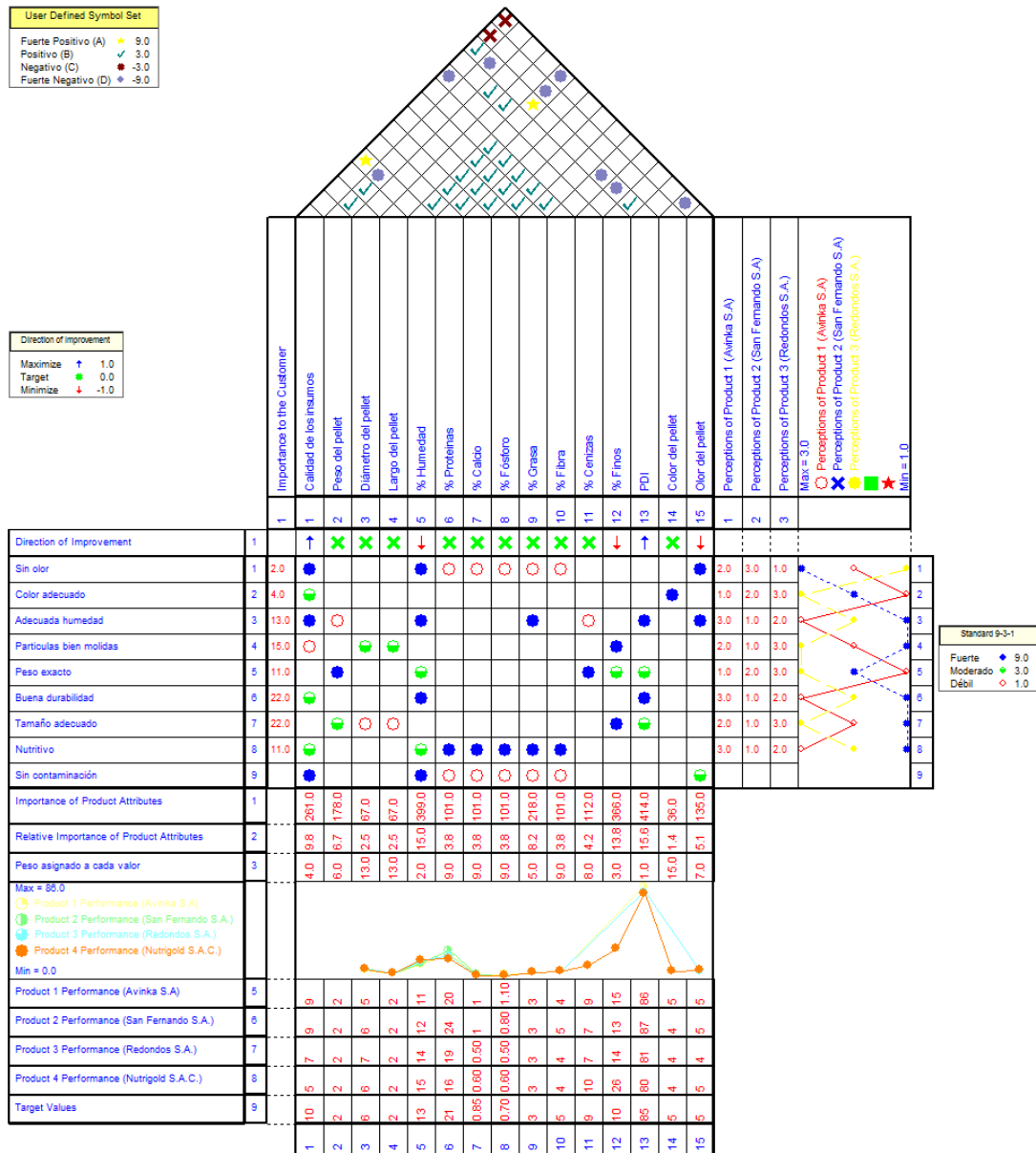


Figura 60 - Análisis de la primera casa
Elaborado por los autores

4.8.2 Implementación del mantenimiento preventivo

Su implementación será beneficiosa y se verá apoyada por las prácticas de mantenimiento autónomo propuestas en el proyecto actual. Los objetivos principales asociados son las siguientes:

- Determinar las pérdidas o caídas de presión en el transporte de vapor
- Determinar y llevar una base de datos del tiempo de vida útil de las piezas utilizadas
- Evaluar la posibilidad del rediseño de tuberías de transporte de vapor
- Mejorar el mantenimiento de la línea de pelletizado en general
- Programar adecuadamente las frecuencias de inspección y registros
- Programar la limpieza periódica de las tuberías que transportan vapor
- Reprogramar el mantenimiento actual de calderas y ablandadores

4.8.3 Implementación de manuales de trabajo

Tiene gran importancia para la completa estandarización de las actividades en la fábrica de alimentos balanceados. El proyecto actual se centra en estandarizar todas las actividades relacionadas con el área de Aseguramiento de la Calidad mediante la confección de manuales de trabajo. La creación de estos documentos tiene como objetivo mejorar:

- Ajuste adecuado de rodillos en la trituradora, para la producción de “crumbles” o alimentos partidos
- Condiciones adecuadas de trabajo en el área de pelletizado
- Manejo de la máquina enfriadora
- Manejo de otros equipos y máquinas auxiliares

4.8.4 Medición del trabajo

Permite conocer cómo se trabaja realmente en cada operación del proceso productivo. Los principales retos en un futuro proyecto son los que se detallan a continuación:

- Determinar el tiempo de producción por batch de cada tipo de alimento balanceado
- Implementar formatos u hojas de registro para las inspecciones programadas
- Programar los horarios de supervisión por parte de los jefes de turno
- Proponer una forma de medición y control de la eficacia de pelletizado

4.8.5 Mejora en la planificación y control de la producción

Debe ser manejada cuidadosamente porque se trabaja en un entorno de insumos y productos terminados perecibles. Dada la alta demanda de las granjas de alimentos balanceados y las características de los pedidos, la propuesta de mejora está relacionada con estos puntos:

- Evaluar el establecimiento de stocks de seguridad de alimentos balanceados en la planta
- Implementar / acondicionar un almacén de productos terminados en la fábrica

4.8.6 Modificación del flujo de pellets a reprocesar

Los pellets que no tienen un tamaño adecuado regresan al proceso de pelletizado para ser extruidos nuevamente. Esta secuencia de actividades tiene un impacto negativo en el rendimiento de la pelletizadora, porque tiene que reprocesar pellets que ya se endurecieron (ya pasaron por la fase de enfriado).

Mediante ella, se desea diseñar e implementar un sistema de reprocesamiento con una tolva de almacenamiento preventivo de pellets. Esto haría que los pellets que se reprocesen lo hagan en un momento distinto al que se haría normalmente (junto a los otros insumos mezclados)

4.8.7 Mejora en la eficiencia de producción de vapor

Es importante en cualquier línea de producción que dependa del vapor en sus actividades diarias. Una deficiente relación aire-combustible en la producción de vapor por parte de la caldera hace la diferencia en la calidad de los pellets obtenidos (en su durabilidad y en la facilidad de manejo para su prensado). Por ello se propone estudiar la relación existente de alimentación en el caldero, de modo que se pueda ser modificada para obtener una mayor eficiencia de combustión.

4.8.8 Rediseño de las tuberías de succión de aire

El proceso de enfriado es determinante en la durabilidad de los pellets producidos, por lo cual se planteó la hipótesis siguiente: el ducto de extracción de aire (que proviene del ciclón y llega hasta la parte superior del equipo de enfriado) no ha sido diseñado de forma óptima, por lo que la capacidad de extracción del ciclón no era la esperada.

Esta hipótesis se fundamentó en la cantidad de curvas de la tubería actual que comunica el enfriador con el ciclón. Se propone como el rediseño de esta tubería, de modo que la ubicación del ciclón reduzca al mínimo la cantidad de codos presentes para su unión con el enfriador.



Figura 61 - Disposición actual de la tubería de succión de aire en el enfriador
Elaborado por los autores

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1 Inversión del proyecto

En la siguiente página se presenta el detalle de los costos incurridos para ejecutar cada uno de los pasos contemplados en el proyecto de mejora denominado Ruta de la Calidad.

5.2 Determinación de las utilidades marginales

Dadas las mejoras en cuanto a la producción de alimentos balanceados, estas se reflejan principalmente en la reducción de costos de alimentación de las aves en granja. En suma, se tiene una utilidad marginal.

Para efectos de este caso, los ingresos por ventas no se ven afectados por las mejoras realizadas en la calidad del alimento balanceado, así como los gastos del período (administrativos, ventas, financieros). A continuación se presenta la siguiente analogía para comprender los beneficios logrados con las acciones implementadas.

$$\Delta \text{ FCA} = \Delta \text{ Consumo de Alimentos Balanceados} = \Delta \text{ Costos de Alimentación}$$

Tabla 54 - Presupuesto del proyecto

Elaborado por los autores

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AA.BB. EN LA EMPRESA NUTRIGOLD S.A.C.	Fase	Entregable	Monto
	1. Definición del proyecto	1.1. Análisis de oportunidad de mejora	S/. 900.00
		1.2. Diagnóstico de la empresa	S/. 1,100.00
		1.3. Planificación de las actividades	S/. 800.00
		1.4. Informes del estado del proyecto	S/. 1,200.00
	Total Fase		S/. 4,000.00
	2. Evaluación de la situación actual	2.1. Recolección de información	S/. 950.00
		2.2. Análisis de datos recogidos	S/. 1,300.00
		2.3. Establecimiento de objetivos	S/. 750.00
	Total Fase		S/. 3,000.00
3. Análisis del problema	3.1. Elaboración del plan de actividades	S/. 350.00	
	3.2. Identificación de causas críticas	S/. 800.00	
	3.3. Determinación de soluciones	S/. 700.00	
Total Fase		S/. 1,850.00	
4. Implantación de acciones correctivas	4.1. Planeamiento de acciones correctivas	S/. 800.00	
	4.2. Capacitaciones al personal	S/. 3,800.00	
	4.3. Estudio de parámetros de producción	S/. 1,600.00	
	4.4. Compra e instalación de software	S/. 1,300.00	
	4.5. Mantenimiento autónomo	S/. 1,000.00	
	4.6. Análisis e implementación de "5S"	S/. 1,500.00	
Total Fase		S/. 10,000.00	
5. Valoración de los resultados	5.1. Supervisión del cumplimiento de mejoras	S/. 1,000.00	
	5.2. Análisis de resultados obtenidos	S/. 1,500.00	
Total Fase		S/. 2,500.00	
6. Estandarización	6.1. Creación de protocolos de trabajo	S/. 3,000.00	
Total Fase		S/. 3,000.00	
7. Planificación de acciones futuras	7.1. Definición de nuevos proyectos	S/. 900.00	
	7.2. Análisis QFD	S/. 400.00	
	7.3. Análisis de futuras acciones	S/. 1,200.00	
Total Fase		S/. 2,500.00	
Total Fases		S/. 28,000.00	
Reserva de Contingencia (10%)		S/. 2,800.00	
PRESUPUESTO DEL PROYECTO		S/. 30,800.00	

Es importante resaltar que se habrá logrado la meta de reducir costos si es que este cambio es sostenido. Se debe asegurar que las utilidades marginales no son producto meramente de la estacionalidad, por lo que se analizan diversos factores.

Se sabe que en la empresa trabajan aproximadamente 5.5 a 6 campañas al año, por tanto sería recomendable analizar como mínimo 2 campañas para verificar si se ha tenido éxito con el proyecto de mejora a nivel global en el incremento de utilidades para la empresa. A continuación se calculan los ahorros en costos. Primero se presentan los resultados de las campañas 4 y 5. En principio se halla la reducción unitaria en los costos de alimentación entre ambos períodos, empleando el concepto del Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

Como se observa, el FCA disminuye para algunas granjas y para otras se eleva, en ambos casos ligeramente. Para calcular los ahorros se trabaja con los resultados promedio por campañas de este factor.

Tabla 55 - Resultados de la campaña 4-2010

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Granja	Precio	Peso (kg)	FCA	Mortalidad	Edad vta. (días)
Álamo	S/. 4.15	2.78	1.893	3.20%	45.10
Antena II	S/. 4.12	2.77	1.858	3.80%	44.80
Antena III	S/. 3.90	2.81	1.912	4.10%	44.30
Celestina	S/. 3.78	2.80	1.932	3.50%	44.70
Concón	S/. 3.55	2.79	1.945	3.70%	46.10
Dace	S/. 3.41	2.72	1.964	3.90%	45.30
Don Lolo	S/. 3.32	2.71	1.968	4.10%	44.80
Ensenada	S/. 3.25	2.70	1.895	4.20%	44.90
La Huaca	S/. 3.31	2.82	1.889	4.00%	45.10
Pacífico	S/. 4.15	2.81	1.887	3.99%	45.00
Pampa Real	S/. 4.27	2.85	1.901	3.85%	45.00
Pauna	S/. 4.48	2.79	1.925	4.12%	45.30
Rinconada	S/. 4.53	2.77	1.914	5.01%	44.60
San Pablo	S/. 4.77	2.75	1.968	4.76%	44.80
Sierra Brava	S/. 4.69	2.75	1.976	4.82%	44.70

Tabla 56 - Resultados de la campaña 5-2010

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Granja	Precio	Peso (kg)	FCA	Mortalidad	Edad vta. (días)
Álamo	S/. 4.49	2.77	1.891	3.80%	46.12
Antena II	S/. 4.68	2.73	1.857	3.70%	45.23
Antena III	S/. 4.72	2.81	1.911	4.00%	45.32
Celestina	S/. 4.70	2.78	1.931	3.55%	45.21
Concón	S/. 4.68	2.78	1.914	3.72%	44.00
Dace	S/. 4.92	2.72	1.924	3.85%	44.65
Don Lolo	S/. 5.08	2.72	1.958	4.15%	45.23
Ensenada	S/. 5.12	2.69	1.895	4.35%	46.21
La Huaca	S/. 5.10	2.83	1.898	4.12%	44.89
Pacífico	S/. 4.42	2.82	1.887	3.89%	45.12
Pampa Real	S/. 4.31	2.85	1.899	3.78%	45.23
Pauna	S/. 4.08	2.79	1.911	4.22%	45.87
Rinconada	S/. 4.02	2.77	1.913	5.25%	45.26
San Pablo	S/. 3.80	2.76	1.956	4.63%	44.92
Sierra Brava	S/. 3.90	2.74	1.975	5.28%	45.32

En ambas campañas se mantuvo el peso (en kilogramos) de los pollos criados y comercializados. Esto es importante para el análisis, para establecer una buena comparación.

Tabla 57 - Cálculo del ahorro unitario en la alimentación de los pollos

Elaborado por los autores

Campaña	Peso de venta (kg pollo/pollo)	FCA (kg AABB/kg pollo)	Consumo unitario (kg AABB/pollo)
4 - 2010	2.77	1.922	5.324
5 - 2010	2.77	1.915	5.305
			$\Delta = 0.019$

Existe un ahorro de costos porque se reduce el consumo de alimentos balanceados por pollo. En esta situación final, los pollos de la empresa necesitan 19 gramos menos para tener su peso de venta, a comparación con la situación inicial de la campaña 4. Esta cantidad por sí sola es despreciable, pero se deberá tener en cuenta que se está

hablando de un valor unitario. Por lo tanto, los ahorros en costos de alimentación total de la empresa serán sustanciales.

Para calcular las utilidades marginales se necesita establecer la cantidad promedio que se maneja en ventas de pollos por campaña. A continuación se presenta una tabla donde se indican los niveles de ventas en cada una de las granjas.

Tabla 58 - Ventas promedio de pollos en las granjas de NUTRIGOLD S.A.C.

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Granja	Pollos vendidos	Granja	Pollos vendidos	Granja	Pollos vendidos
Álamo	147,000	Dace	90,000	Pampa Real	80,000
Antena II	120,000	Don Lolo	138,000	Pauna	118,000
Antena III	69,000	Ensenada	77,000	Rinconada	74,000
Celestina	153,000	La Huaca	122,000	San Pablo	61,000
Concón	155,000	Pacífico	71,000	Sierra Brava	120,000
TOTAL					1,595,000

En la siguiente tabla se muestra la utilidad (en soles) obtenida por las mejoras. Hay que resaltar que no se pueden hacer proyecciones de crecimiento en las ventas en granjas, pues la empresa siempre trata de llenar sus galpones con el mayor número de pollos para venta. Los valores están cerca del máximo de capacidad de los galpones.

Tabla 59 - Cálculo de la reducción total de costos por mejoras

Fuente: Elaboración propia

Ahorro unitario (kg AABB/pollo)	Costo AA.BB. (soles/kg AABB)	Reducción de costos (soles/pollo)	Ahorro total de costos
0.019	1.15	0.0223	S/. 35,566.11
			Por 1,595,000 pollos

La empresa incurre en otros costos que no serán considerados cuando se realice el análisis de los flujos de caja, dado que estos permanecerán constantes al no verse afectados por las mejoras.

Tabla 60 - Costos adicionales para la producción de pollos de carne

Fuente: NUTRIGOLD S.A.C.

Productos	Gas
Agua	Gas de GLP a granel
Cascara de arroz	Gas x 45 kg
Pajilla de arroz	
Viruta	
Servicio de crianza	Vacunas
	NC B1 SOTA X 20003773
	TAD LA SOTA X 2500
	TAD LA SOTA X 1000
Desinfectantes y ratic.	Medicinas y vitaminas
AVIYODOX 70	Bicarbonato
CEVAMETRINA X 1 LT75	BROMHEXOL NF (1GLX4LT)52
CEVASAMETRINA 203637	
Desinfectantes y ratic.	Otros
CID 2000278	CEKAMETROPRIM629
CID 2076	CEVAMUNE por pastillas 3741
DESPADAC125	FORWIN BB2634
DSC 1000 DESINFECTANTE193	FOSFOTRIM 81
FARM FLUID X 1LT1750	HEPATILEN 1487
HI CLON 70 X 45 KG622	HEPATILEN 82

5.3 Flujo de caja proyectado

Para la evaluación del proyecto se debe tener en consideración las utilidades marginales calculadas previamente. Estos márgenes de ganancias no correspondían al incremento del ingreso por ventas, sino más bien a la reducción de los costos de alimentación de pollos.

De acuerdo a la magnitud de las acciones ejecutadas, se estima que las utilidades marginales se mantendrán por 3 campañas seguidas, requiriendo una inversión adicional de dinero después del período señalado. Este plazo de análisis se justifica en el cambio de estación en la zona de estudio (Cañete - Hualcará), que implica variación de los parámetros de trabajo en planta, lo que demanda acciones para que la calidad del producto no se vea afectada.

Para presentar la evaluación económica, se realiza el flujo de caja integrado del proyecto. Se necesita para ello considerar la amortización de los intangibles del proyecto de mejora.

Tabla 61 - Amortización de intangibles

Elaborado por los autores

Concepto	Monto
Total de Intangibles	S/. 5,300.00
Campañas a amortizar	3
Cuota por campaña	S/. 1,766.67

Otro punto a considerar para el armado de los flujos futuros es la consideración de las labores por campañas de trabajo de NUTRIGOLD S.A.C., que duran en promedio unos 65 días.

Para la evaluación, se define que la inversión del proyecto se realizó en la campaña 4, que comprende el período de tiempo desde el 25 de junio hasta finales de agosto. Luego se muestra la campaña 5, que sigue a partir del 1 de setiembre al 5 de noviembre. Los dos siguientes períodos corresponden a las campañas 6 y 1 del 2011, con las fechas detalladas como se muestra a continuación.

Tabla 62 - Flujo de caja integrado del proyecto
Elaborado por los autores

Evaluación Económica	2010			2011
	Campaña 4 (25 Jun - 30 Ago)	Campaña 5 (01 Set - 05 Nov)	Campaña 6 (05 Nov - 10 Ene)	Campaña 1 (10 Ene - 15 Mar)
Ingresos incrementales		S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Costos incrementales		S/. 35,566.11	S/. 35,566.11	S/. 35,566.11
Gastos incrementales		S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Amortización de Intangibles		S/. 1,766.67	S/. 1,766.67	S/. 1,766.67
Flujo Operativo		S/. 33,799.44	S/. 33,799.44	S/. 33,799.44
Impuestos (IR=30%)		S/. 10,139.83	S/. 10,139.83	S/. 10,139.83
Flujo Ec. Después de Impuestos		S/. 23,659.61	S/. 23,659.61	S/. 23,659.61
Inversión Inicial	S/. 30,800.00			
Amortización de Intangibles		S/. 1,766.67	S/. 1,766.67	S/. 1,766.67
Flujo de Caja Económico	S/. 30,800.00	S/. 25,426.28	S/. 25,426.28	S/. 25,426.28
Flujo de Caja Acumulado	S/. 30,800.00	S/. 5,373.72	S/. 20,052.55	S/. 45,478.83

5.4 Evaluación económica

Para verificar la viabilidad del proyecto, se ha determinado el valor actual neto (VAN). Asimismo se ha calculado la tasa interna de retorno (TIR) y el ratio beneficio-costos (B/C). Todos ellos para el flujo integrado mostrado.

Como primer paso para la evaluación, determinaremos la tasa para descontar los flujos presentados anteriormente. Esta tasa es el costo de oportunidad del inversionista.

En este caso, al consultar con la empresa, no se tuvo información sobre algún proyecto similar a uno de este tipo. Por ello, se va a trabajar con una tasa pasiva, para obtener un retorno seguro por el dinero invertido.

De acuerdo a la información tomada de la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS), la mejor tasa pasiva encontrada corresponde al Banco Azteca con una tasa anual de 7.75%, para un depósito a plazo de 181-360 días. Sin embargo, esta tasa anual debe convertirse a una equivalente para el tratamiento de los flujos por campañas. Por ello se presenta la siguiente relación¹⁸:

$$i' = (1 + i)^{f/H} - 1$$

Donde:

- i' : tasa equivalente o tasa efectiva a calcular
- i : tasa efectiva del horizonte temporal (dato)
- f : número de días del período de tiempo correspondiente a i'
- H : número de días del período de tiempo correspondiente a i

¹⁸ FIA USMP. *Valor del dinero en el tiempo*. Separata de Gestión Financiera. Página 43.

Tabla 63 - Conversión de la tasa pasiva anual a una tasa por campaña

Elaborado por los autores

Variable	Valor
f	65 días
H	365 días
i	7.75%
i' = COK	1.34%

Una vez hallada esta tasa, se procede a la evaluación económica del proyecto, usando los índices de rentabilidad más conocidos.

Tabla 64 - Resultados de la evaluación económica

Elaborado por los autores

COK	1.34%
VANE	S/. 42,907.85
B/C	2.39
TIRE	64%

Analizando el VANE (Valor Actual Neto Económico), este es superior a cero y además es alto. Esto indica que el proyecto es rentable para la empresa; como se puede observar, se tiene una ganancia neta de S/. 42,907.85.

En cuanto a la TIRE (Tasa Interna de Retorno Económica), es superior al costo de capital económico de forma muy amplia, lo cual indica que el rendimiento del proyecto es más alto que al obtenido por realizar un depósito a plazos en una entidad financiera.

Por último, la relación B/C (Beneficio-Costo) es superior a la unidad. Por tanto se confirma que el proyecto es económicamente rentable.

CONCLUSIONES

Las trece conclusiones siguientes versan sobre el proceso de mejora de la calidad de presentación en alimentos balanceados pelletizados y constituyen el aporte más importante de este trabajo.

1. A partir del análisis preliminar realizado a la empresa en estudio, se corroboró un problema de baja calidad de presentación existente en sus alimentos balanceados pelletizados. Esto tiene un impacto negativo en las utilidades percibidas por campaña de venta.
2. El problema identificado se clasificó como de alta relevancia, porque repercute en el incremento de los costos que tiene NUTRIGOLD S.A.C. para alimentar a sus aves. Esto se entiende como la cantidad de alimento adicional a la planificada, que debe producir la empresa para lograr el peso de venta de los pollos de engorde.
3. Las limitantes más importantes para la realización del proyecto estuvieron relacionadas al “tratamiento de pruebas que involucran la calidad nutricional de los alimentos balanceados”, puesto que no se tuvo acceso a la información necesaria para su estudio, y debido al hecho que los representantes de la empresa desincentivaron la investigación en este aspecto.

4. La metodología de la Ruta de la Calidad fue seleccionada para el desarrollo del proyecto porque se acomodaba adecuadamente con la situación de la planta en estudio, permitiendo que todos los niveles de la empresa participen en el mismo y se puedan crear grupos de trabajo que apliquen la misma metodología en futuros proyectos.
5. El proyecto se desarrolló en 8 meses, tal como se detalló en los dos cronogramas de trabajo (uno general y otro específico), cumpliéndose los plazos establecidos adecuadamente.
6. Como resultado del diagnóstico efectuado en la planta de elaboración de alimentos balanceados visitada, se concluye que los alimentos balanceados producidos tenían resultados no satisfactorios en sus indicadores: mala granulometría (mucho porcentaje de polvo) y bajo PDI (durabilidad del pellet en su transporte). Asimismo, en la zona de producción se pudieron identificar problemas por falta de estandarización en las condiciones de trabajo y en los parámetros de producción.
7. Mediante el empleo de herramientas de la calidad, como los diagramas de causa – efecto y de Pareto, se determinó que las principales causas del problema radicaban en el desempeño de los equipos y en los métodos de trabajo de la empresa.
8. Las propuestas de mejora definidas a partir del punto anterior, fueron enmarcadas en el formato 5W2H, el cual fue empleado por la necesidad de resumir las principales acciones correctivas surgidas de la lluvia de ideas, para un análisis más detallado y estructurado.
9. Para la implementación del proyecto se estimó un presupuesto de inversión de S/. 30,800.00 nuevos soles. Este total contempló el desarrollo de las acciones correctivas y mejoras propuestas en el

período de duración del proyecto, además de una reserva de contingencias.

10. Entre las principales medidas correctivas implementadas destacan el mantenimiento autónomo de los equipos críticos de producción, la mejora considerable en la forma de trabajo dentro del laboratorio de aseguramiento de la calidad, y el estudio de parámetros de producción para obtener un buen alimento pelletizado.
11. Las mejoras tuvieron un impacto positivo en los indicadores del alimento balanceado, permitiendo un ahorro de 19 gramos de alimentos por pollo a nivel global. Esto trajo consigo una reducción de costos por campaña de ventas estimada en S/. 33,566.11 nuevos soles.
12. Los ahorros de costos marginales para la empresa se determinaron en un horizonte de 3 campañas de trabajo, antes de requerir una nueva inversión para ajustes operativos. La evaluación de la rentabilidad mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y análisis Beneficio Costo (B/C) confirmaron la viabilidad económica del proyecto.
13. Como colofón del proceso de mejora aplicado, se definieron futuros proyectos de acuerdo al último paso de la Ruta de la Calidad, siendo los más destacados la implementación de mantenimiento preventivo y el rediseño de tuberías de succión de aire.

RECOMENDACIONES

Después de analizar profundamente las conclusiones a las que se llegó en el presente proyecto, se procedió a dar las siguientes cuatro recomendaciones.

1. Tener presente las propuestas dadas en el último capítulo del proyecto de mejora (fase de definición de nuevos proyectos), pues todas pueden ser puestas en marcha en la medida que se resuelvan los problemas de tiempo, dinero y se respete la metodología diseñada para la implementación de las futuras Rutas de la Calidad.
2. Mantener los equipos de trabajo ya formados en esta primera experiencia cuando se considere volver a aplicar la Ruta de la Calidad. Se debe iniciar el proyecto de mejora con reuniones entre los jefes de turno, el encargado del Área de Aseguramiento de la Calidad, y el Superintendente de Planta.
3. Reconsiderar el manejo de los límites de especificaciones aceptables para alimentos balanceados por la empresa, pues se detectó que algunos márgenes que clasificaban a un producto como bueno, no eran reales. Asimismo en el caso de los porcentajes nutricionales, NUTRIGOLD S.A.C. debe considerar la tercerización de la evaluación periódica de los porcentajes de proteínas, grasas, cenizas, etc.

presentes en sus alimentos, pues no posee los recursos tecnológicos necesarios para realizar este tipo de evaluaciones por su cuenta.

4. Retomar la realización de las pruebas de humedad en los alimentos balanceados, debido a que el análisis de humedad es importante para determinar la presencia de mico-toxinas en los alimentos producidos. Además, se debe tener en cuenta que la empresa posee los equipos suficientes para este tipo de ensayos.



FUENTES DE INFORMACIÓN

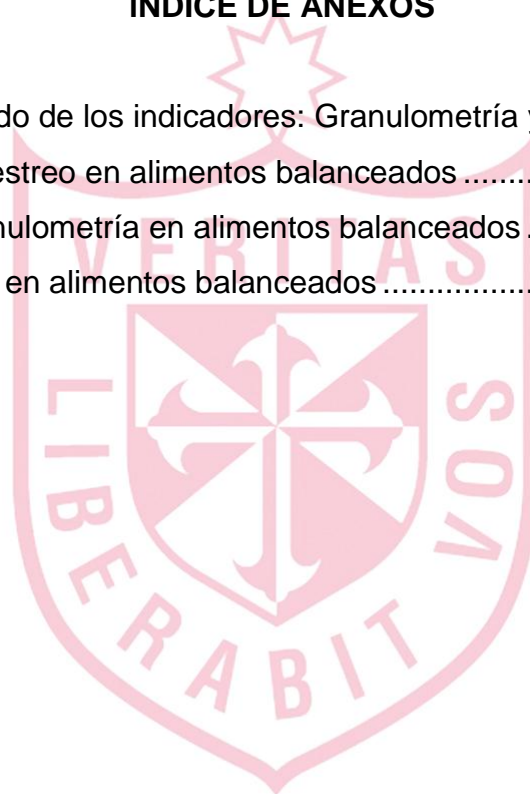
- Cuatrecasas, Lluís (2010). Lean Management: la gestión competitiva por excelencia. Barcelona: PROFIT
- D. J. Wheeler (1992). Understanding Statistical Process Control. Segunda Edición, SPC Press, Inc.
- D. J. Wheeler (1995). Advanced Topics in Statistical Process Control: The Power of Shewhart Charts. SPC Press, Inc.
- De la Fuente, David. (2006). Organización de la producción en Ingenierías. España: EDIUNO
- Gómez, et.al. (2003). Seis Sigma. 2da Edición. Madrid: FC Editorial
- Guajardo Garza, Edmundo (1996). Administración de la Calidad Total. Editorial Pax. México - pág. 145
- Miranda Luis (2006). Seis Sigma: guía para principiantes. México: PANORAMA
- Programa Japón – BID (2003). Relatos de Control de Calidad: La Ruta de la Calidad. En Manual de Administración de la Calidad Total y Círculos de Control de Calidad. Vol. I (pp. 122-134)
- Sosa P., Demetrio (1998). Conceptos y herramientas para la mejora continua. México D.F.: Limusa
- Vallejos, Lucy (2008). El alza de los precios de los alimentos como factor inflacionario. Revista Moneda (137), pp. 6-9
- NTP 209.110:1981 – INDECOPI

- <http://agraria.pe/noticias/mercado-avicola-nacional-creceria-7-este-ano>
- http://www.apa.org.pe/html/sections/cuadros/cuadros_1_3.asp
- http://www.apavic.com/html/sections/cuadros/cuadro_9.asp
- <http://www.aviagen.com/ss/ross-308/>
- http://www.degerencia.com/articulo/la_relevancia_del_kaizen
- http://www.fundibeq.org/metodologias/herramientas/diagrama_de_pareto.pdf
- <http://www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control>
- <http://www.sht.com.ar/archivo/Management/Kaizen.htm>



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
- Gráficas del estado de los indicadores: Granulometría y PDI	165
- Protocolo de muestreo en alimentos balanceados	212
- Protocolo de granulometría en alimentos balanceados	215
- Protocolo de PDI en alimentos balanceados	225



Gráficas del estado de los indicadores: Granulometría y PDI



A.1 Gráficas de control de granulometría antes de las mejoras

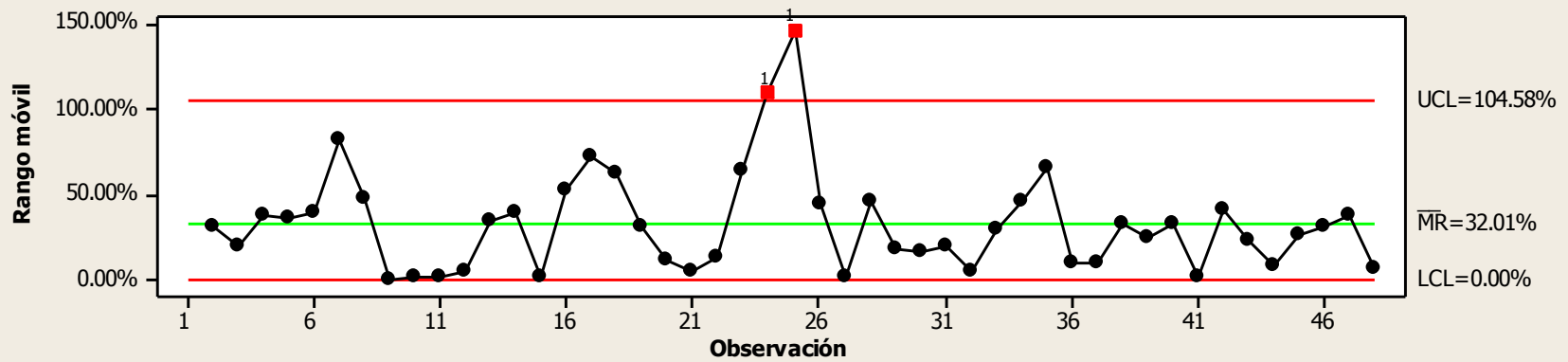
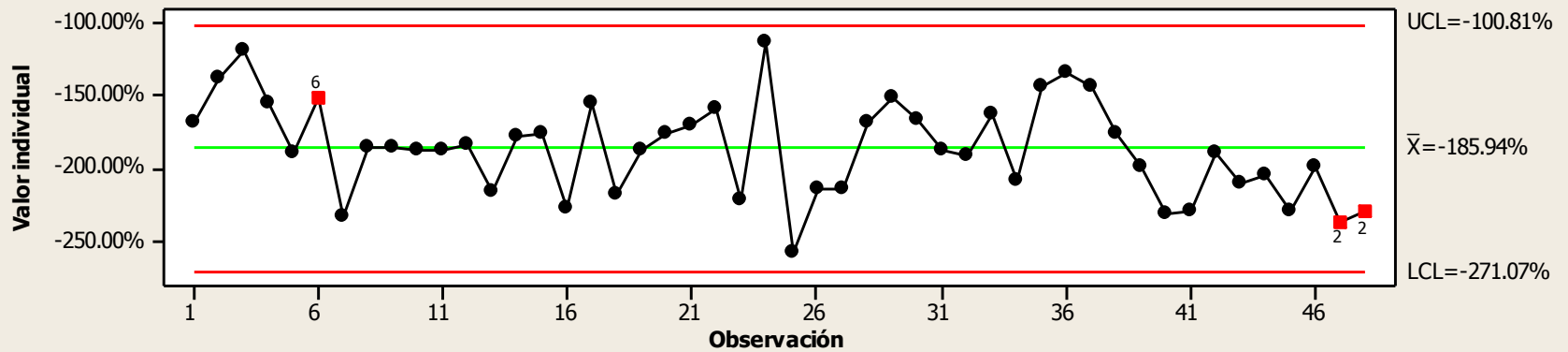


Gráfica de Control de Granulometría

Utilizando la transformación de Box-Cox con Lambda = 0.00

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Pre Inicio

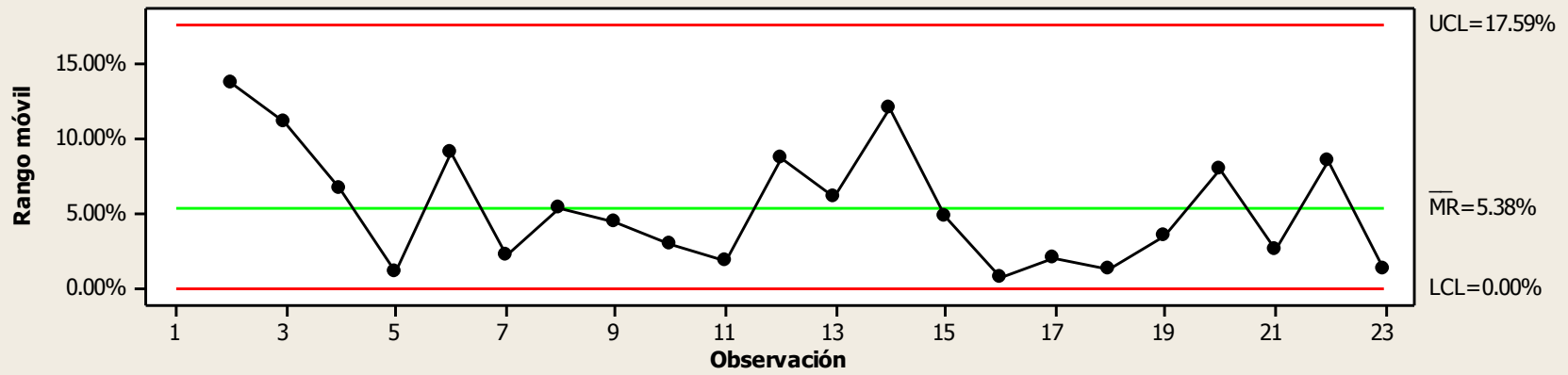
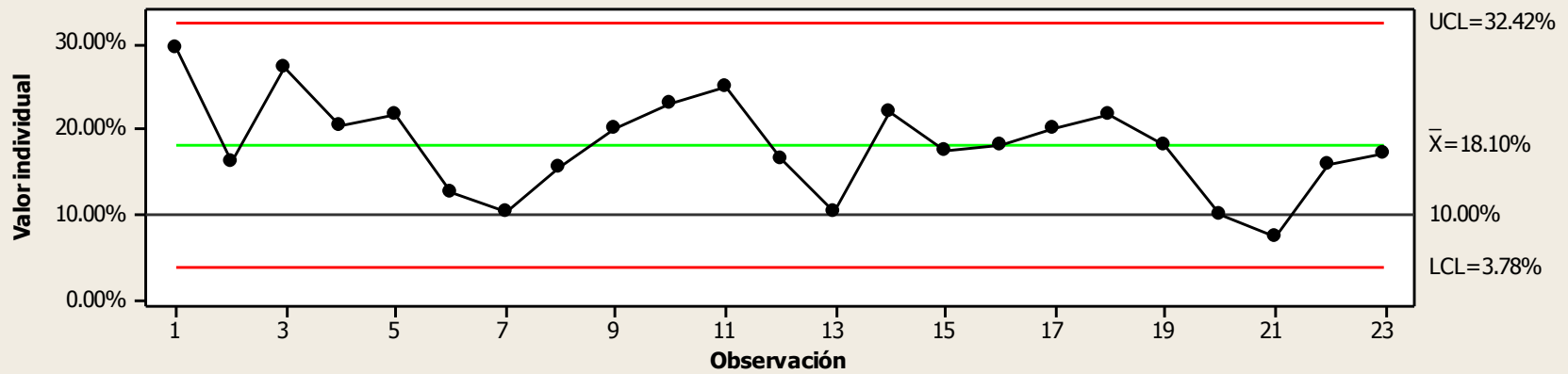


Primer Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Pre Inicio

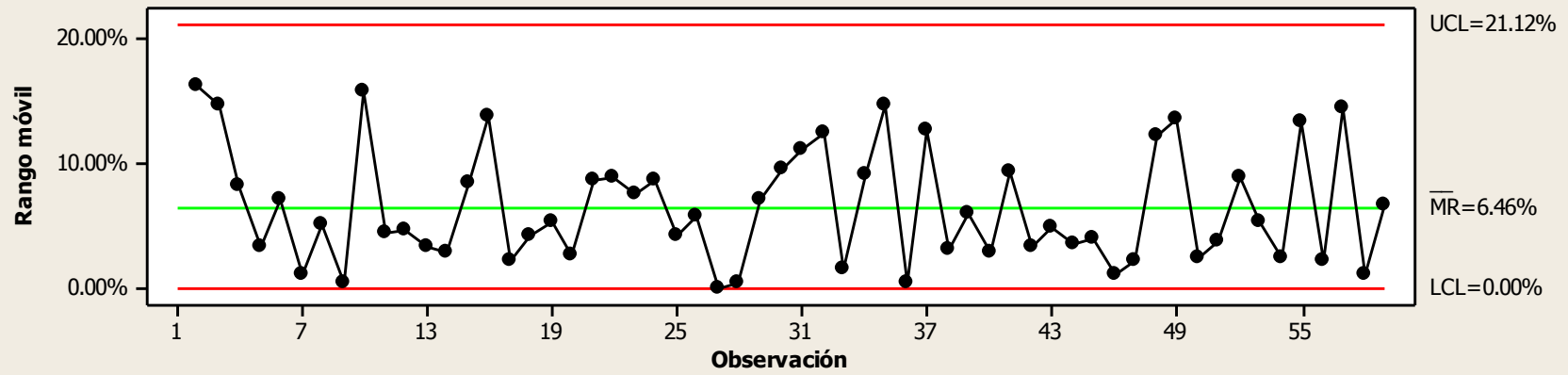
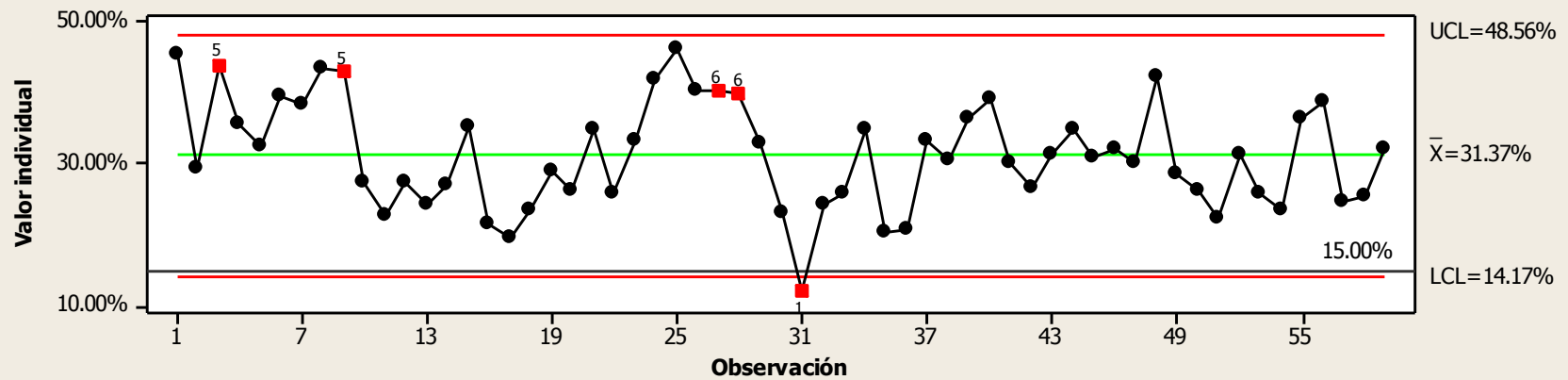


Segundo Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Inicio

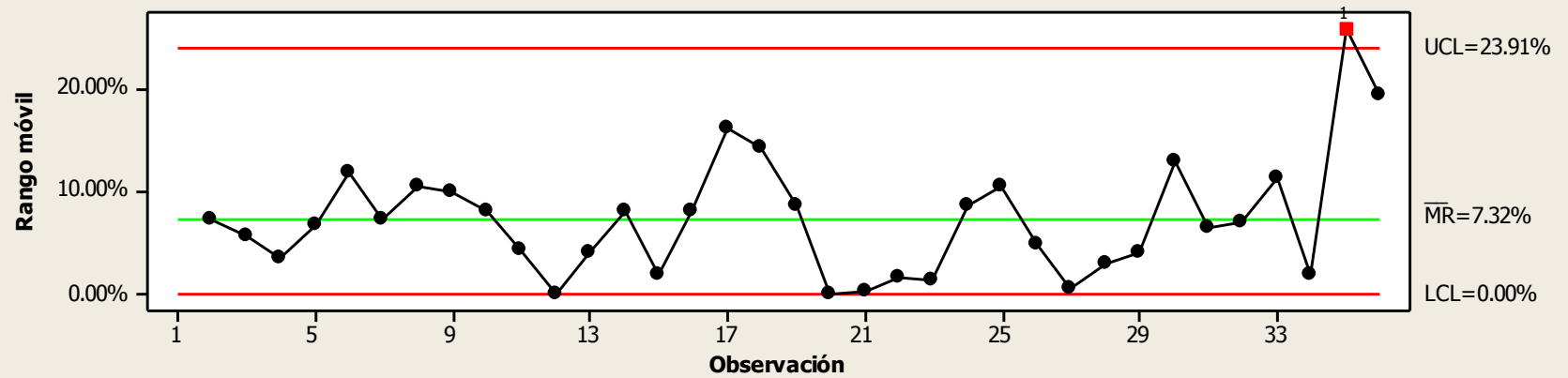
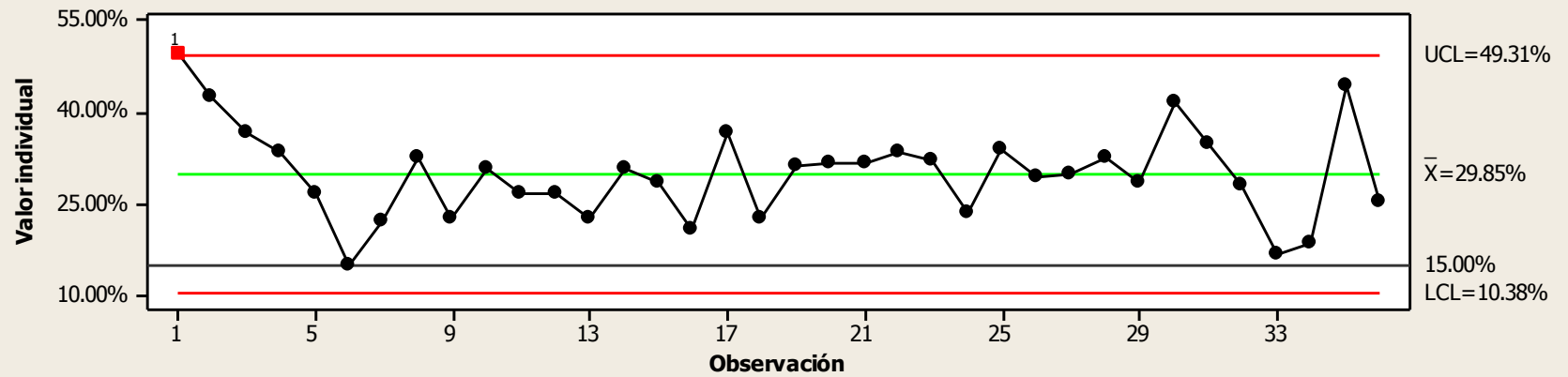


Primer Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Inicio

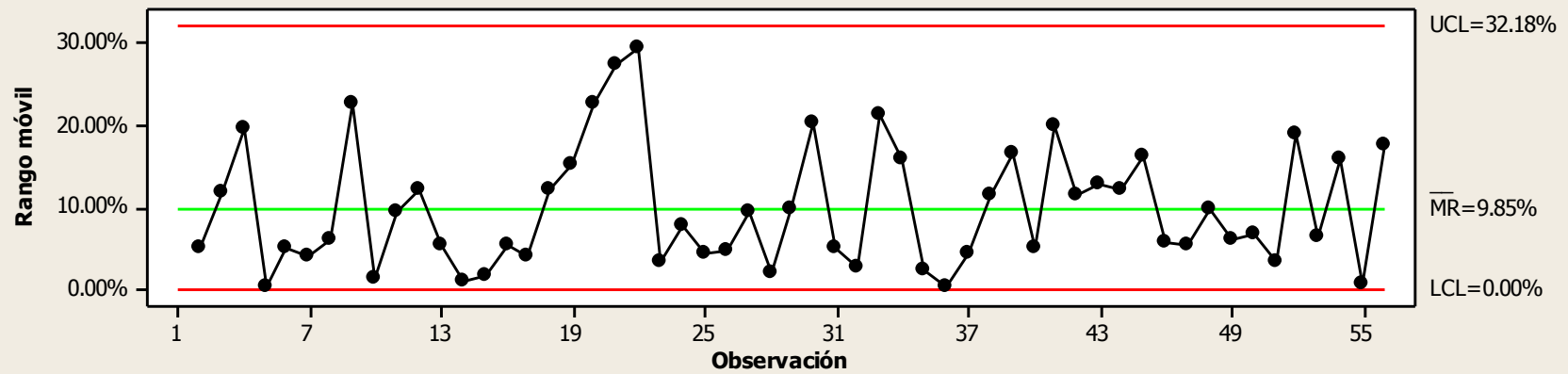
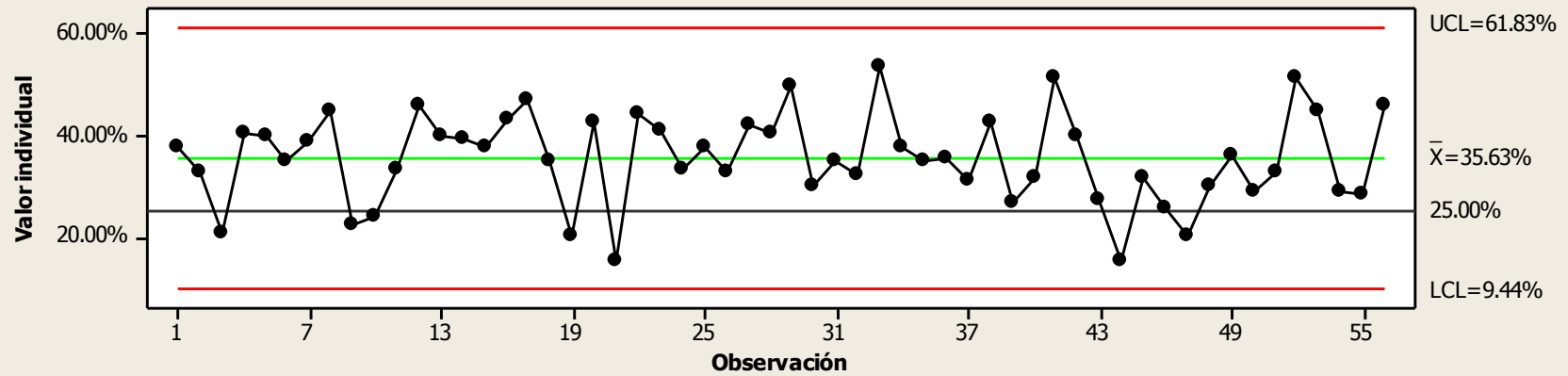


Segundo Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Crecimiento

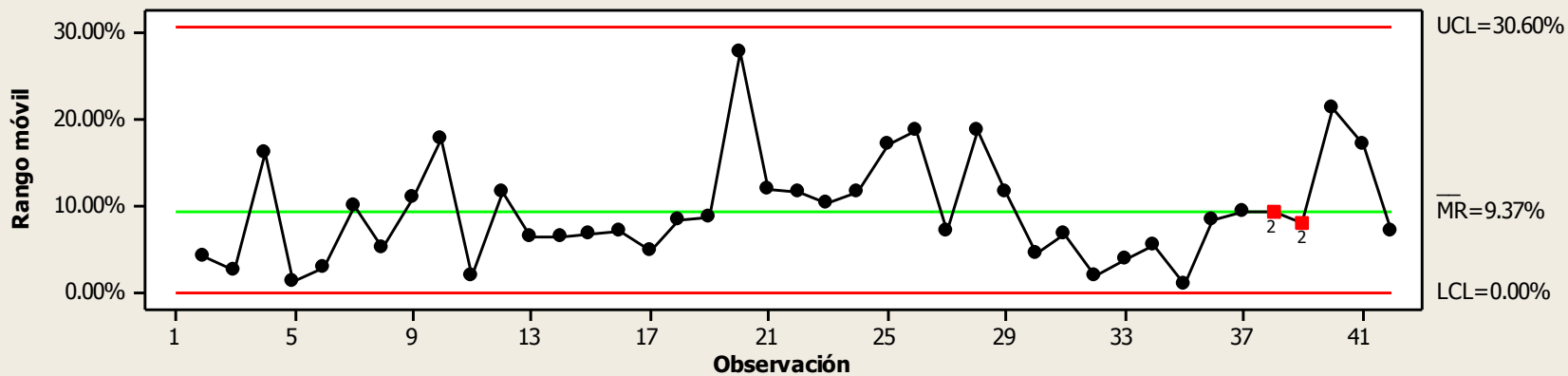
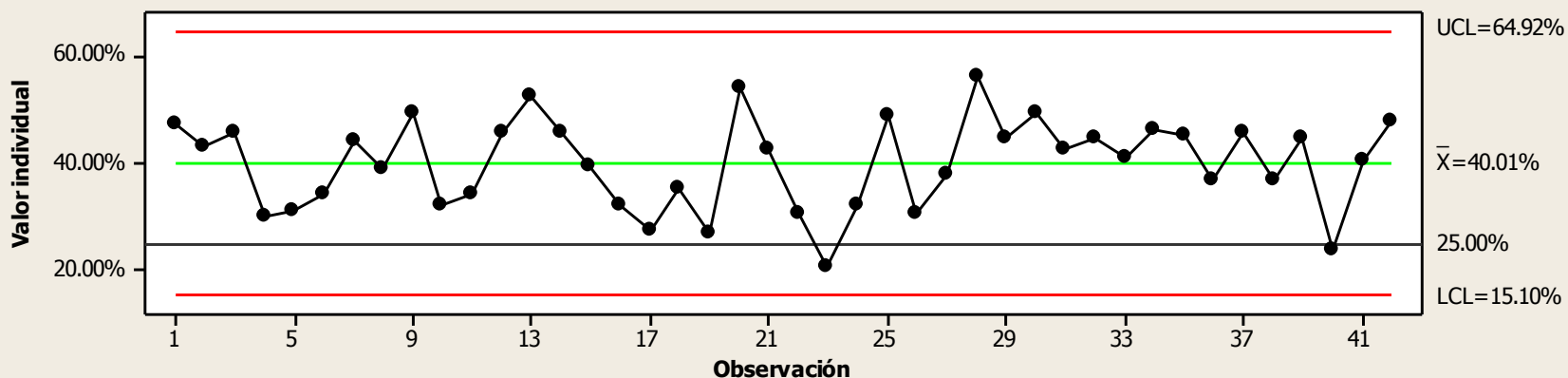


Primer Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Crecimiento



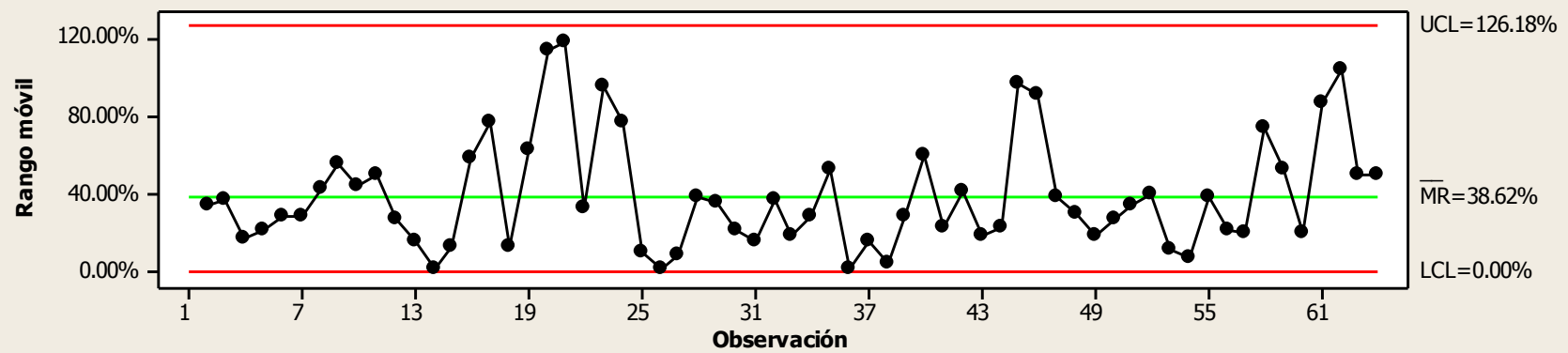
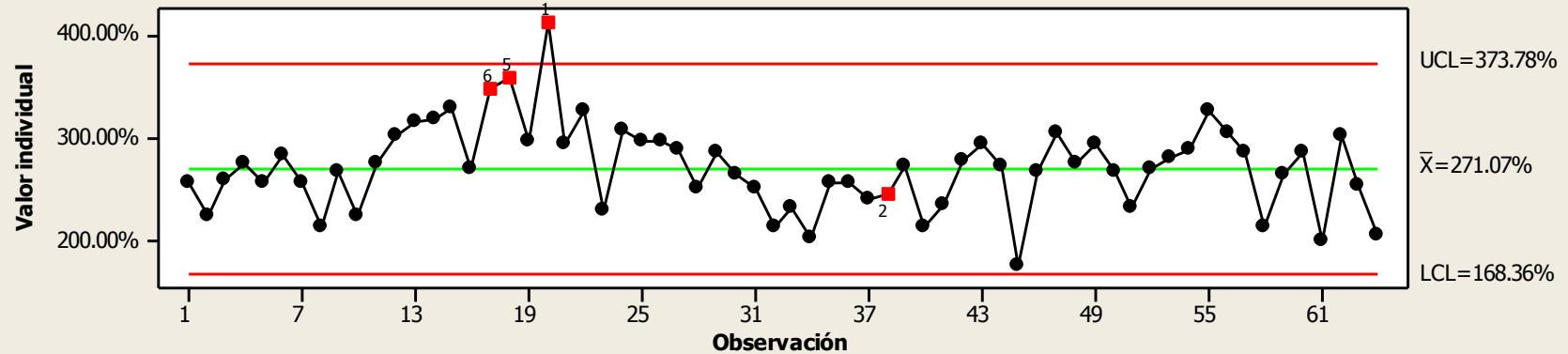
Segundo Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Utilizando la transformación de Box-Cox con Lambda = -0.50

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Acabado

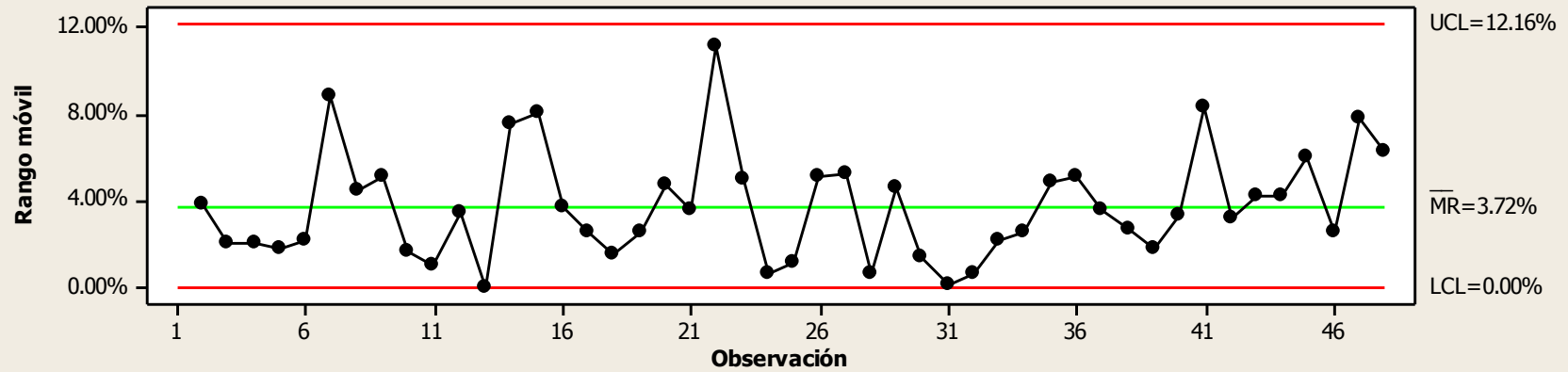
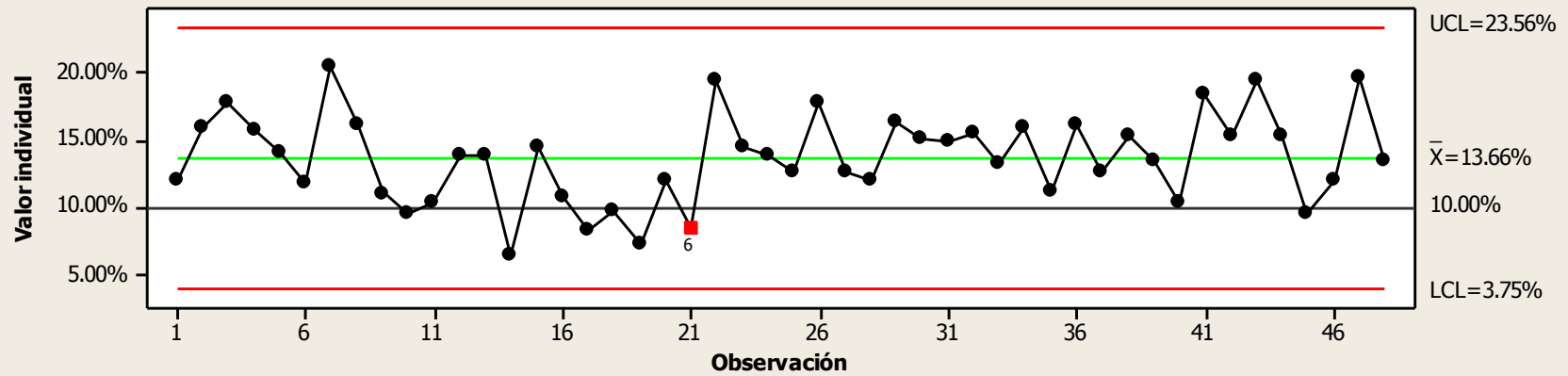


Primer Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Acabado

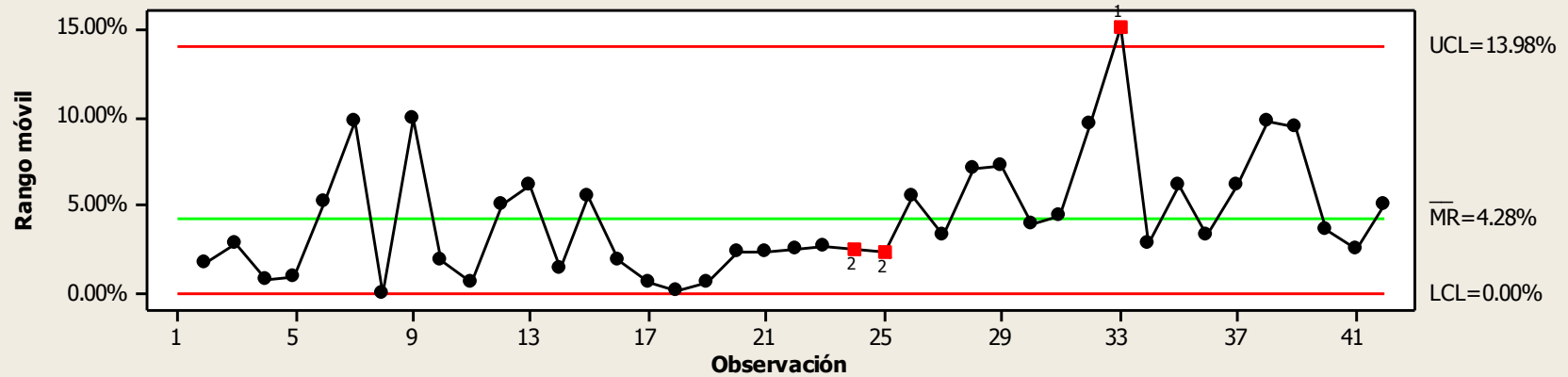
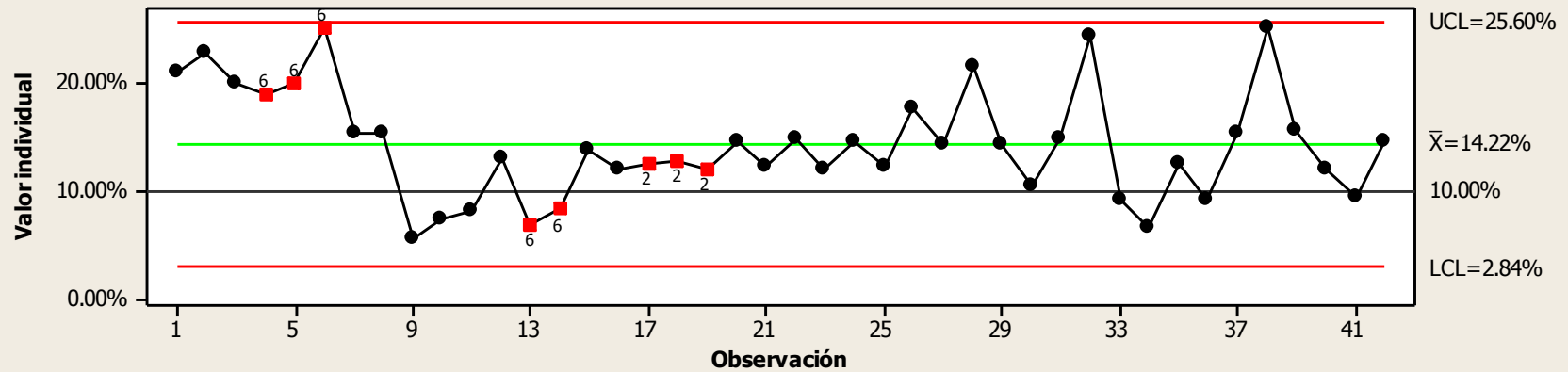


Segundo Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Finalizador

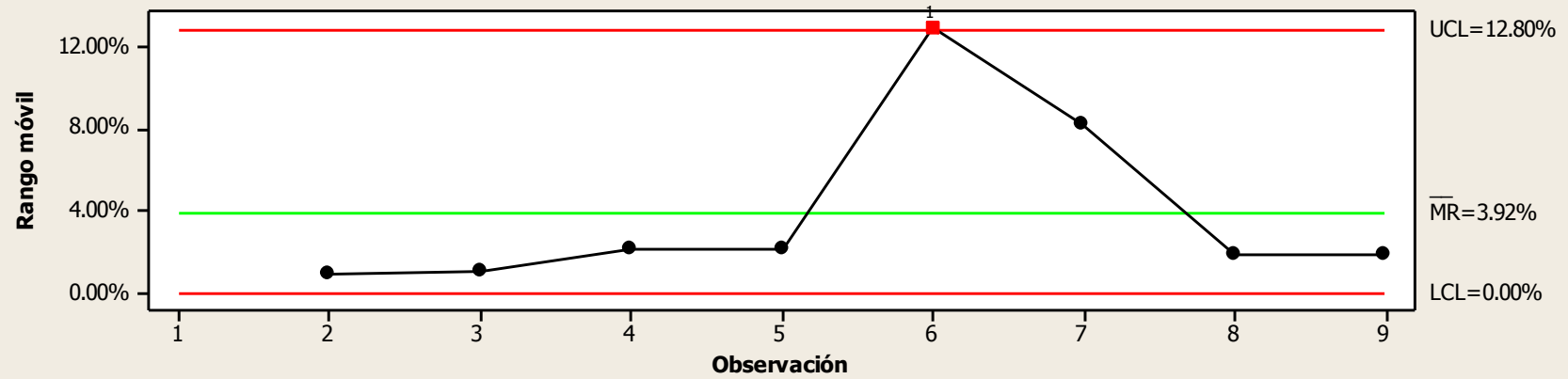
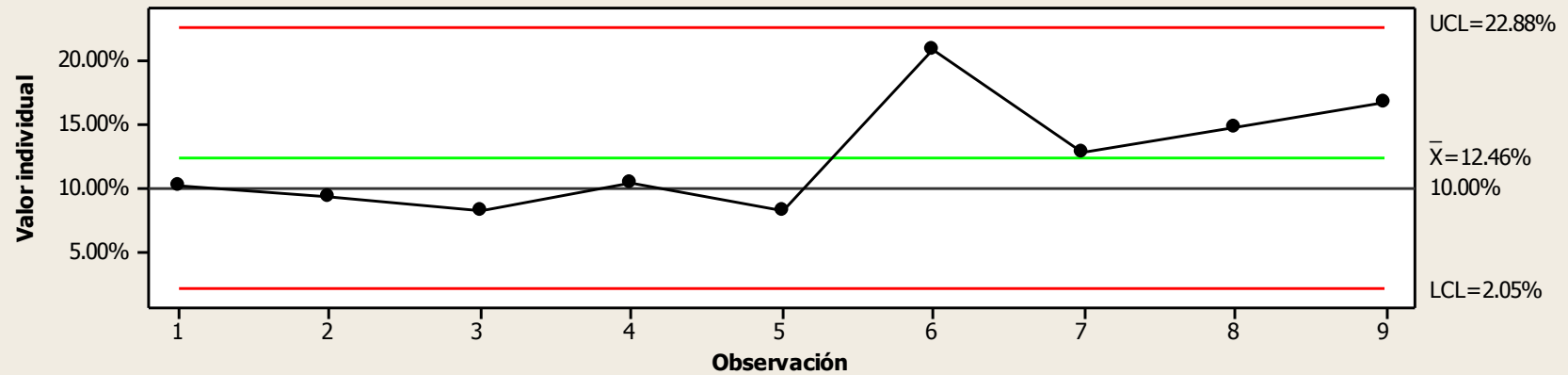


Primer Turno

Gráfica de Control de Granulometría

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Finalizador



Segundo Turno

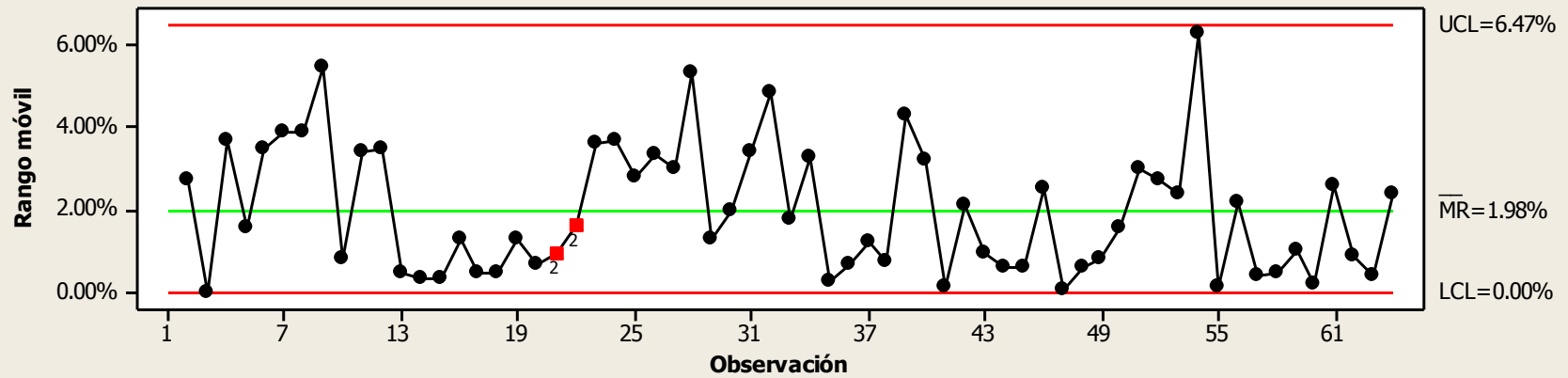
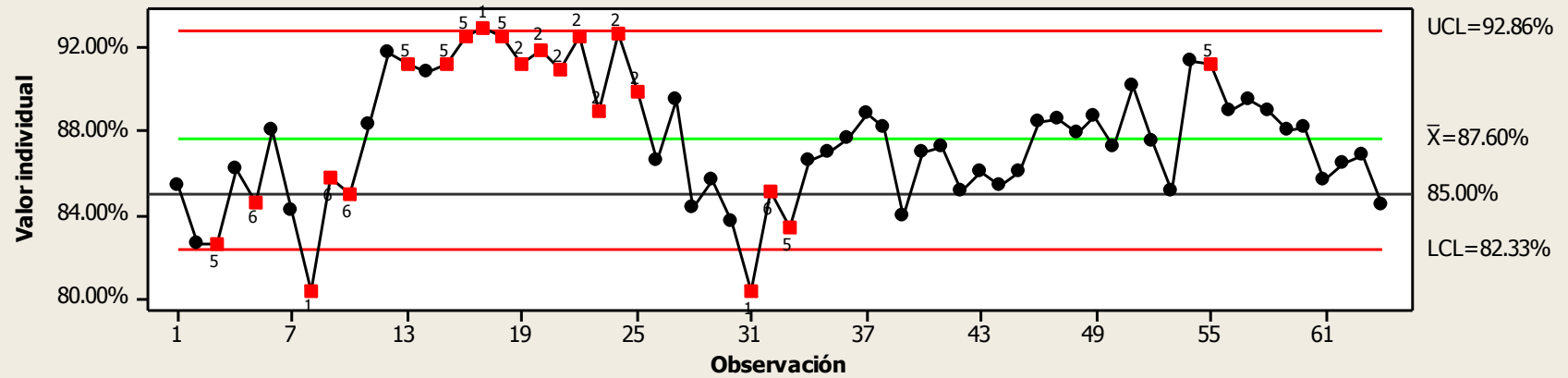
A-2 Gráficas de control de PDI antes de las mejoras



Gráfica de Control de Durabilidad de Pellets

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Acabado

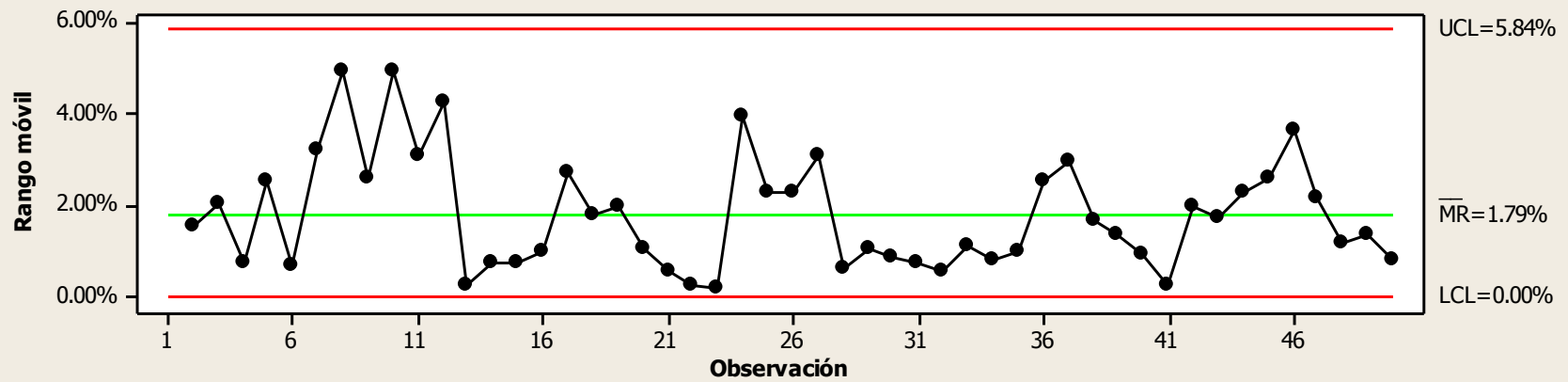
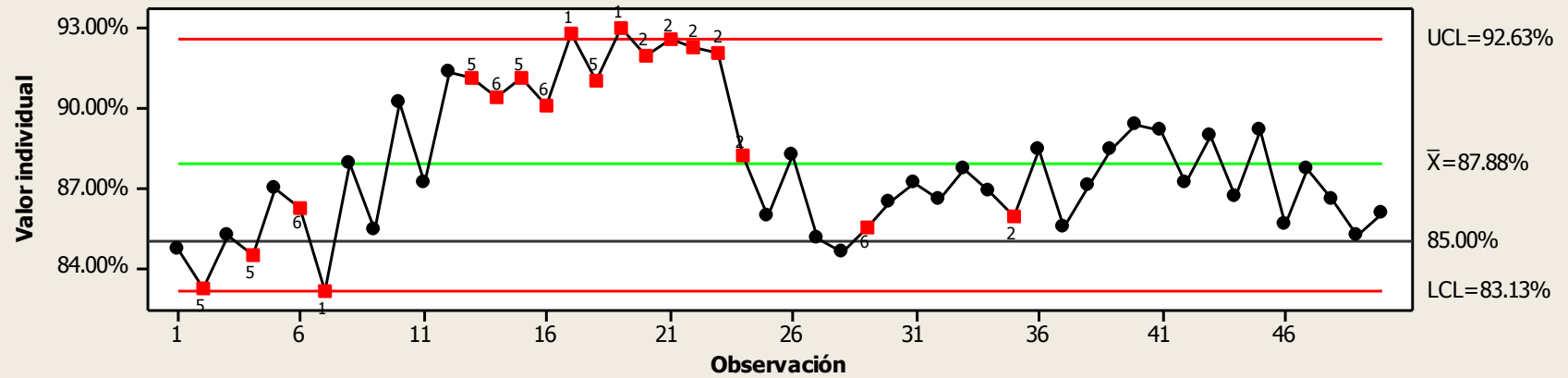


Primer Turno

Gráfica de Control de Durabilidad de Pellets

Febrero - Abril 2010

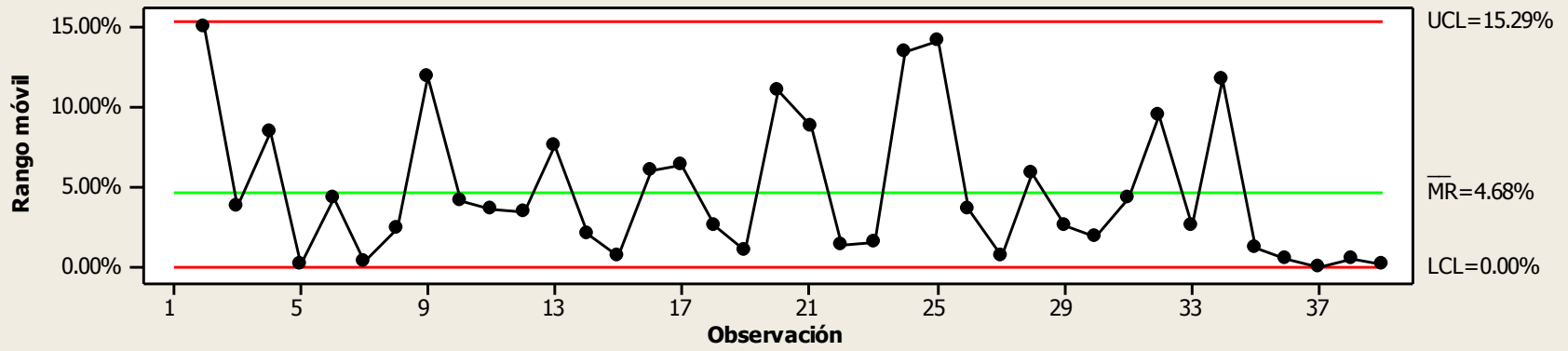
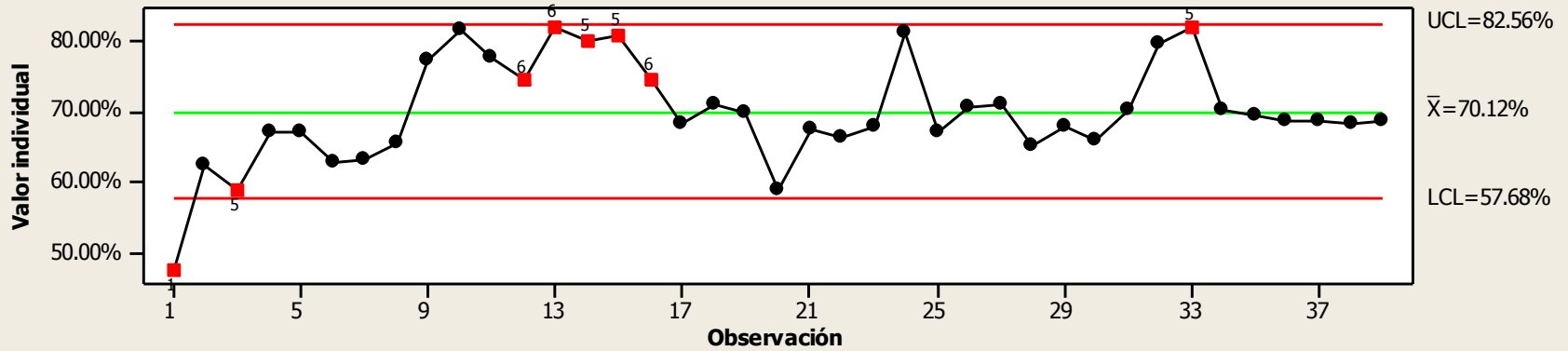
Alimento Balanceado: Acabado



Segundo Turno

Gráfica de Control de Durabilidad de Pellets

Utilizando la transformación de Box-Cox con Lambda = 2.83
 Febrero - Abril 2010
 Alimento Balanceado: Finalizador

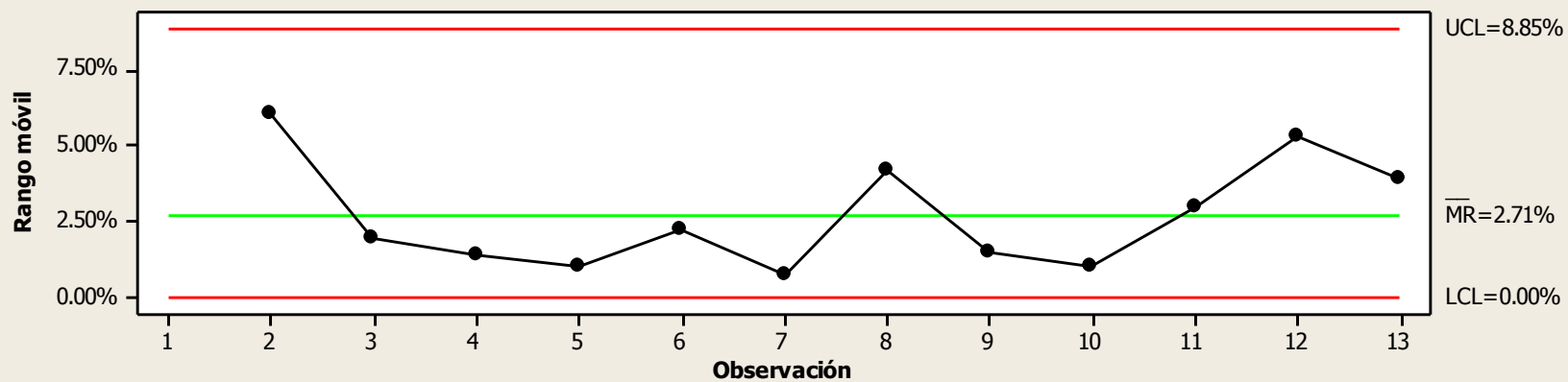
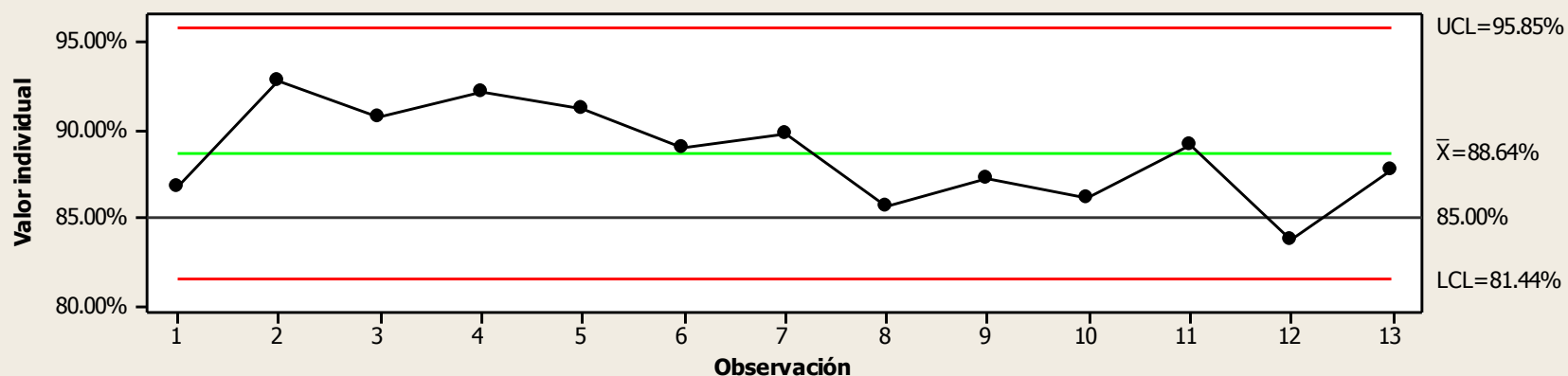


Primer Turno

Gráfica de Control de Durabilidad de Pellets

Febrero - Abril 2010

Alimento Balanceado: Finalizador



Segundo Turno

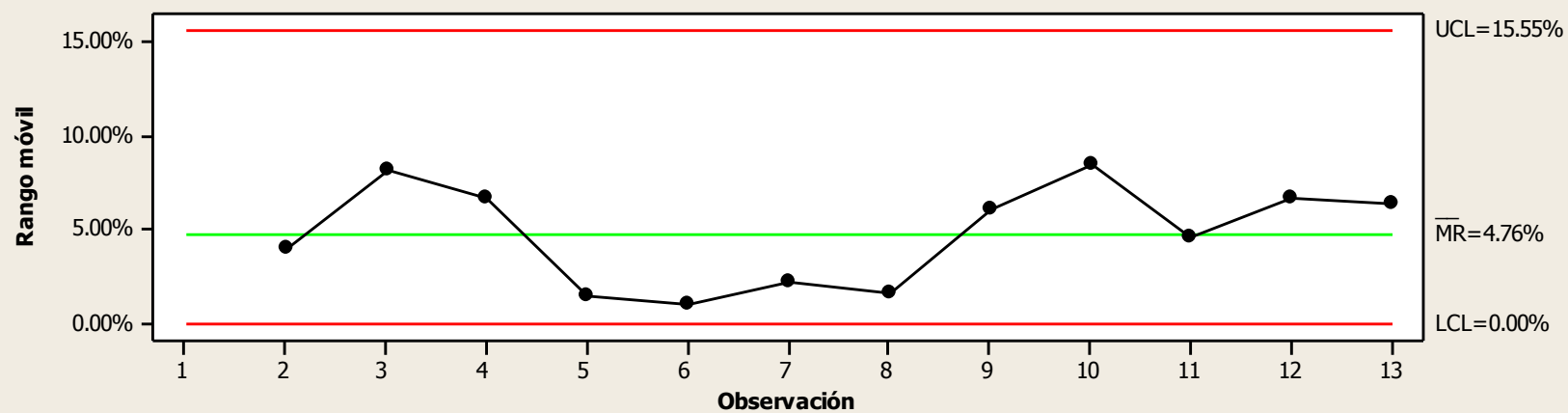
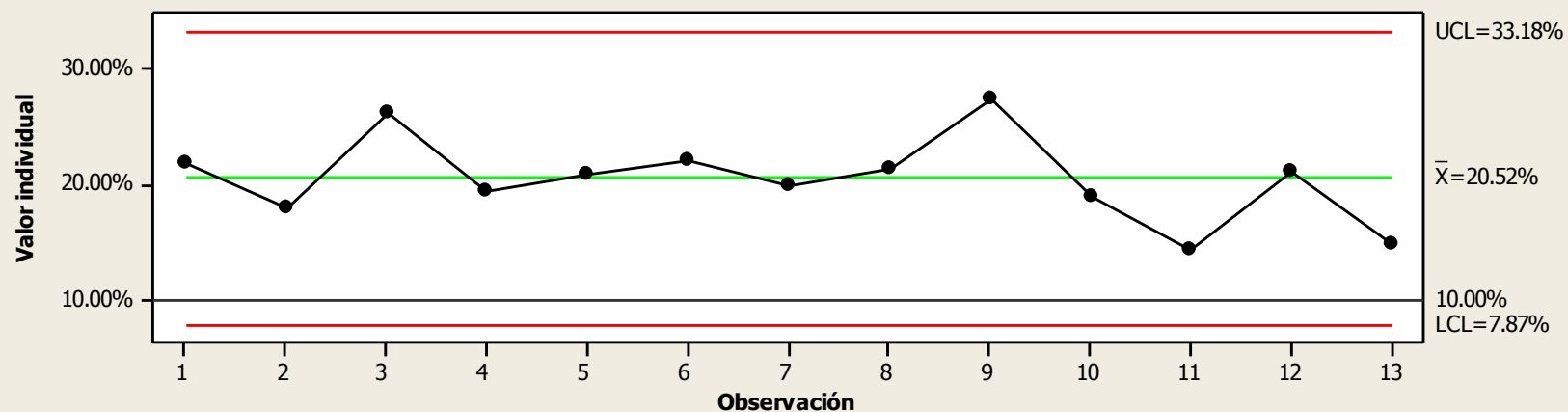
A-3 Gráficas de control de granulometría después de las mejoras



Gráfica de Control de Granulometría

Agosto 2010

Alimento Balanceado: Pre Inicio

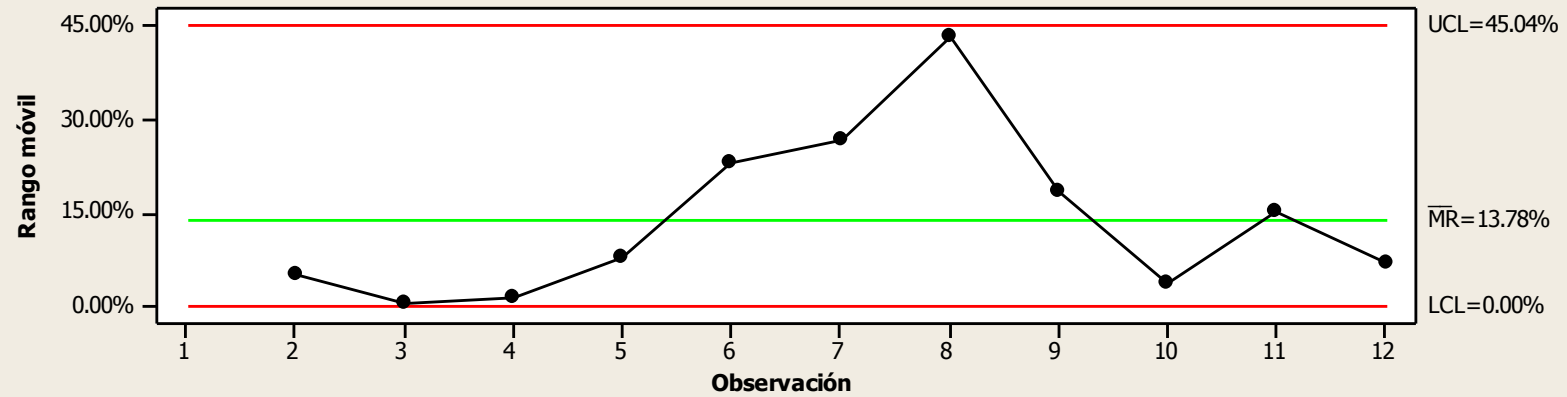
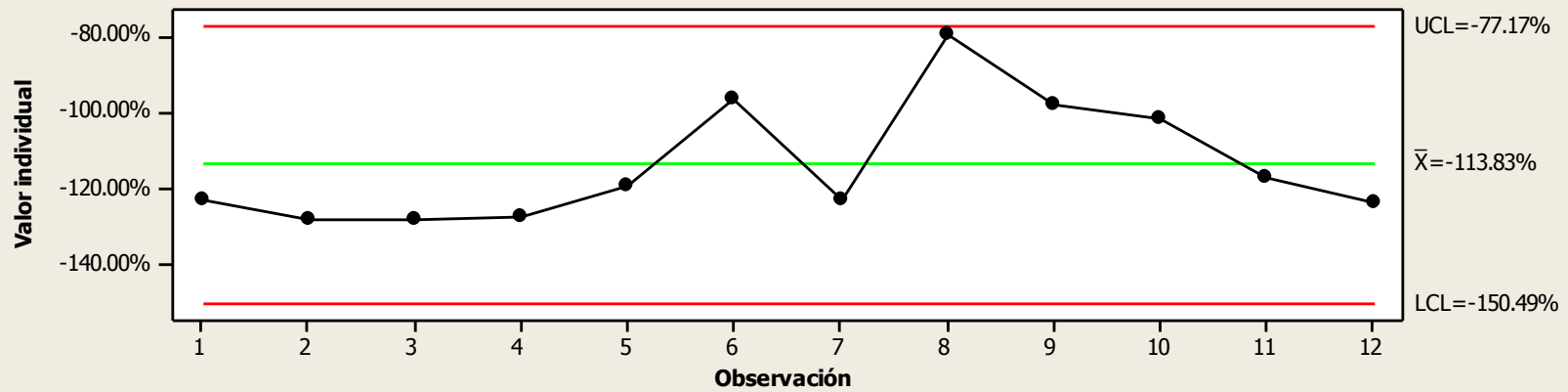


Gráfica de Control de Granulometría

Utilizando la transformación de Box-Cox con Lambda = 0.00

Agosto 2010

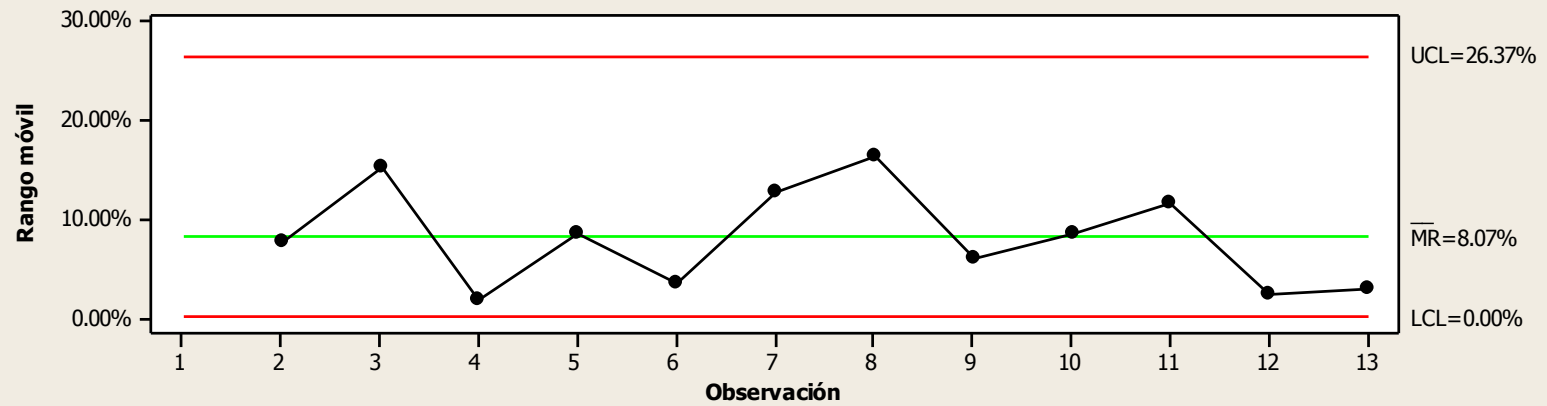
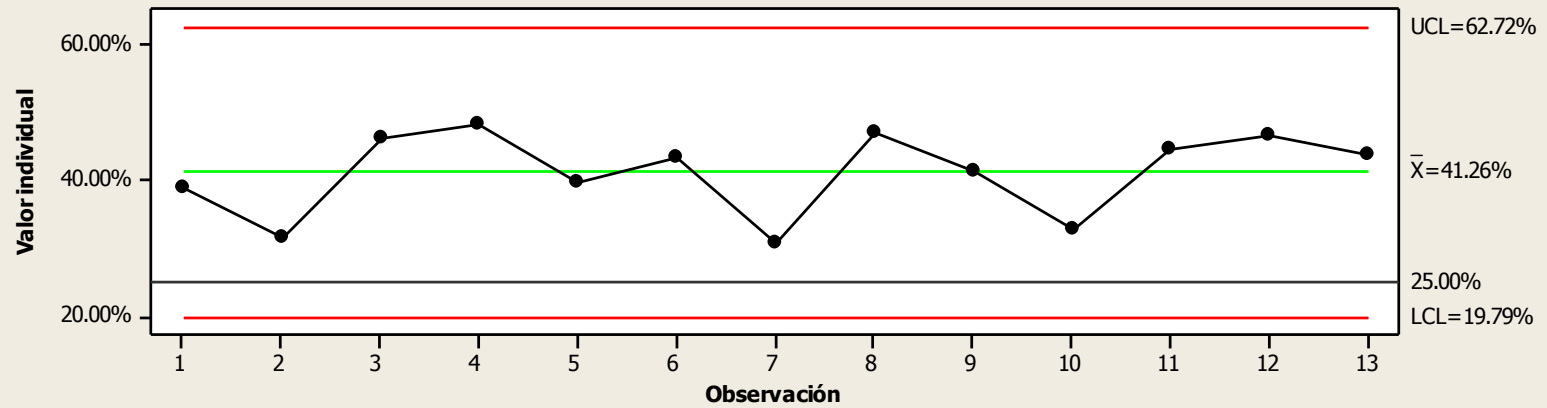
Alimento Balanceado: Inicio



Gráfica de Control de Granulometría

Agosto 2010

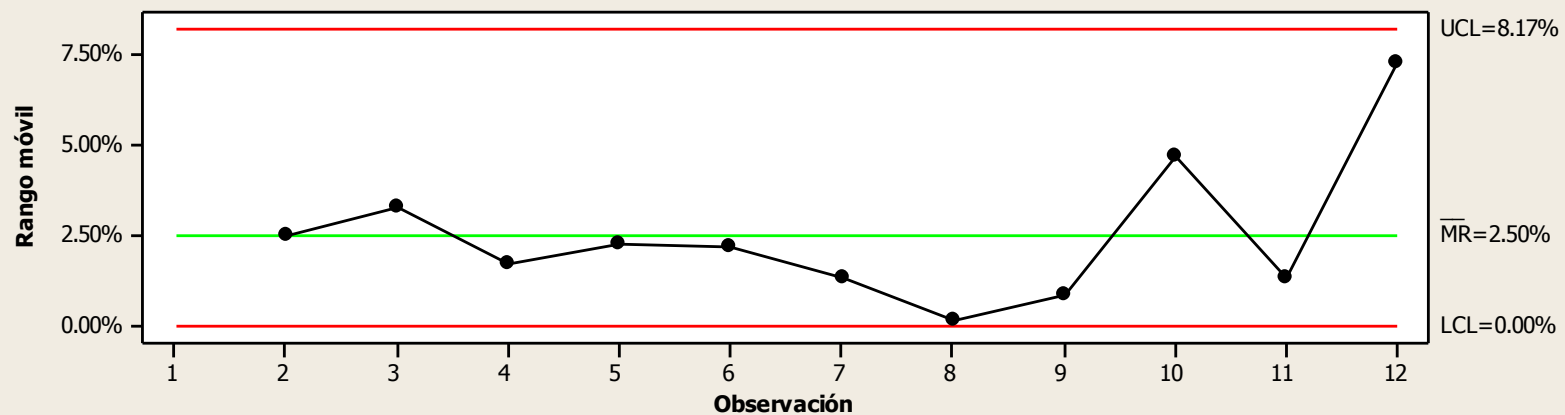
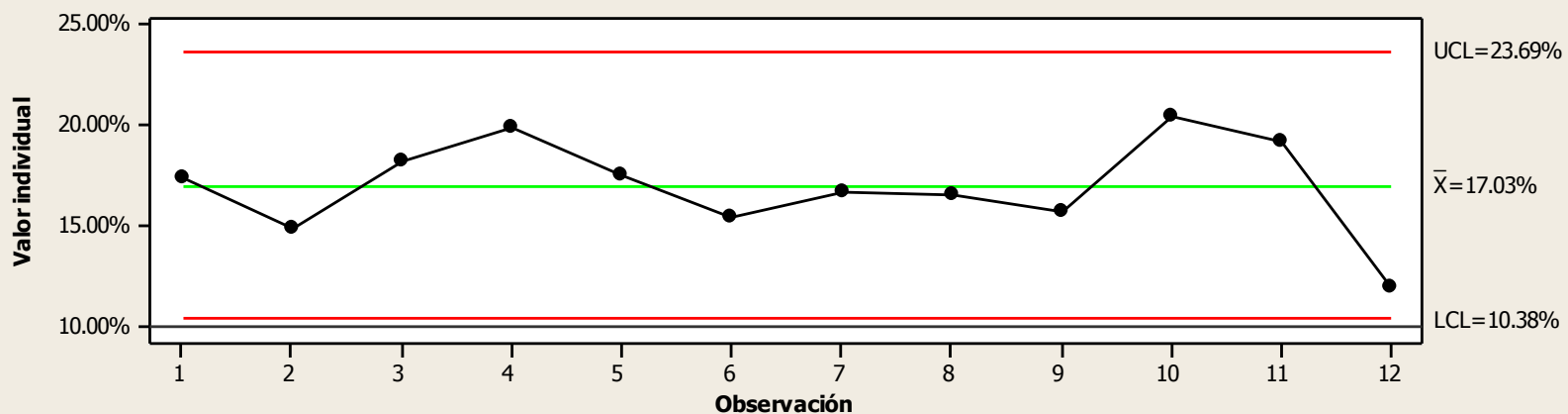
Alimento Balanceado: Crecimiento



Gráfica de Control de Granulometría

Agosto 2010

Alimento Balanceado: Acabado

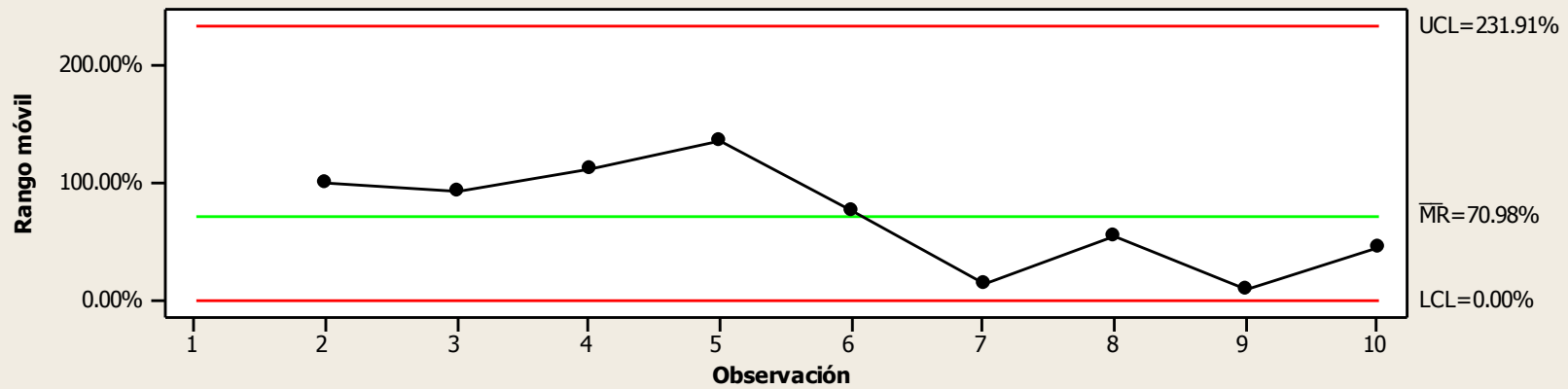
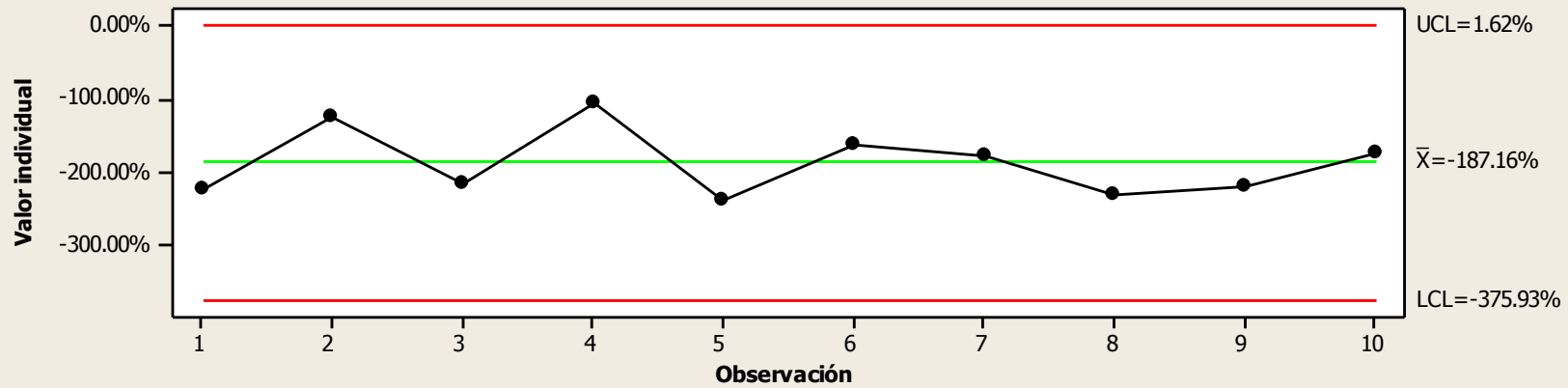


Gráfica de Control de Granulometría

Utilizando la transformación de Box-Cox con Lambda = 0.00

Agosto 2010

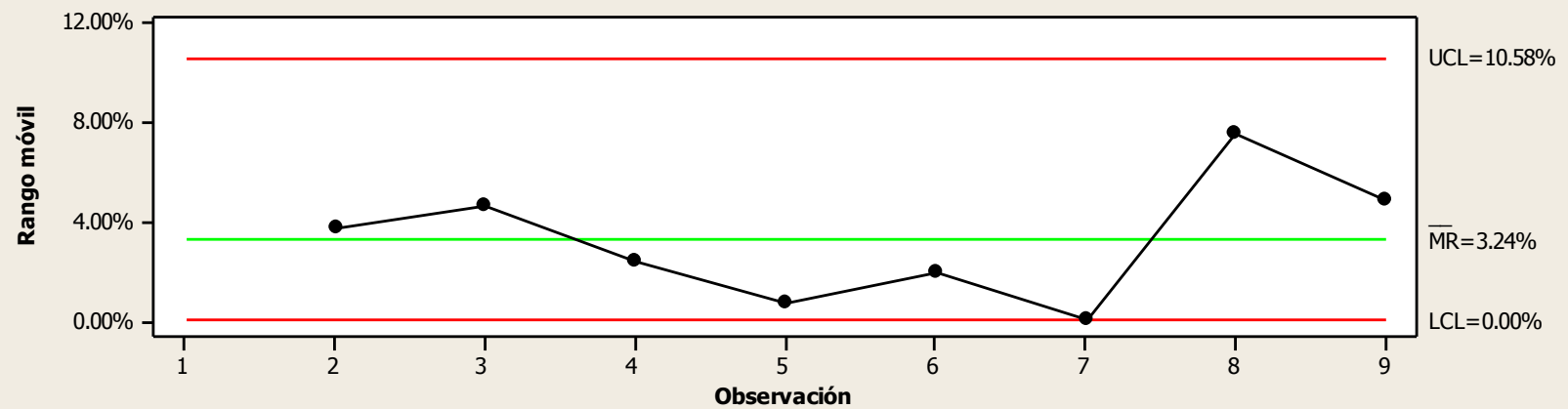
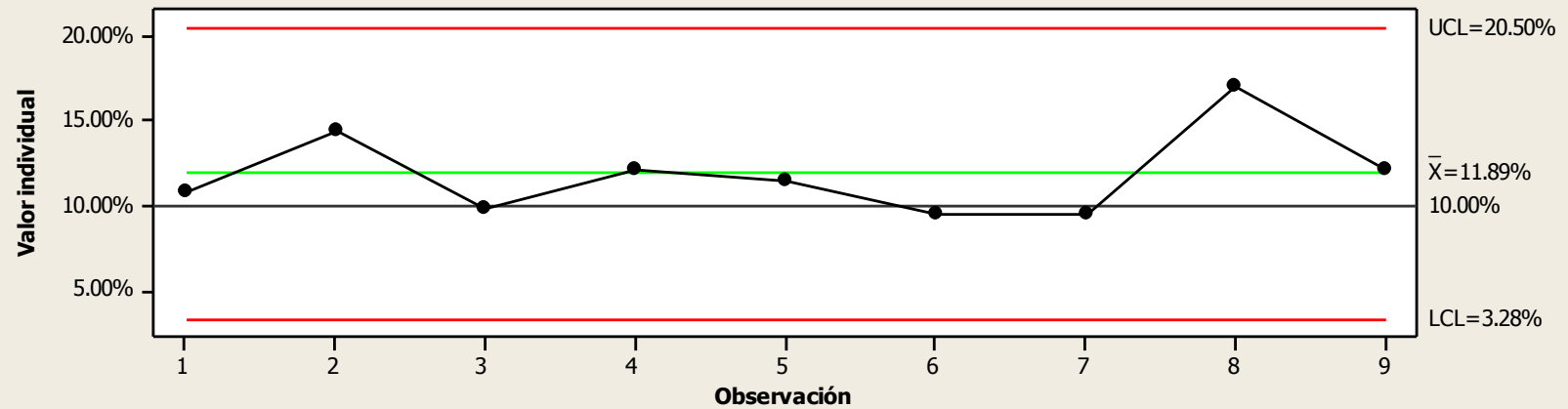
Alimento Balanceado: Finalizador



Gráfica de Control de Granulometría

Setiembre 2010

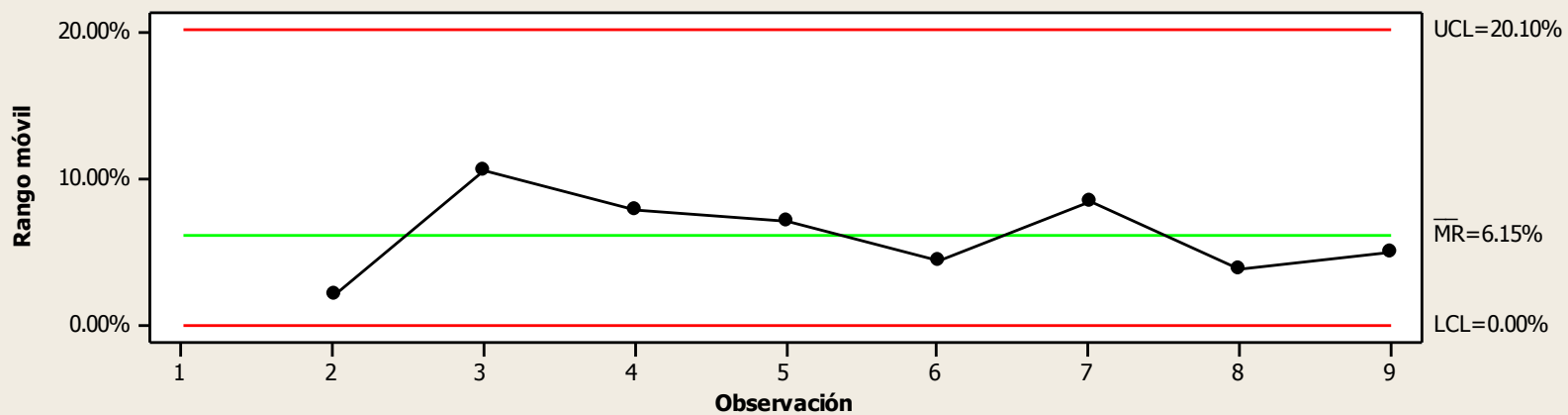
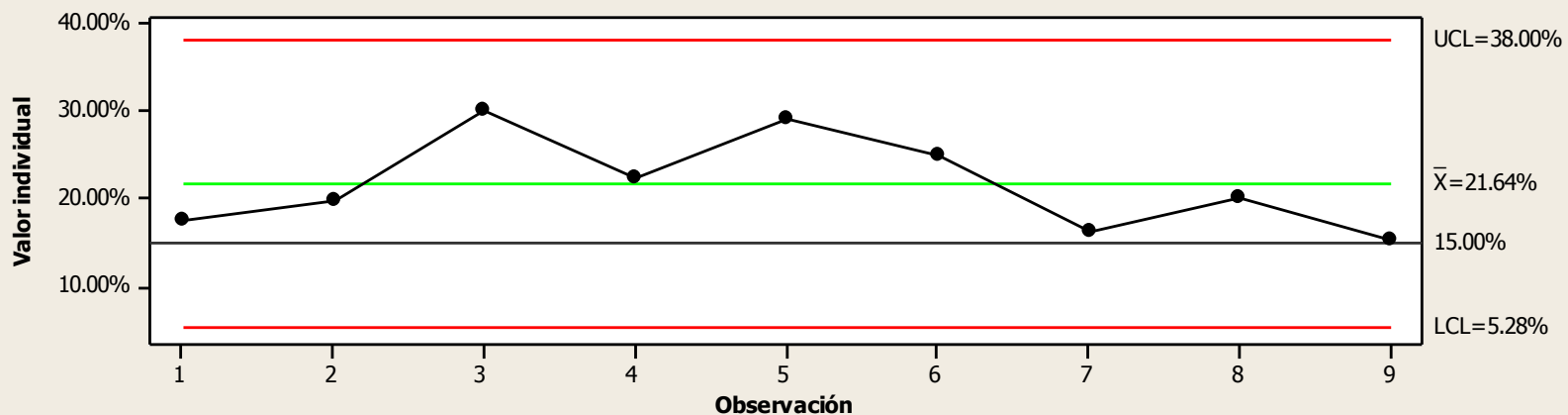
Alimento Balanceado: Pre Inicio



Gráfica de Control de Granulometría

Setiembre 2010

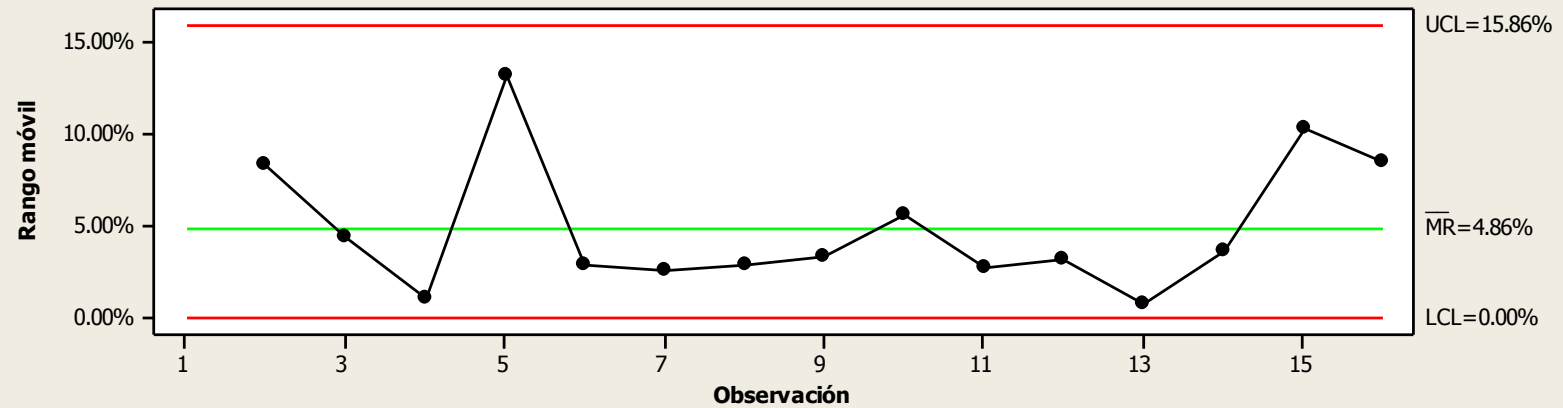
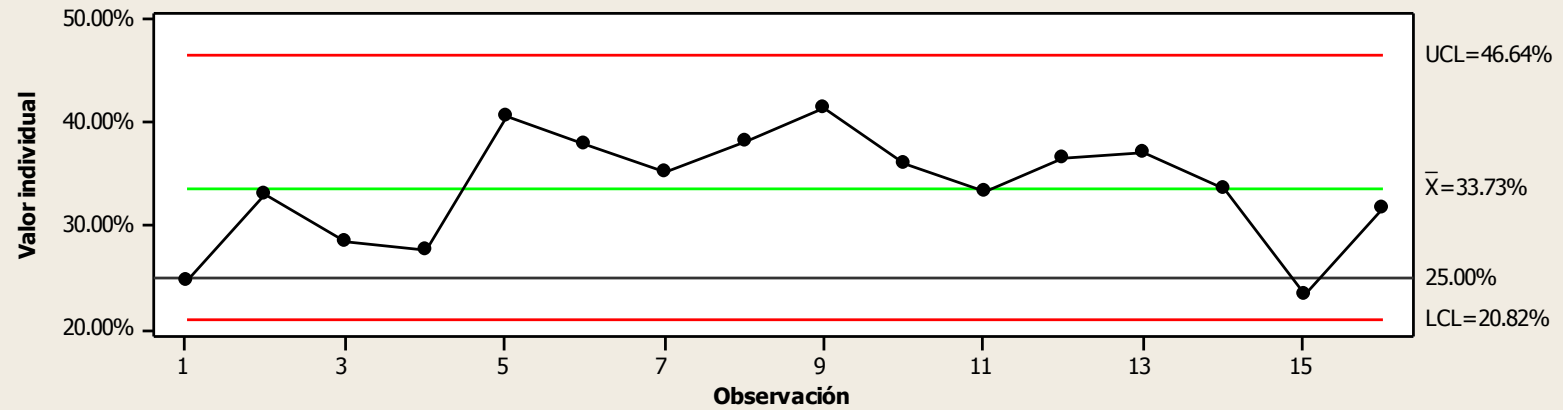
Alimento Balanceado: Inicio



Gráfica de Control de Granulometría

Setiembre 2010

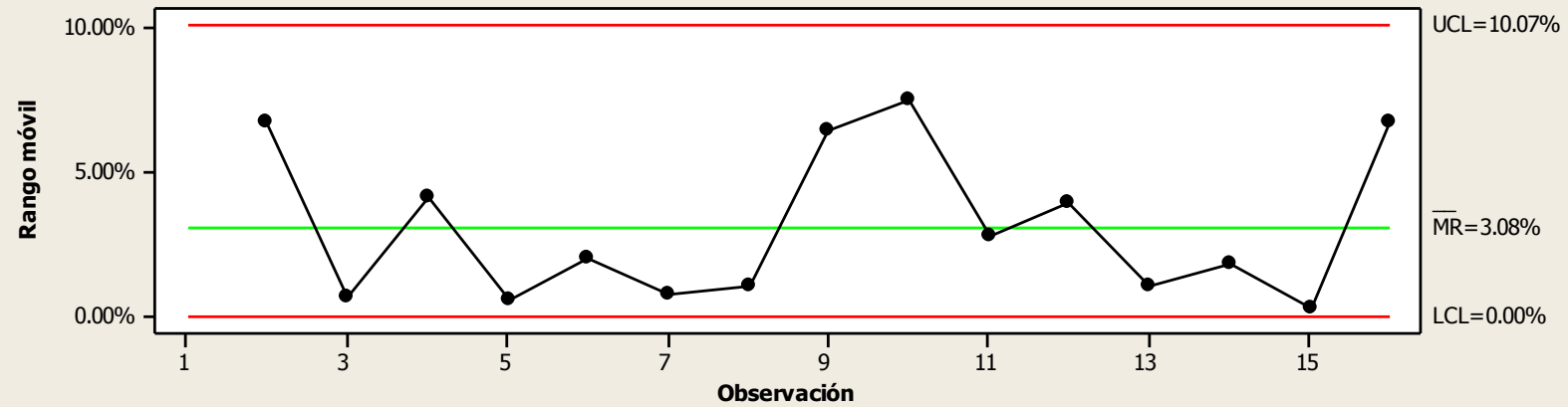
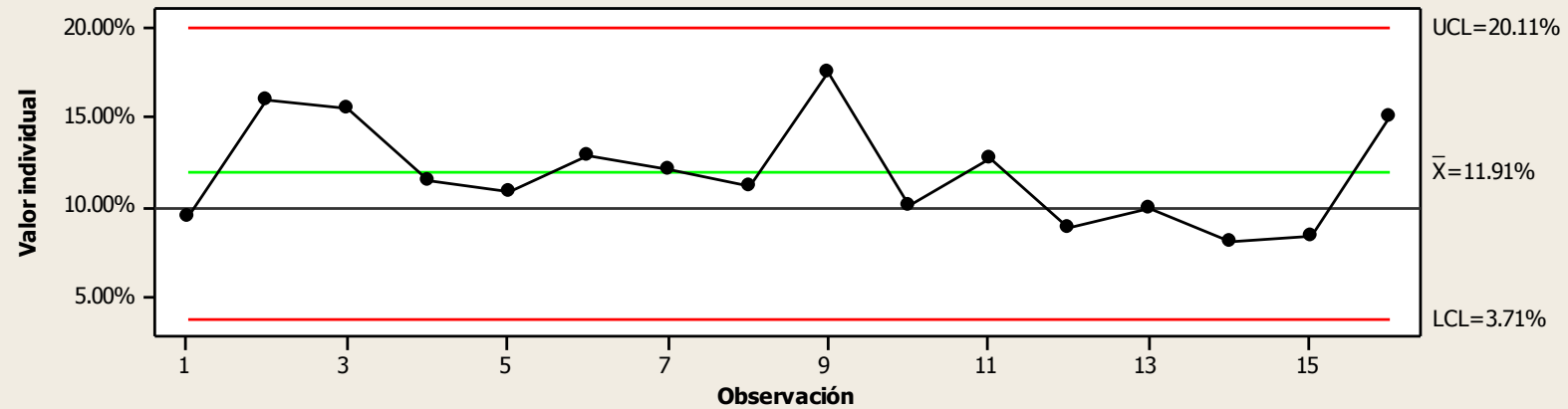
Alimento Balanceado: Crecimiento



Gráfica de Control de Granulometría

Setiembre 2010

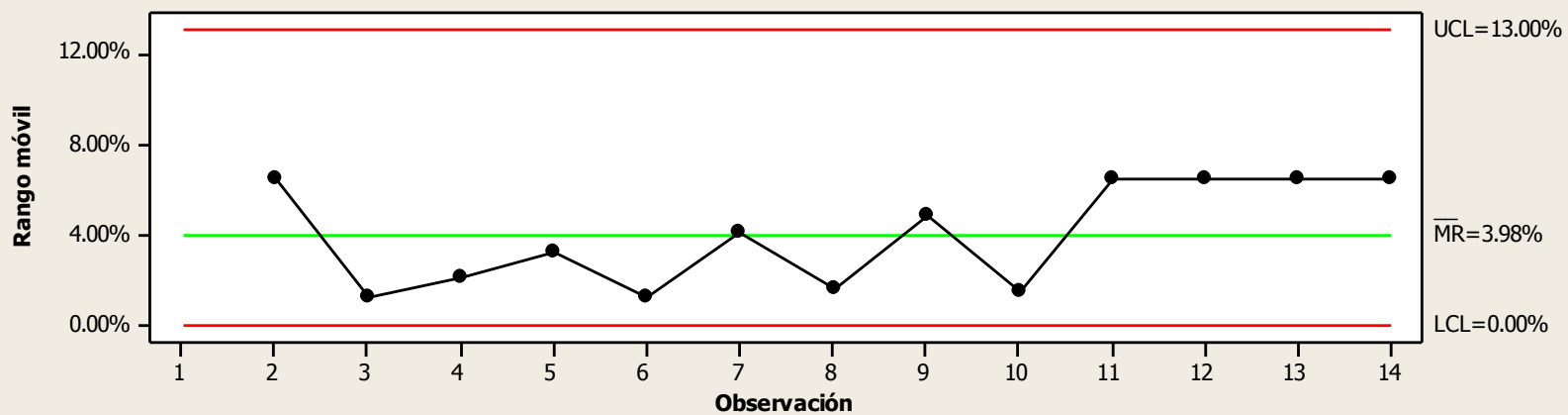
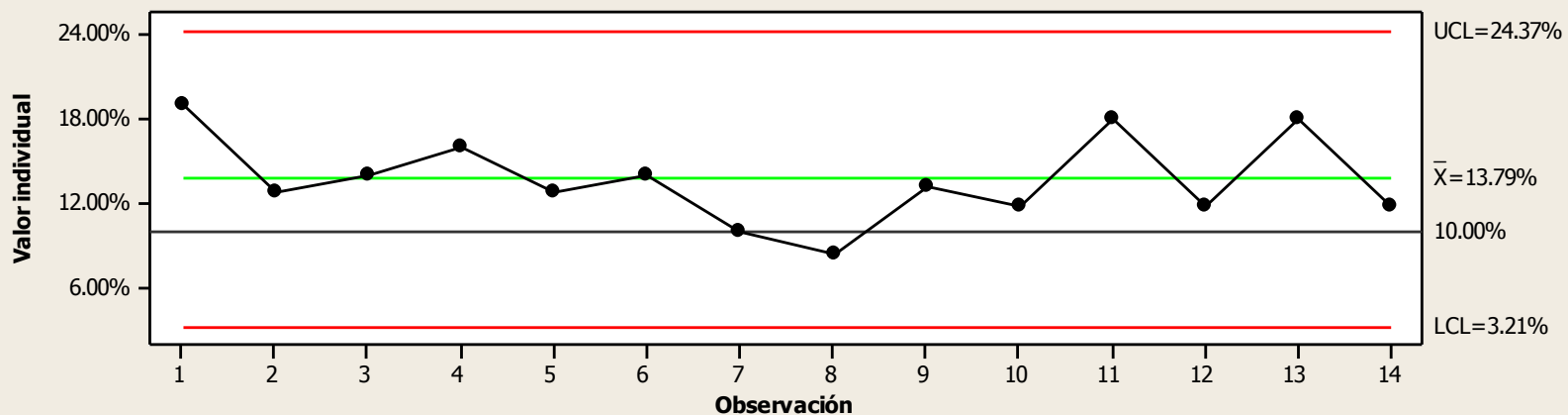
Alimento Balanceado: Acabado



Gráfica de Control de Granulometría

Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Finalizador

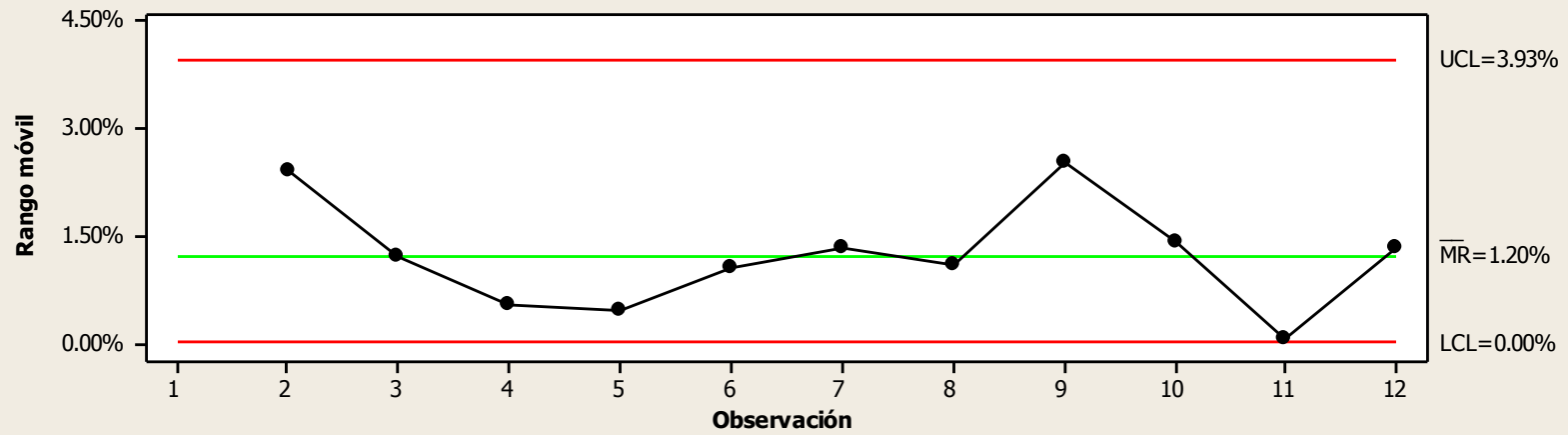
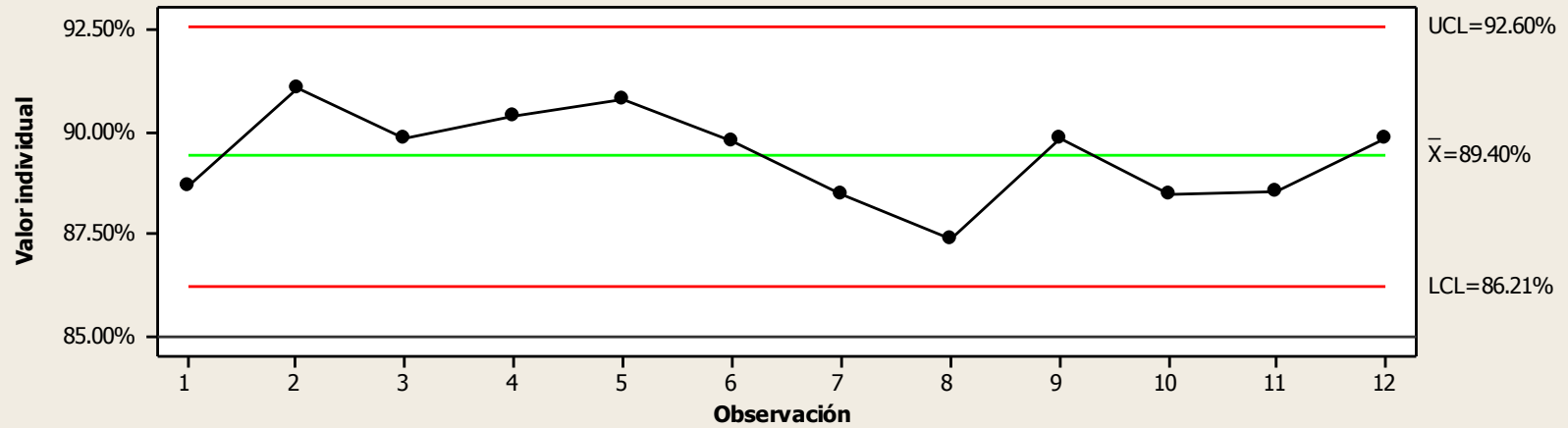


A-4 Gráficas de control de PDI después de las mejoras

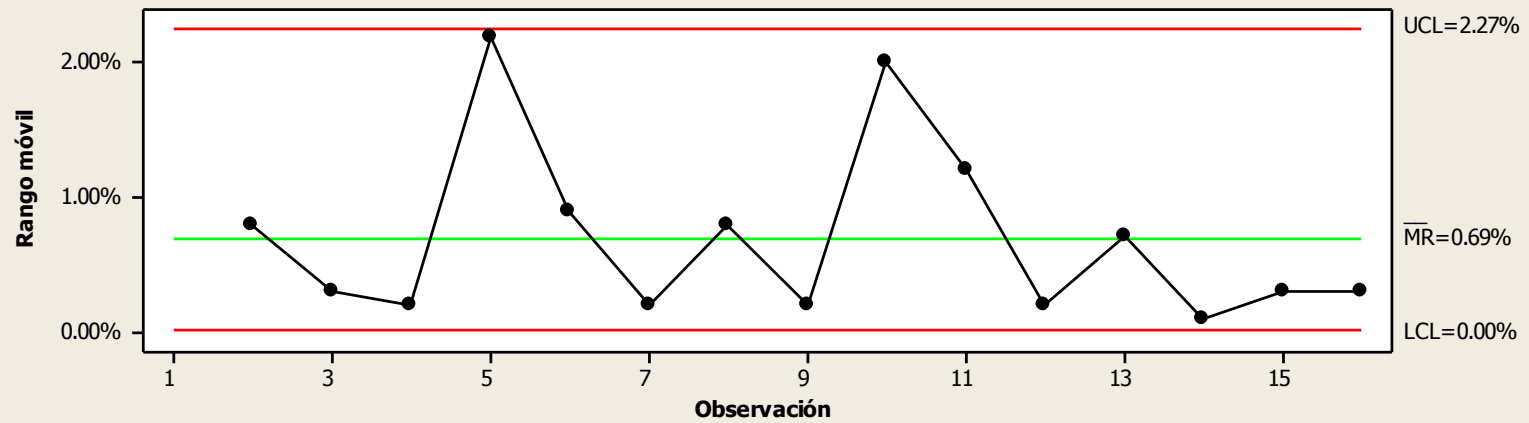
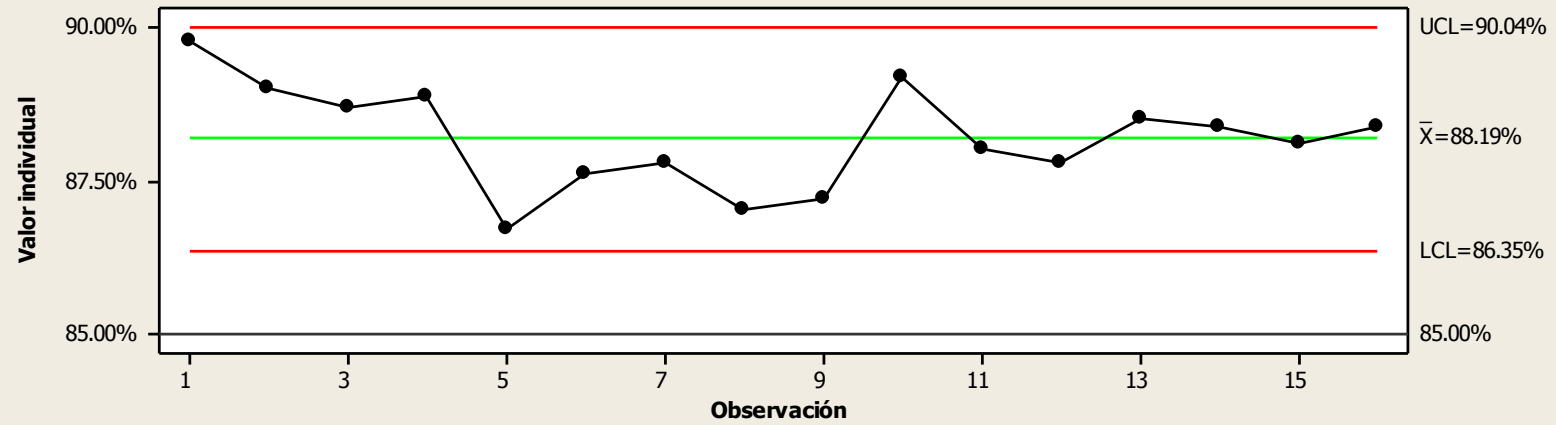


Gráfica de Control de PDI

Agosto 2010



Gráfica de Control de PDI Setiembre 2010



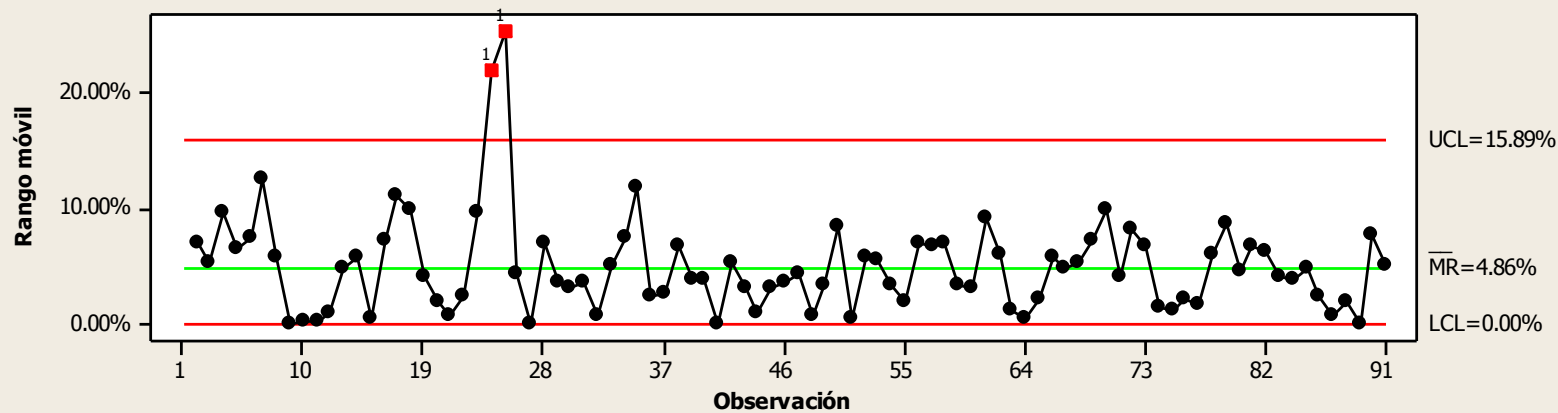
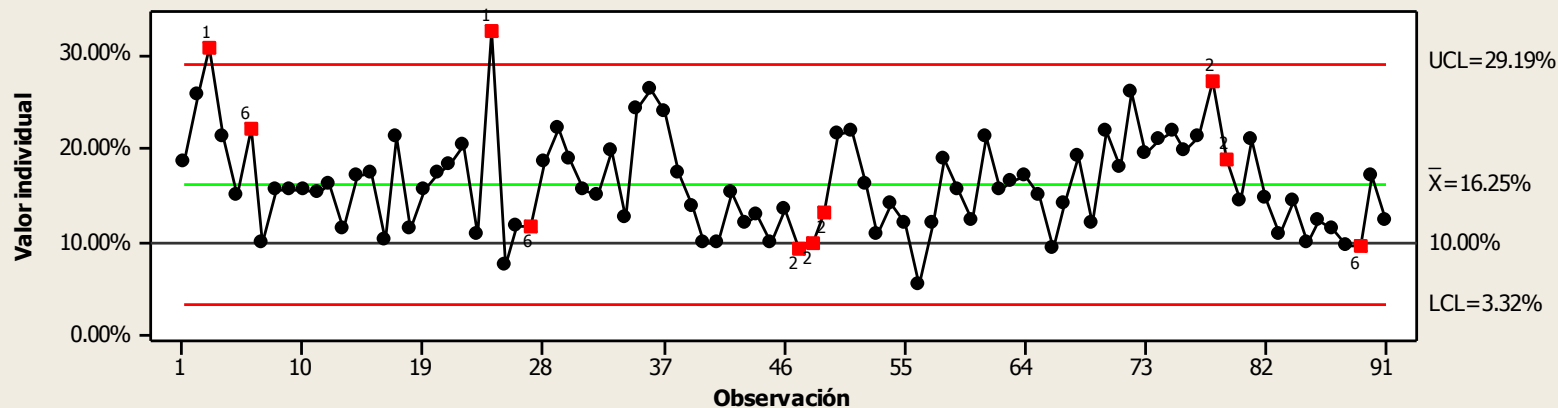
A-5 Gráficas de control consolidadas



Gráfica de Control de Granulometría

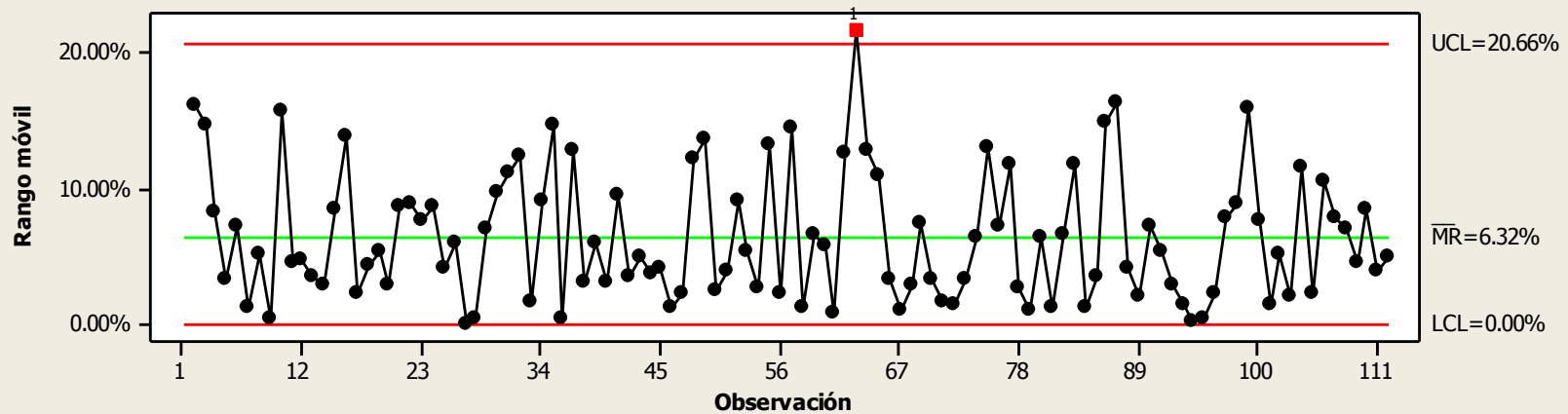
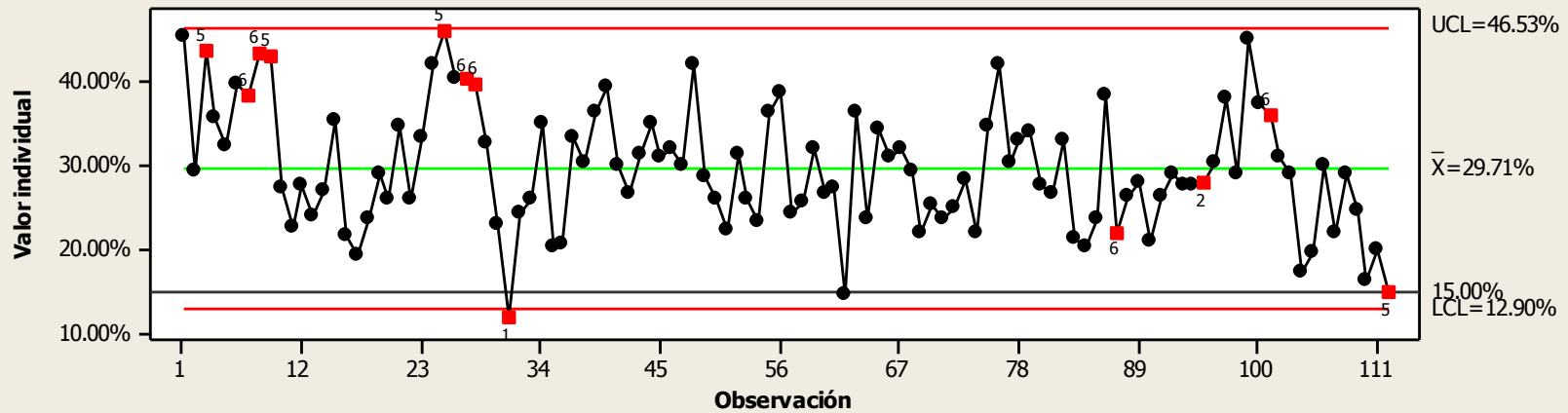
Febrero - Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Pre-Inicio



Gráfica de Control de Granulometría

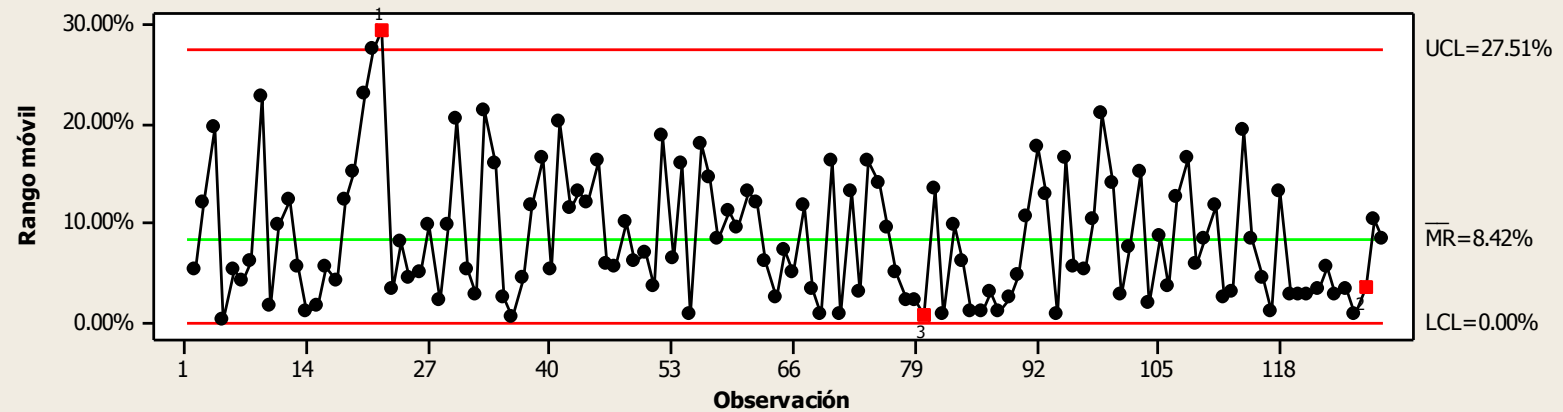
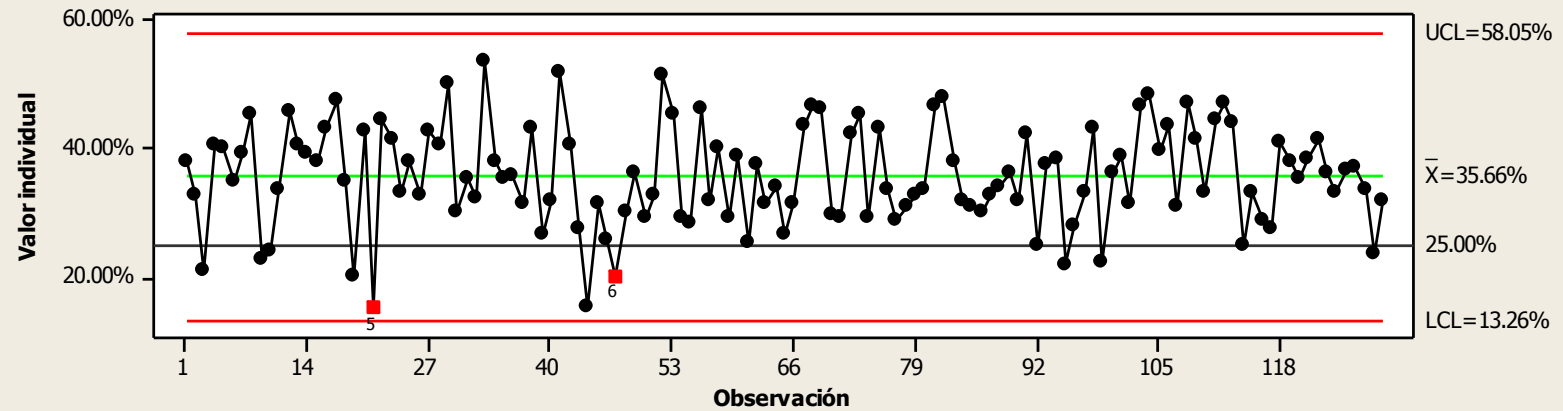
Febrero - Setiembre 2010
Alimento Balanceado: Inicio



Gráfica de Control de Granulometría

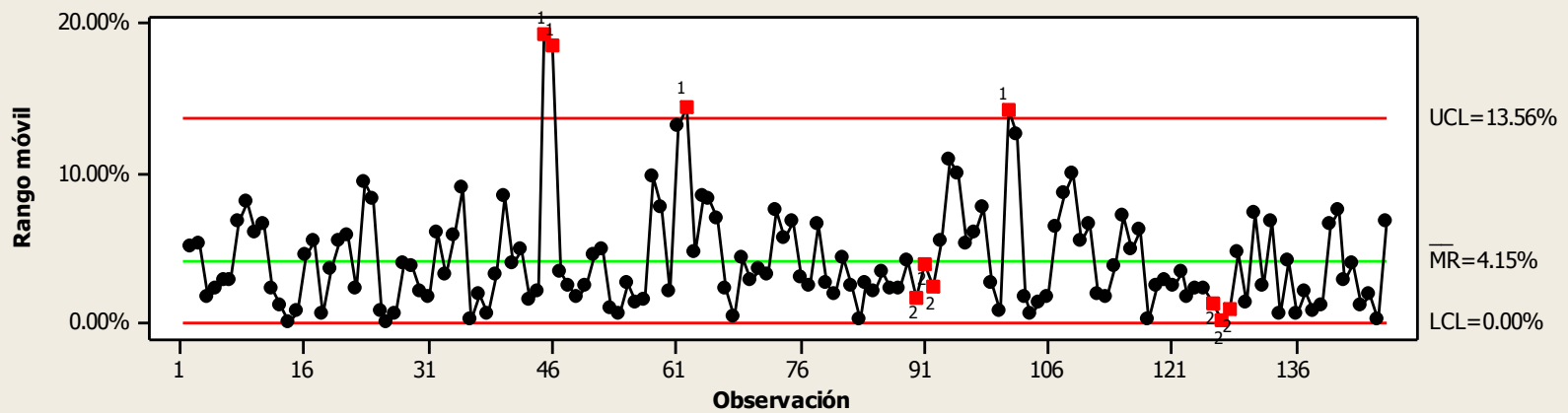
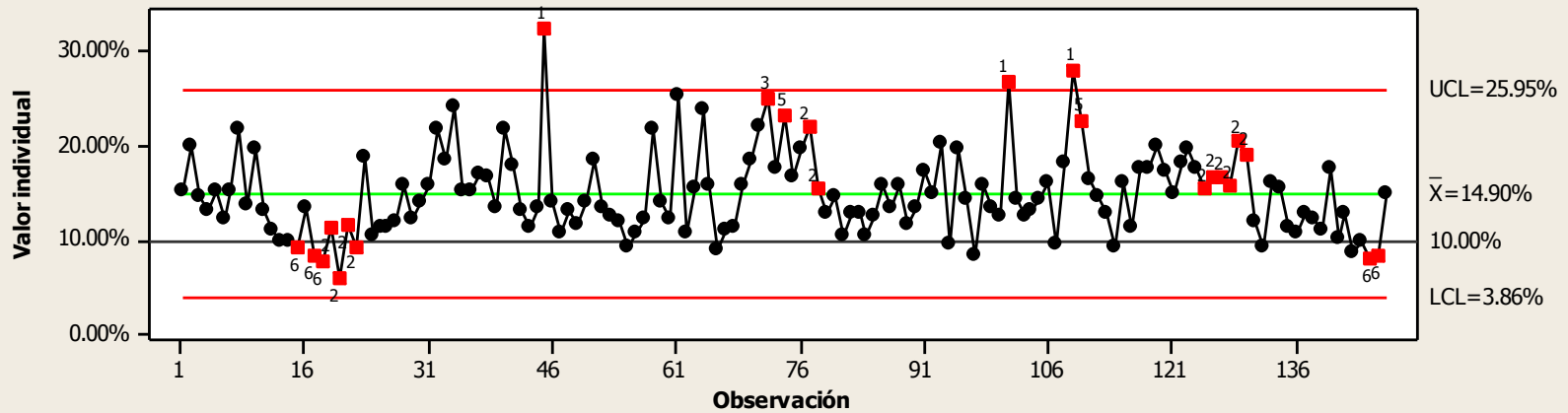
Febrero - Agosto 2010

Alimento Balanceado: Crecimiento



Gráfica de Control de Granulometría

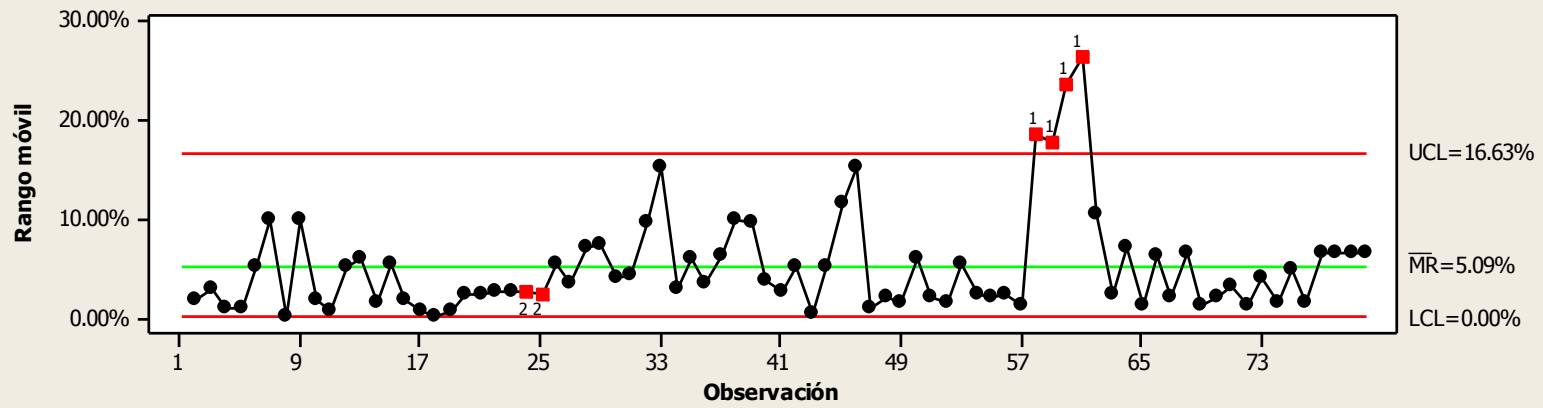
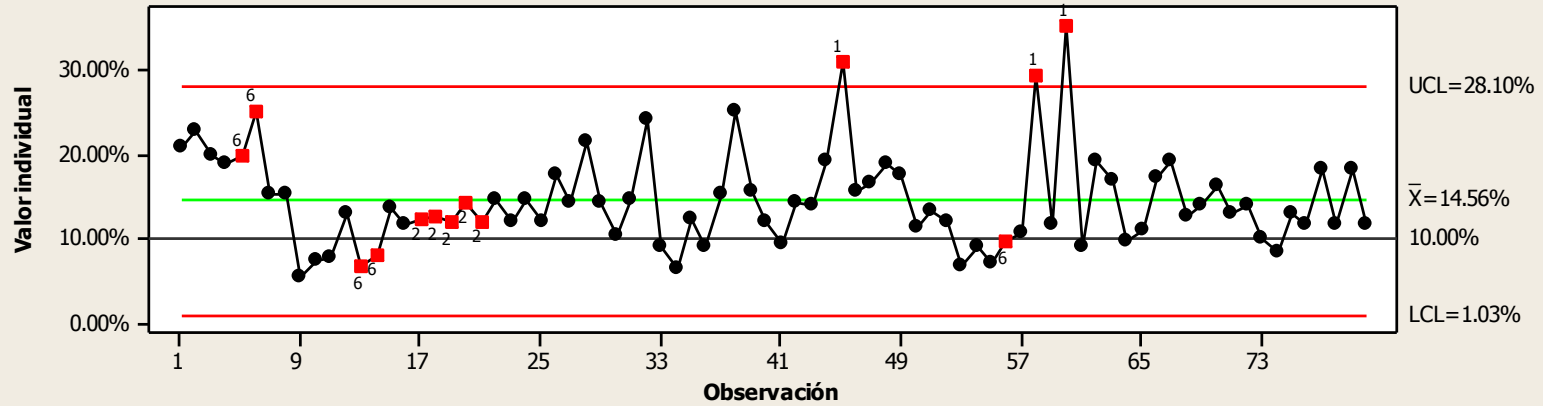
Febrero - Setiembre 2010
Alimento Balanceado: Acabado



Gráfica de Control de Granulometría

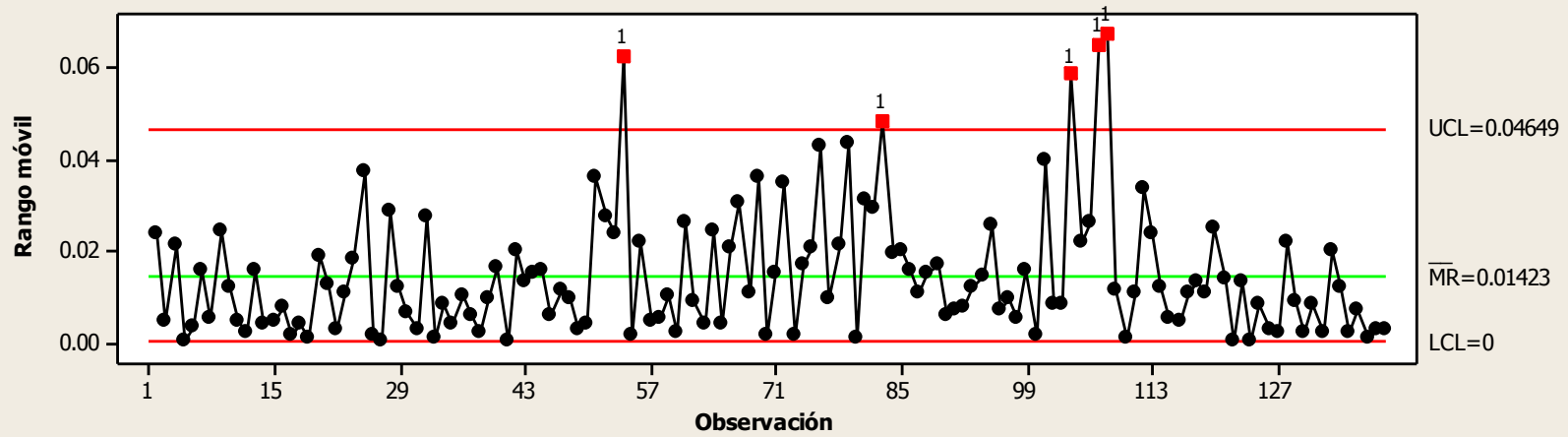
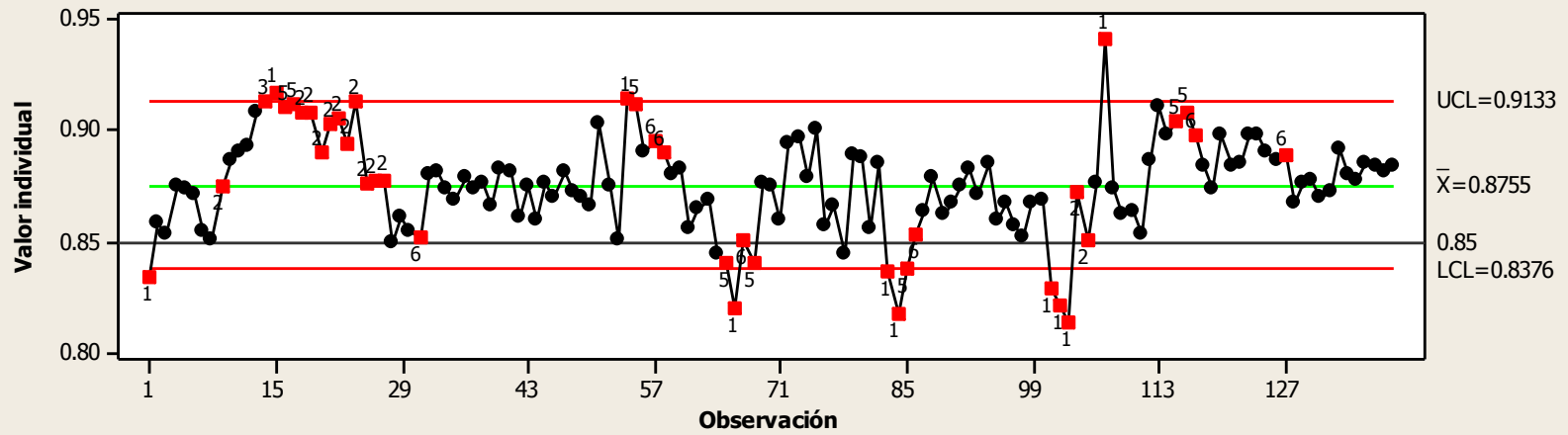
Febrero - Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Finalizador



Gráfica de Control de PDI

Febrero - Setiembre 2010



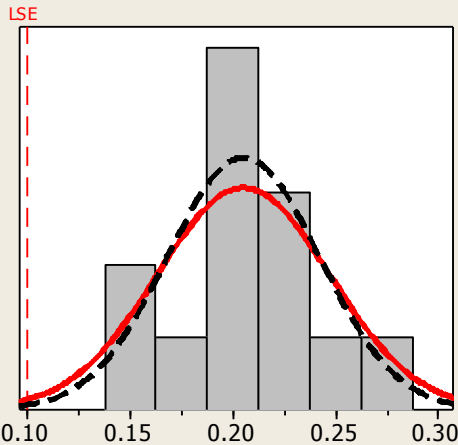
A-6 Análisis de la capacidad del proceso para granulometría



Capacidad de proceso de Granulometría

Agosto 2010
Alimento Balanceado: Pre-Inicio

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.205235
Número de muestra	13
Desv. Est. (Dentro)	0.0421933
Desv. Est. (General)	0.0371825



— Dentro de
- - General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.83
Cpk	-0.83

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.94
Ppk	-0.94
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	1000000.00
PPM Total	1000000.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	993686.60
PPM Total	993686.60

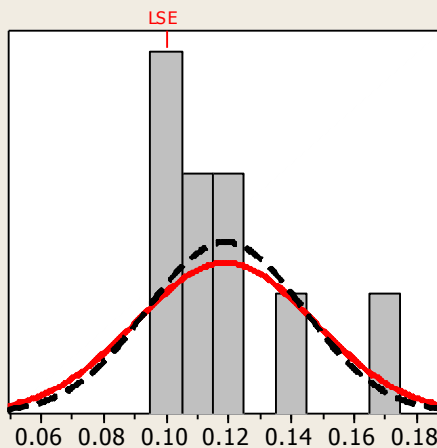
Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	997674.32
PPM Total	997674.32



Capacidad de proceso de Granulometría

Setiembre 2010
Alimento Balanceado: Pre-Inicio

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.118943
Número de muestra	9
Desv. Est. (Dentro)	0.0287022
Desv. Est. (General)	0.0252264



— Dentro de
- - General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.22
Cpk	-0.22

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.25
Ppk	-0.25
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	666666.67
PPM Total	666666.67

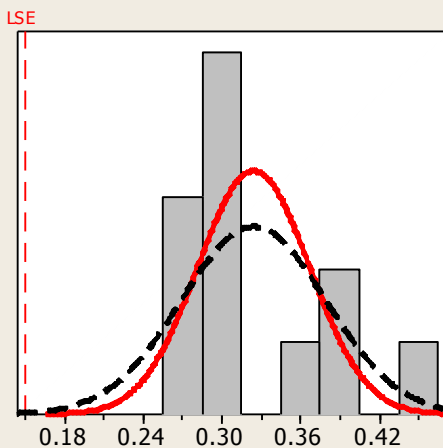
Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	745363.57
PPM Total	745363.57

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	773644.74
PPM Total	773644.74

Capacidad de proceso de Granulometría

Agosto 2010
Alimento Balanceado: Inicio

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.15
Medida de la muestra	0.324263
Número de muestra	12
Desv. Est. (Dentro)	0.0426362
Desv. Est. (General)	0.0552728



Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-1.36
Cpk	-1.36
Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-1.05
Ppk	-1.05
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	1000000.00
PPM Total	1000000.00

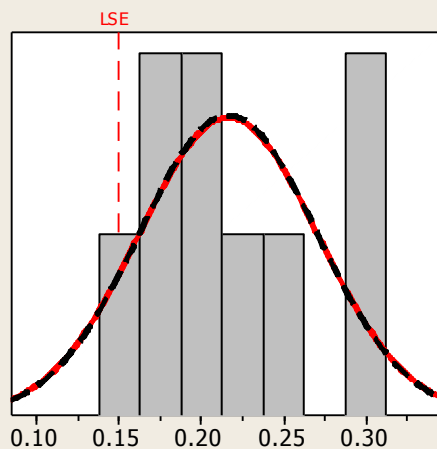
Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	999978.17
PPM Total	999978.17

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	999191.41
PPM Total	999191.41

Capacidad de proceso de Granulometría

Setiembre 2010
Alimento Balanceado: Inicio

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.15
Medida de la muestra	0.216402
Número de muestra	9
Desv. Est. (Dentro)	0.0545334
Desv. Est. (General)	0.0540634



Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.41
Cpk	-0.41
Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.41
Ppk	-0.41
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	1000000.00
PPM Total	1000000.00

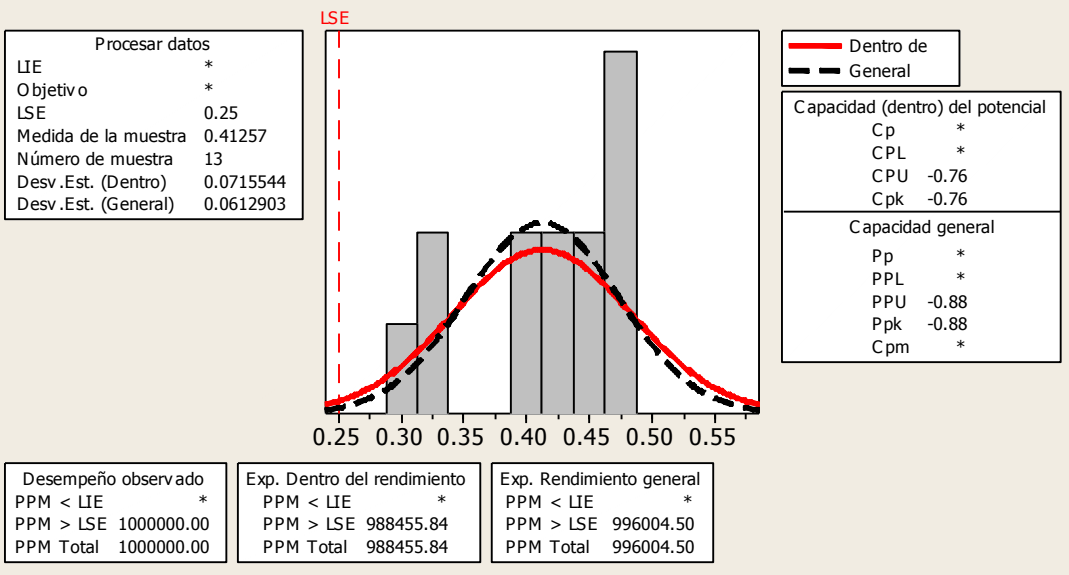
Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	888319.74
PPM Total	888319.74

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	890318.86
PPM Total	890318.86

Capacidad de proceso de Granulometría

Agosto 2010

Alimento Balanceado: Crecimiento

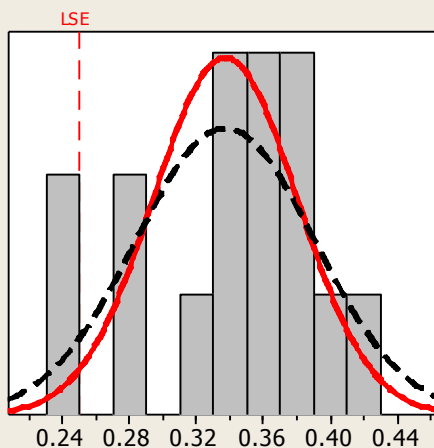


Capacidad de proceso de Granulometría

Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Crecimiento

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.25
Medida de la muestra	0.337297
Número de muestra	16
Desv. Est. (Dentro)	0.0430442
Desv. Est. (General)	0.0536788



—	Dentro de
- - -	General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.68
Cpk	-0.68

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.54
Ppk	-0.54
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	875000.00
PPM Total	875000.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	978723.60
PPM Total	978723.60

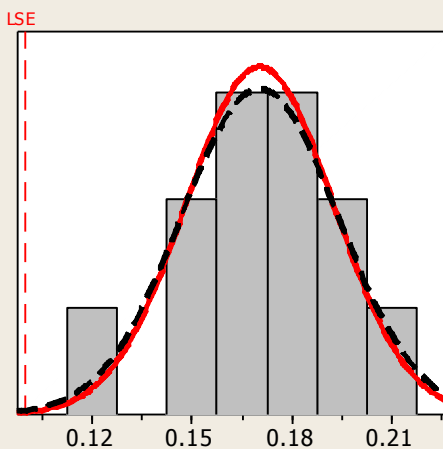
Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	948054.82
PPM Total	948054.82

Capacidad de proceso de Granulometría

Agosto 2010

Alimento Balanceado: Acabado

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.170341
Número de muestra	12
Desv. Est. (Dentro)	0.0221717
Desv. Est. (General)	0.0236795



—	Dentro de
- - -	General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-1.06
Cpk	-1.06

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.99
Ppk	-0.99
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	1000000.00
PPM Total	1000000.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	999244.42
PPM Total	999244.42

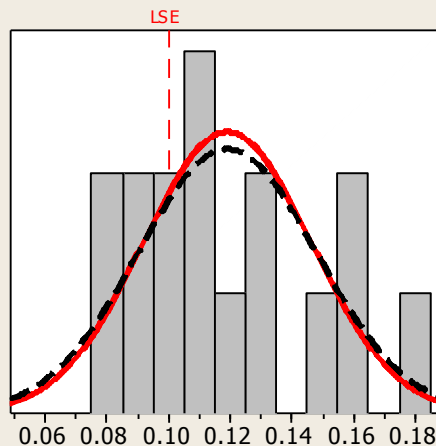
Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	998513.56
PPM Total	998513.56

Capacidad de proceso de Granulometría

Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Acabado

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.119114
Número de muestra	16
Desv. Est. (Dentro)	0.0273291
Desv. Est. (General)	0.0291196



—	Dentro de
- - -	General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.23
Cpk	-0.23

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.22
Ppk	-0.22
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	687500.00
PPM Total	687500.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	757852.57
PPM Total	757852.57

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	744218.75
PPM Total	744218.75

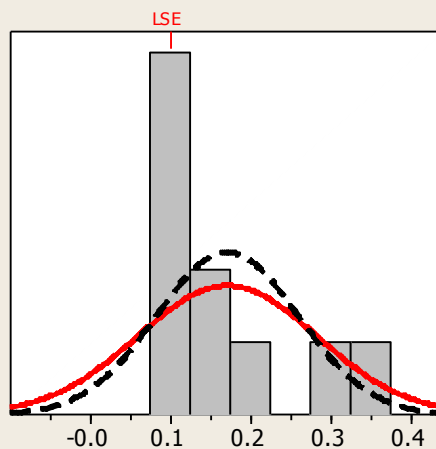


Capacidad de proceso de Granulometría

Agosto 2010

Alimento Balanceado: Finalizador

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.170987
Número de muestra	10
Desv. Est. (Dentro)	0.111845
Desv. Est. (General)	0.0888329



—	Dentro de
- - -	General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.21
Cpk	-0.21

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.27
Ppk	-0.27
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	800000.00
PPM Total	800000.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	737185.06
PPM Total	737185.06

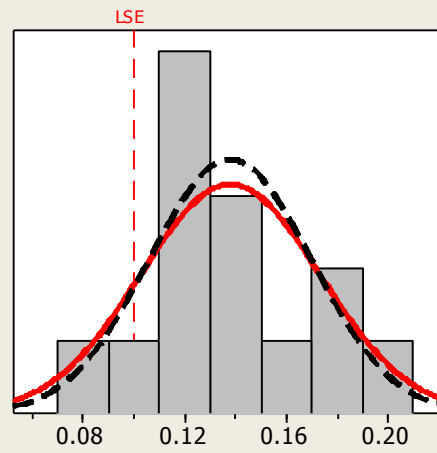
Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	787885.11
PPM Total	787885.11

Capacidad de proceso de Granulometría

Setiembre 2010

Alimento Balanceado: Finalizador

Procesar datos	
LIE	*
Objetivo	*
LSE	0.1
Medida de la muestra	0.137889
Número de muestra	14
Desv. Est. (Dentro)	0.0352645
Desv. Est. (General)	0.0317965



—	Dentro de
- - -	General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	*
CPU	-0.36
Cpk	-0.36

Capacidad general	
Pp	*
PPL	*
PPU	-0.40
Ppk	-0.40
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	928571.43
PPM Total	928571.43

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	858685.93
PPM Total	858685.93

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	*
PPM > LSE	883295.05
PPM Total	883295.05



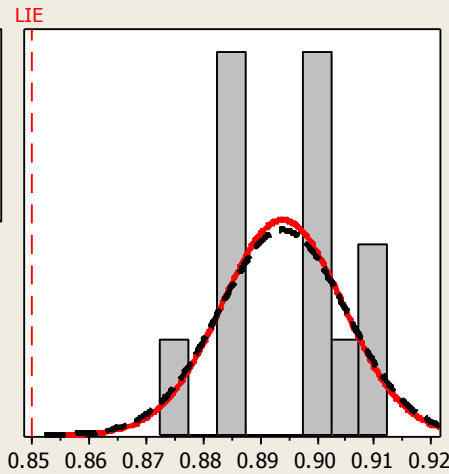
A-7 Análisis de la capacidad del proceso para PDI



Capacidad de proceso de PDI

Agosto 2010

Procesar datos	
LIE	0.85
Objetivo	*
LSE	*
Medida de la muestra	0.894028
Número de muestra	12
Desv. Est. (Dentro)	0.0106584
Desv. Est. (General)	0.0111801



— Dentro de
- - General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	1.38
CPU	*
Cpk	1.38

Capacidad general	
Pp	*
PPL	1.31
PPU	*
Ppk	1.31
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	0.00
PPM > LSE	*
PPM Total	0.00

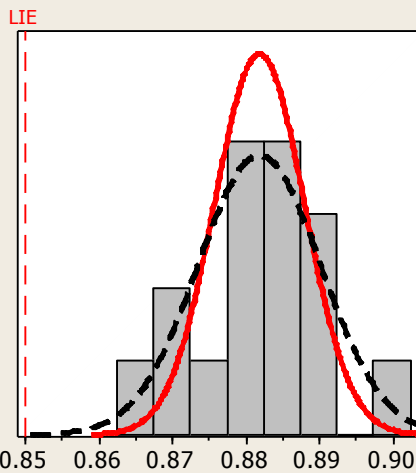
Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	18.08
PPM > LSE	*
PPM Total	18.08

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	41.08
PPM > LSE	*
PPM Total	41.08

Capacidad de proceso de PDI

Setiembre 2010

Procesar datos	
LIE	0.85
Objetivo	*
LSE	*
Medida de la muestra	0.881938
Número de muestra	16
Desv. Est. (Dentro)	0.00614657
Desv. Est. (General)	0.0083783



— Dentro de
- - General

Capacidad (dentro) del potencial	
Cp	*
CPL	1.73
CPU	*
Cpk	1.73

Capacidad general	
Pp	*
PPL	1.27
PPU	*
Ppk	1.27
Cpm	*

Desempeño observado	
PPM < LIE	0.00
PPM > LSE	*
PPM Total	0.00

Exp. Dentro del rendimiento	
PPM < LIE	0.10
PPM > LSE	*
PPM Total	0.10

Exp. Rendimiento general	
PPM < LIE	68.94
PPM > LSE	*
PPM Total	68.94

Protocolo de muestreo en alimentos balanceados



A. OBJETIVO

Tomar una parte representativa de la producción diaria de un determinado alimento, para su estudio, y a partir de este determinar si cumple con los objetivos trazados por la gerencia.

B. EQUIPOS Y MATERIALES

- Bolsas plásticas transparentes
- Etiquetas con código de lote
- Lapicero
- Pluma de muestreo

C. DIAGRAMA DE FLUJO



D. DETALLE DEL PROCEDIMIENTO

1. Programación de la actividad de muestreo

En primer lugar se deciden el horario de salidas del laboratorio al área de ensacado para la toma de muestras. Para ello se debe tener al alcance una copia del programa de producción y tener conocimiento de la hora de inicio de la producción. Conociendo ambos, se pueden calcular los momentos en los cuales se va a realizar el muestreo.

Se debe recordar que la producción en planta tiene una cadencia de **9-10 toneladas por hora**, dependiendo del tipo de alimento que se esté procesando. Con ello se puede predecir cuánto va a durar la producción del alimento y para un mejor resultado se recomienda programar la hora de visita cerca de la mitad del tiempo de producción de dicho alimento (buscando que la actividad de ensacado haya comenzado).

2. Visita al área de ensacado

Después de llegar a dicha área, se busca el momento adecuado para empezar la tarea. En primer lugar se seleccionan 20 sacos de forma aleatoria para empezar el muestreo del alimento.

3. Llenado de la bolsa

Una vez que se tengan ubicadas los sacos para el muestreo del alimento, se procede a tomar el alimento, pinchando de uno en uno, con la ayuda de la pluma para muestreo.

Aproximadamente se debe tomar 50 gramos de cada saco, para tener un total de 1kg por alimento aproximadamente. Hay que recordar, sin embargo, que si se ha programado el análisis de humedad en el producto que se está muestreando, se debe coger una cantidad mayor de cada saco o de lo contrario muestrear más sacos.



Cuando se haya terminado la actividad de muestreo en los sacos, se retira la pluma de los mismos y con su punta se procede a tapar el hueco hecho hasta que no caiga más alimento.

4. Etiquetado

Una vez finalizado el llenado, se procede a colocar la etiqueta correspondiente a la muestra. En esta etiqueta debe figurar el código de lote, y en el caso de que un tipo de alimento se procese más de una vez por turno, se debe colocar su número de orden adicionalmente a la etiqueta.

Por ejemplo, si estamos analizando el alimento inicio carne y observamos que en el mismo turno se va producir 2 veces más, colocamos en la etiqueta el número 1 junto al código de lote. Esto para diferenciar las muestras de inicio carne en el laboratorio.

2 4 0 2 1 7 5 6

Acabado macho

Apariencia de las etiquetas (con el código de lote y nombre del alimento)

Recomendaciones:

- Se puede también monitorear el tiempo que toma la pelletizadora hasta llegar a trabajar con parámetros de temperatura y presión estables, para analizar la cantidad de alimento que sale con otras características distintas a los obtenidos en las condiciones estables.
- Las muestras recogidas deben de reposar un buen tiempo para ser analizadas en laboratorio (24 horas como máximo). Sin embargo, si los resultados se requieren con urgencia (por ejemplo, ante un experimento realizado), se pueden acelerar los estudios necesarios, haciendo el uso de una secadora para enfriar el alimento. Para ello, se debe colocar el mismo en un tamiz suficientemente grande como para que todos los granos de alimento puedan tener contacto con el aire de la secadora.

Protocolo de granulometría en alimentos balanceados

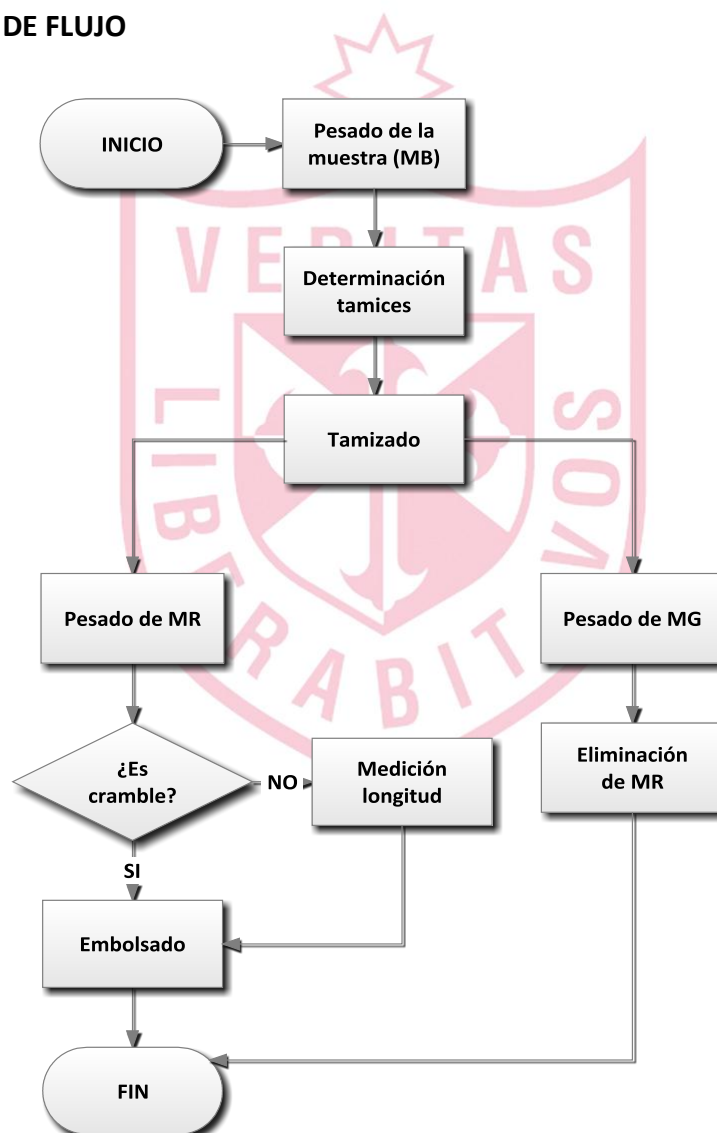


A. OBJETIVO

Determinar la concentración de partículas finas y gruesas de los alimentos balanceados que han terminado su procesamiento.

B. EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza digital con precisión 0.001kg
- Bandejas rectangulares (2)
- Mallas o tamices
- Plato de fondo

C. DIAGRAMA DE FLUJO

D. DETALLE DEL PROCEDIMIENTO**1. Pesado de la muestra**

En primer lugar se pesa la muestra a analizar, descontando la masa de la bolsa que contiene el alimento. El valor obtenido se denominará MB (masa bruta) y se registra en la hoja de trabajo.

2. Determinación de tamices

Se realiza de acuerdo al tipo de alimento que se va a analizar. Las diferentes combinaciones de tamices se muestran a continuación:

Acabado - Finalizador	
Tamiz superior	N° 3
Tamiz inferior	N° 8

Crecimiento	
Tamiz superior	N° 4
Tamiz inferior	N° 8

Inicio	
Tamiz superior	N° 6
Tamiz inferior	N° 16

Pre-Inicio	
Tamiz superior	N° 7
Tamiz inferior	N° 25

Polvo	
Tamiz superior	N° 24
Tamiz inferior	N° 25

3. Tamizado

Se efectúa habiendo colocado los tamices en el orden apropiado, y poniendo un plato de fondo para contener la masa de finos (cuando se usan los tamices pequeños). Luego se echa de a pocos el alimento en el tamiz superior, procurando que no se llene de alimento hasta el tope.

Se mueven los tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias, de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la superficie del tamiz. Así, la masa de finos caiga hasta el fondo y los alimentos de mayor tamaño permanezcan en los tamices.

4. Pesado de masas

Después de haber tamizado la muestra, se separan en bandejas diferentes las dos masas importantes para el análisis:

- MR (masa resultante), retenida en el tamiz inferior.
- MG (masa de gruesos), retenida en el tamiz superior.

Ambos pesos se registran en la hoja de laboratorio, y se elimina MG, junto a la masa de finos.

Nota: para facilitar la tarea del pesado, se recomienda pesar primero la bandeja vacía y descontar su peso con la ayuda de la balanza (pulsar el botón zero).

5. Medición de longitud

En el caso de que el alimento analizado no sea un *cramble*, se toman 5 pellets de forma aleatoria y se promedian sus longitudes (en mm). A ello se le denominará L y se registra en la hoja de trabajo.

Nota 1: los alimentos *crambles* son pellets partidos para hacerlos más pequeños. Entre ellos están los alimentos pre-inicio, inicio y crecimiento.

Nota 2: el alimento en polvo no se clasifica como *cramble* ni como *no cramble*, por tanto no entra en el análisis de este paso ni en el PDI.

6. Embolsado

Por último, se vierte el contenido en la bolsa correspondiente para ser almacenado en el caso de *crambles*, o para su posterior uso en el cálculo del PDI en *no crambles* (*acabado* y *finalizador*).

Nota: en la bolsa de cada muestra analizada también se deberá registrar los valores de MB y MR con plumón indeleble, uno debajo del otro.

E. CONTROL A REALIZAR

La parte fundamental de todo este procedimiento es determinar el porcentaje de finos presentes por muestra, para lo cual se sigue la siguiente ecuación:

$$\% \text{Finos} = \left[1 - \left(\frac{\text{MR} + \text{MG}}{\text{MB}} \right) \right] \times 100$$

En esta ecuación se considera la presencia de pellets más grandes (MG), pues siempre aparecen en el análisis y pueden controlarse en algún momento (si es que se muestran en grandes proporciones).

A continuación se presentan los porcentajes máximos permisibles por cada tipo de alimento. Estos valores pueden variar de acuerdo a las políticas de calidad que se sigan:

TIPO DE ALIMENTO	MAX. % FINOS	TIPO DE ALIMENTO	MAX. % FINOS
Pre-inicio	10%	Acabado	10%
Inicio	15%	Finalizador	10%
Crecimiento	25%	Polvo	10%

Nota: en los *crambles* inicio y crecimiento, es común encontrar valores altos de finos y gruesos.

Otro control que se lleva a cabo es el de la longitud promedio del pellet. Según las políticas de gerencia, **el tamaño óptimo del pellet es de 6mm**. Los valores no deben de oscilar mucho de este.

F. TABLAS DE TRABAJO

Para el análisis correspondiente, los datos obtenidos serán vaciados en el formato siguiente. Tener en cuenta que para los alimentos *no crambles* (acabado, finalizador, etc.) se rellena adicionalmente la columna de longitud promedio de pellet.

En el caso del alimento en polvo, se llenan los datos igual que en los alimentos *crambles*.

CODIGO LOTE	GRANULOMETRIA			
	MB (kg)	MR (kg)	MG (kg)	L (mm)

Luego de recoger los datos, estos se vacían en la plantilla de granulometría en Excel correspondiente (una para control de pellet y otra para polvo). Una vez realizado esto, automáticamente se obtienen los resultados.

La tabla en Excel se muestra a continuación, y es similar en las dos plantillas de control:

TURNO	COD AB	PRODUCTO	MB (kg)	MR (kg)	MG (kg)	% FINOS	L (mm)	CONDICION

Tener en cuenta que a la derecha de las columnas de MR y MG se encuentran ocultas dos columnas de porcentajes, una para cada tipo de masa registrada.

Esto es de ayuda para poder realizar resúmenes de los resultados obtenidos, como por ejemplo la composición de los tipos de masa vistos (MR, MG y finos) por tipo de alimento.

A continuación se muestra un ejemplo de tabla de resumen, donde los datos se obtuvieron a partir de las columnas ocultas de MR y MG, así como de la columna de % FINOS. Simplificar de esta forma los datos es de mucha importancia para presentación de reportes y control.

TURNO	PRODUCTO	PROMEDIO (%)		
		MR	MG	FINOS
1	Inicio	47.28%	14.21%	38.51%
	Crecimiento	22.05%	43.03%	34.92%
	Acabado	84.56%	0.22%	15.22%
	Finalizador	79.74%	0.27%	19.99%

G. GRAFICAS DE CONTROL

Para llevar un monitoreo adecuado, es necesario implementar las cartas de control en cualquier proceso. Este caso no es la excepción.

Para la construcción de las cartas de control se utilizará el software estadístico MINITAB 15, en el cual se ha creado una plantilla para facilitar el trabajo.

A continuación se ilustra el procedimiento con un ejemplo didáctico.

Ejemplo

En dos días de trabajo seguidos, se obtuvieron los siguientes resultados en granulometría:

TURNO	COD	PRODUCTO	% FINOS	TURNO	COD	PRODUCTO	% FINOS
TURNO 1	716	Inicio carne pellet med.	38.51%	TURNO 1	706	Pre-inic carne pellet med.	15.00%
	726	Crec-m carne pellet med.	32.73%		716	Inicio carne pellet med.	27.32%
	726	Crec-m carne pellet med.	31.81%		746	Aca-m carne pellet med.	18.52%
	736	Crec-h carne pellet med.	40.23%		756	Aca-h carne pellet med.	22.11%
	746	Aca-m carne pellet med.	14.66%		756	Aca-h carne pellet med.	25.27%
	756	Aca-h carne pellet med.	15.79%		786	Fin-m carne pellet med.	19.32%
	786	Fin-m carne pellet med.	25.76%		796	Fin-h carne pellet med.	31.00%
	796	Fin-h carne pellet med.	14.22%		716	Inicio carne pellet med.	14.77%
TURNO 2	716	Inicio carne pellet med.	26.61%	TURNO 2	726	Crec-m carne pellet med.	37.47%
	726	Crec-m carne pellet med.	29.17%		726	Crec-m carne pellet med.	31.45%
	736	Crec-h carne pellet med.	38.63%		726	Crec-m carne pellet med.	34.00%
	736	Crec-h carne pellet med.	25.53%		736	Crec-h carne pellet med.	26.67%
	746	Aca-m carne pellet med.	8.96%		736	Crec-h carne pellet med.	31.56%
	746	Aca-m carne pellet med.	11.11%		736	Crec-h carne pellet med.	43.33%
	756	Aca-h carne pellet med.	11.53%		746	Aca-m carne pellet med.	17.78%
	756	Aca-h carne pellet med.	15.79%		756	Aca-h carne pellet med.	23.43%

Antes de todo, debemos saber que las gráficas de control tendrán éxito si es que se cumplen los siguientes puntos:

- Las muestras analizadas deben estar ordenadas de acuerdo a la secuencia de producción del día (si un tipo de alimento se ha procesado más de una vez por turno, identificar en las muestras cuál se hizo primero y cuáles después)
- Para el control, se deben de asociar alimentos comunes, como por ejemplo acabado macho y acabado hembra (alimentos que guarden algún tipo de relación para el control)
- Se deben analizar los resultados obtenidos en ambos turnos, combinándolos en una sola gráfica de control.
Asumiendo que los datos están ordenados de acuerdo al momento en el que se procesaron, podemos armar una gráfica de control por cada tipo de alimento. Es decir tendríamos 5 gráficas.

Para construirlas, seguimos los siguientes pasos:

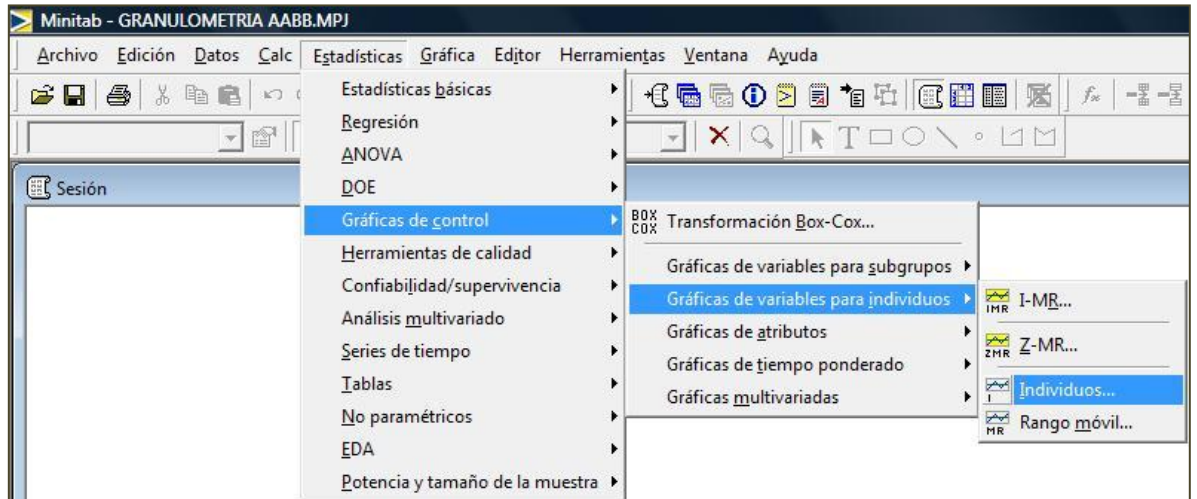
Paso 1: Ingresamos al software MINITAB 15 y abrimos la plantilla “**Granulometría AABB**”.

Paso 2: Ubicamos las columnas correspondientes por tipo de alimento y vaciamos los datos de la tabla en cada una. Tendremos lo siguiente:

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
	Pre-inicio	Inicio	Crecimiento	Acabado	Finalizador		Polvo
1	15.00%	38.51%	32.73%	14.66%	25.76%		
2		26.61%	31.81%	15.79%	14.22%		
3		27.32%	40.23%	8.96%	19.32%		
4		14.77%	29.17%	11.11%	31.00%		
5			38.63%	11.53%			
6			25.53%	15.79%			
7			37.47%	18.52%			
8			31.45%	22.11%			
9			34.00%	25.27%			
10			26.67%	17.78%			
11			31.56%	23.43%			
12			43.33%				

En este caso no tenemos ningún dato de polvo, por tanto dejamos la columna en blanco.

Paso 3: Hacemos clic en el menú **Estadísticas** → **Gráficas de control** → **Gráficas de variables para individuos** → **Individuos**, como se indica en la siguiente figura:

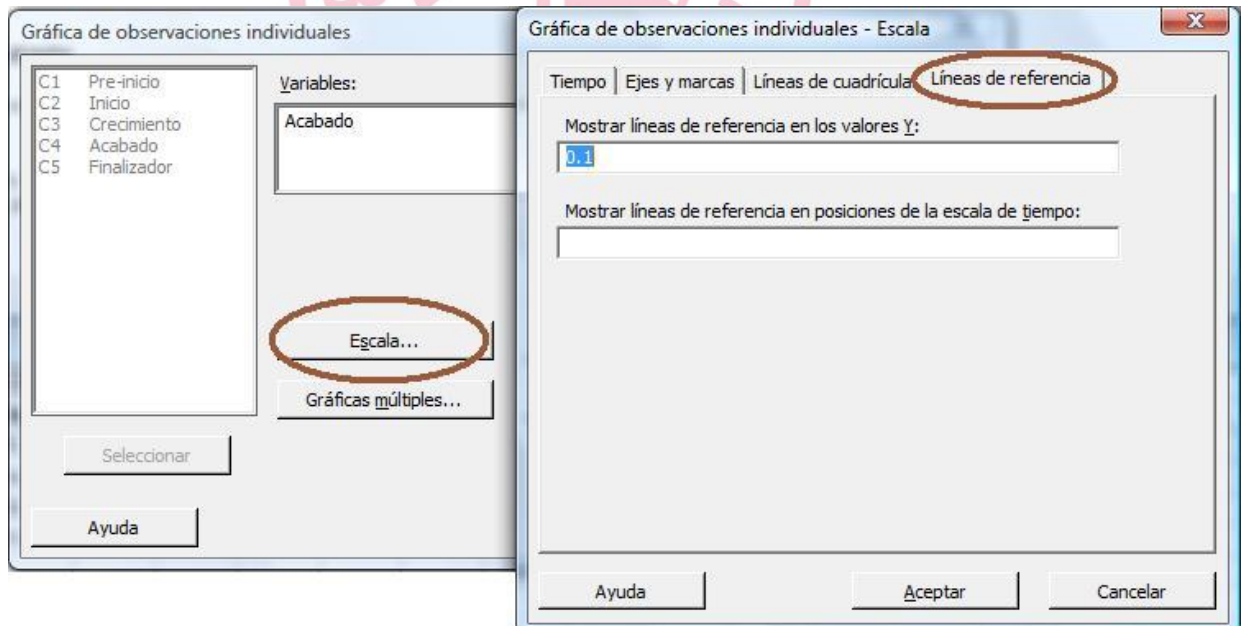


Paso 4: Seleccionamos el tipo de alimento a graficar (haciendo doble clic sobre su nombre en la columna de la izquierda).

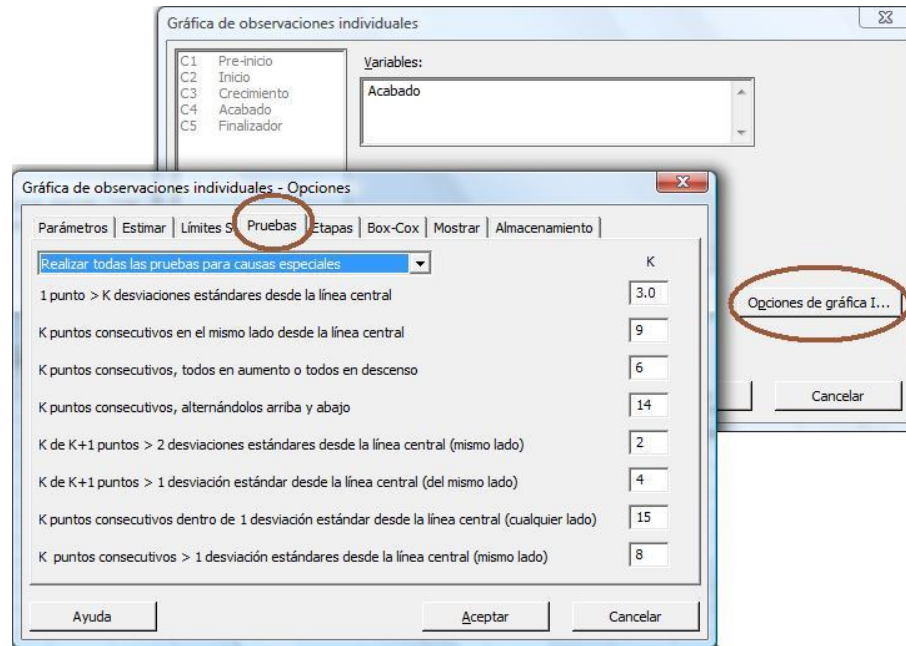
En este caso es recomendable que no trabajemos con pre-inicio, porque solo se tiene un dato de él. Sin embargo no se desecha, sino se acumula con futuros resultados de pre-inicio para su análisis.

En este ejemplo se analizará el alimento **acabado**.

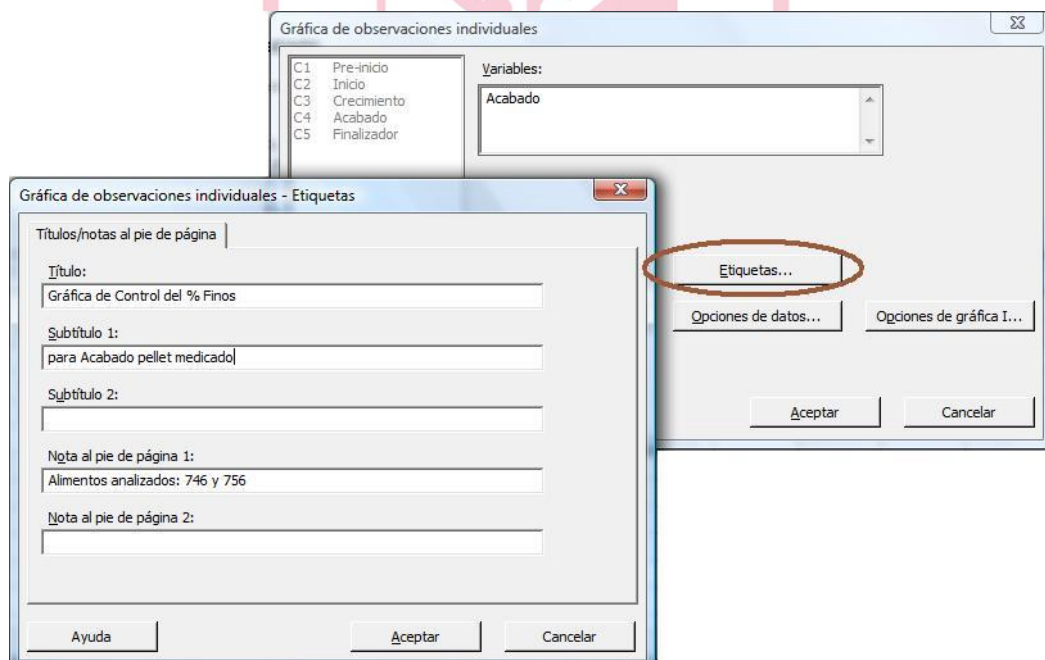
Paso 5: Hacemos clic en la opción **Escala**, y luego vamos a la pestaña **Líneas de referencia**. En el primer recuadro en blanco colocamos el % máximo de finos aceptable, de acuerdo al tipo de alimento analizado. En este caso es del 10%. Luego le damos Aceptar.



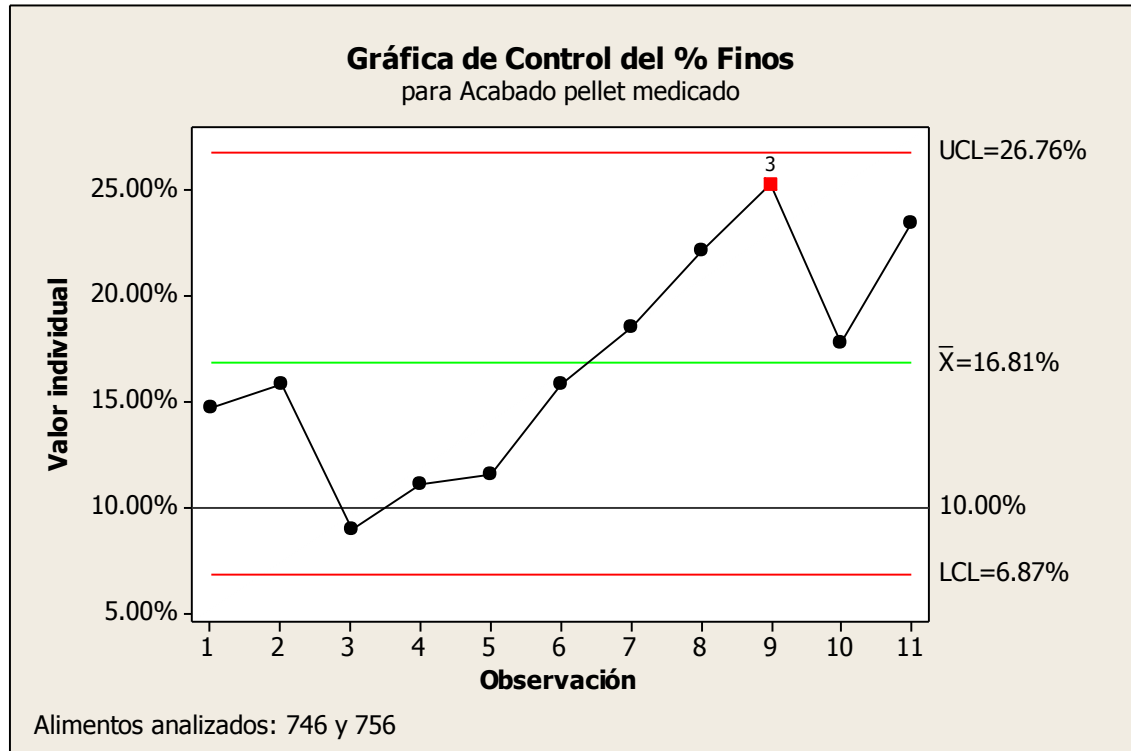
Paso 6: Ingresamos al último botón **Opciones de gráfica I** y allí nos dirigimos a la pestaña **Pruebas**. Verificamos que esté seleccionada la opción **Realizar todas las pruebas para causas especiales**, y damos clic en Aceptar.



Paso 7 (opcional): Podemos modificar los títulos y contenidos en la gráfica de control, entrando a la opción **Etiquetas**, y luego llenando los espacios en blanco según lo deseado. Es recomendable especificar qué tipos de alimentos se han analizado, por ejemplo en una nota al pie de página.



Aceptando en el menú principal se obtendrá la siguiente gráfica:



En este caso se observa que los datos están por encima del 10% máximo, y se detecta una prueba fallada en la observación n°9, que corresponde al primer turno del segundo día (alimento 756).

Cuando se detecta un comportamiento no aleatorio, se mostrará un punto rojo. En este caso existe una tendencia de los datos a incrementar el % de finos. Por ello habrá que revisar las condiciones en las que se trabajó el segundo turno del primer día, hasta el primer turno del día siguiente. Para mayor información sobre la interpretación de las gráficas de control, se recomienda revisar el manual de patrones no aleatorios.

Notas:

- Se deben hacer las gráficas de control para cada uno de los alimentos que faltan, es decir se debe repetir del paso 4 en adelante para los restantes (haciendo los cambios pertinentes)
- Las muestras a analizar deben estar enfriadas, por tanto se recomienda dejarlas reposar después de la producción y estudiarlas después de un tiempo prudente (que puede ser 24 horas como máximo)

Protocolo de PDI en alimentos balanceados



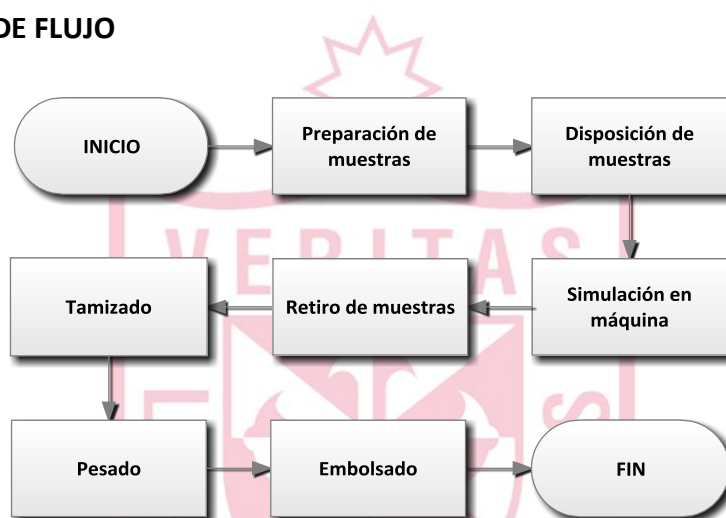
A. OBJETIVO

Determinar la durabilidad de los pellet, mediante una simulación de los posibles daños que puede sufrir en su transporte de un sitio a otro.

B. EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza digital con precisión de 0.1g
- Bandejas rectangulares (2)
- Máquina simuladora para prueba de durabilidad
- Tamiz n°6

C. DIAGRAMA DE FLUJO

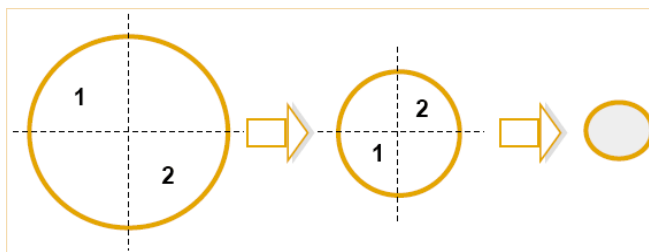


D. DETALLE DEL PROCEDIMIENTO

1. Preparación de las muestras

En primer lugar se pesa el alimento que se va a analizar, y se retira masa hasta que se tenga una muestra que pese **0.500kg exactamente**, descontando el peso del recipiente que la contiene.

Para tener una muestra homogénea, se puede hacer uso del método del cuarteo, que consiste en dividir en 4 partes la muestra de pellets tamizados y tomar las dos partes opuestas. Con ellas se forma una nueva masa y se repite la operación hasta tener el volumen deseado.



2. Disposición de las muestras para el experimento

En esta parte se decide cuál va a ser el orden en el que se van a colocar las bolsitas con la muestra de medio kilogramo de alimento.

Como se sabe, la máquina simuladora cuenta con 4 compartimientos aislados para colocar las muestras, por tanto se debe decidir el orden para no tener confusiones después de realizar la simulación.

No hay ningún criterio estricto para el acomodo, pero es una buena idea colocarlos de acuerdo al código del alimento (en orden ascendente)

3. Simulación en máquina

Después de haber colocado las muestras en un orden pre-establecido, se asegura bien la tapa de la máquina y luego se enciende, pulsando el botón verde. La máquina simuladora está programada para trabajar a 50RPM por espacio de 10 minutos.

4. Retiro de muestras

Una vez finalizada la simulación, se retiran una por una las muestras de cada compartimiento usando las bandejas como recipientes, para poder ser analizadas en los pasos siguientes.

Nota: cuando la máquina termina su trabajo, SE RECOMIENDA DESCONECTAR LA MISMA para evitar accidentes. Después de esto, recién se deben retirar las muestras.

5. Tamizado

Esta operación se realiza con una muestra a la vez. Una vez vaciado el primer compartimiento, el contenido de la bandeja se tamiza con ayuda de la malla n°6 (para tamizar acabados). Adicionalmente se puede colocar encima un malla de mayor número, para facilitar la tarea de tamizado (por ejemplo la malla n°8)

6. Pesado

Una vez terminado el tamizado, los pellets retenidos en la malla n°6 son pesados para luego analizar los resultados obtenidos. Este dato se registra en la hoja de trabajo, y los demás residuos se eliminan, pues no serán de ayuda para cálculos posteriores.

7. Embolsado

La masa de pellets enteros se embolsa después de haber sido pesados, para ir al almacén.

Nota: los pasos 5, 6 y 7 se repiten para cada una de las muestras de los compartimientos. Estos pasos se realizan individualmente por cuestiones de comodidad.

E. CONTROL A REALIZAR

La parte fundamental de todo este procedimiento es determinar el porcentaje de pellets con respecto al total, que no se destruyeron durante la simulación. Esto se obtiene mediante la ecuación siguiente:

$$\%PDI = \left[\frac{\text{Peso después del volcado}}{\text{Peso total}} \right] \times 100$$

A continuación se presentan los rangos de calificación del pellet, de acuerdo a los resultados de la prueba. Estos están determinados por políticas del área de control de calidad.

CALIFICACION	PDI	CALIFICACION	PDI
Óptimo	Mayor a 95%	Malo	Entre 80 y 85%
Bueno	Entre 90 y 95%	Pésimo	Menor a 80%
Aceptable	Entre 85 y 90%		

F. TABLAS DE TRABAJO

Básicamente, los resultados obtenidos se llenan en una columna simple dentro de la hoja de trabajo, junto a los datos que se consiguieron en el análisis de granulometría.

CODIGO LOTE	GRANULOMETRIA				PDI
	MB (kg)	MR (kg)	MG (kg)	L (mm)	Masa (kg)

Como se pudo observar, viene acompañada de las otras celdas puesto que estos dos análisis (granulometría y PDI) se trabajan en secuencia.

Recordar que el PDI solo se realiza para los alimentos *no crumbles* (acabado, finalizador, etc.)

Luego de recoger los datos, estos se vacían en la plantilla de PDI en Excel. Es aquí donde se revisan las condiciones de trabajo y se obtienen automáticamente los resultados. Esta tabla es como la que se muestra a continuación:

TURNO	CODIGO AB	PRODUCTO	MASA (kg)	PDI (%)	CALIFICACION

Adicionalmente se puede sacar un promedio de PDI por turno para presentación de informes.

G. GRAFICAS DE CONTROL

En el caso del PDI, la aplicación de las cartas de control no difiere mucho a la usada en granulometría. Esto pues las muestras a analizar deben estar ordenadas por secuencia de producción e identificadas claramente.

Sin embargo lo que diferencia es que no se realizan gráficas por tipo de alimento, sino que se asocian todos los resultados de la prueba. Esto se entiende, porque todos los alimentos no crambles deben tener una durabilidad adecuada, sin variaciones considerables por ser de otro tipo de alimento diferente.

Para la construcción de las cartas de control se utilizará el software estadístico MINITAB 15, en el cual se ha creado una plantilla para facilitar el trabajo.

A continuación se ilustra el procedimiento con un ejemplo didáctico.

Ejemplo

En un día de trabajo, se obtuvieron los siguientes resultados (2 turnos analizados)

TURNO	COD AB	PRODUCTO	PDI (%)	CALIFICACION
1	746	Aca-m carne pellet med.	89.20%	ACEPTABLE
	756	Aca-h carne pellet med.	88.50%	ACEPTABLE
	756	Aca-h carne pellet med.	87.30%	ACEPTABLE
	786	Fin-m carne pellet med.	91.40%	BUENO
	796	Fin-h carne pellet med.	91.50%	BUENO

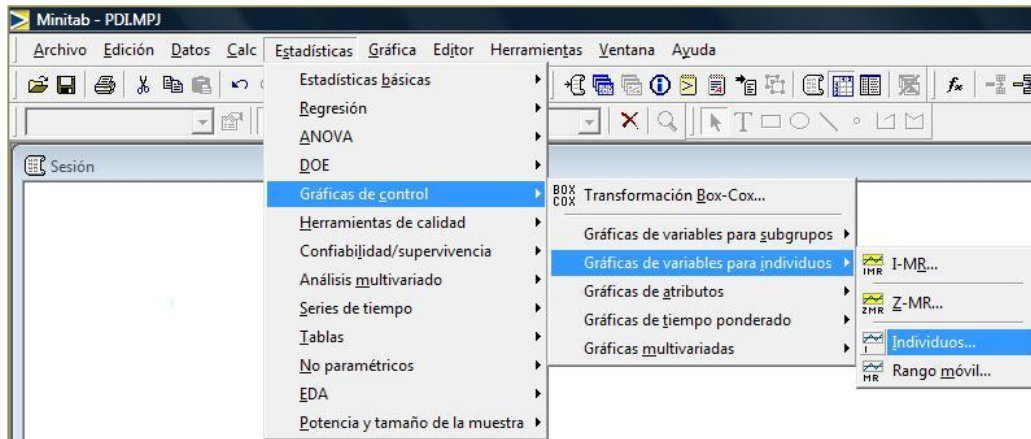
TURNO	COD AB	PRODUCTO	PDI (%)	CALIFICACION
2	746	Aca-m carne pellet med.	90.50%	BUENO
	746	Aca-m carne pellet med.	90.30%	BUENO
	756	Aca-h carne pellet med.	90.60%	BUENO
	756	Aca-h carne pellet med.	89.60%	ACEPTABLE
	786	Fin-m carne pellet med.	84.90%	MALO
	796	Fin-h carne pellet med.	88.60%	ACEPTABLE

Asumiendo que los datos están ordenados por secuencia de procesamiento, podemos armar una gráfica de control que refleje los resultados diarios. Para construirla seguimos los siguientes pasos:

Paso 1: Ingresamos al software MINITAB 15 y abrimos la plantilla “PDI”.

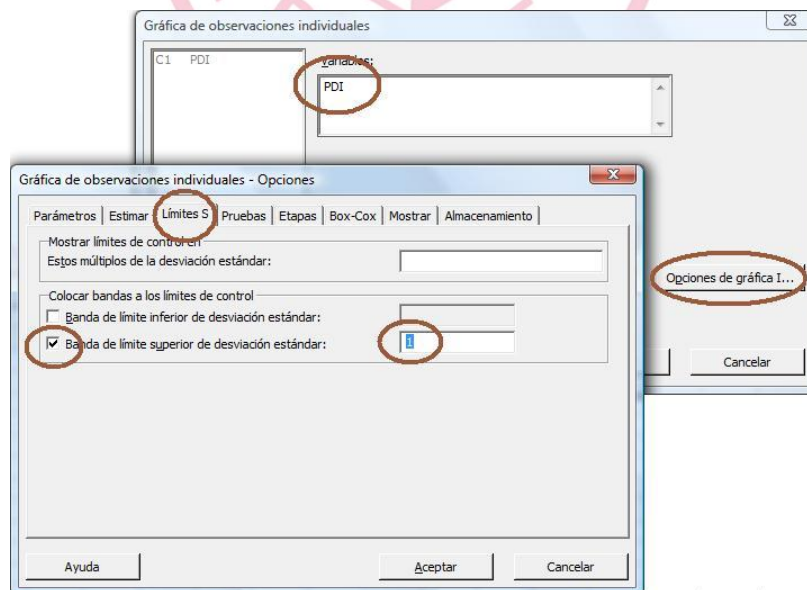
Paso 2: Vaciamos los datos en la columna PDI, en orden de procesamiento.

Paso 3: Hacemos clic en el menú **Estadísticas** → **Gráficas de control** → **Gráficas de variables para individuos** → **Individuos**, como se indica en la figura:

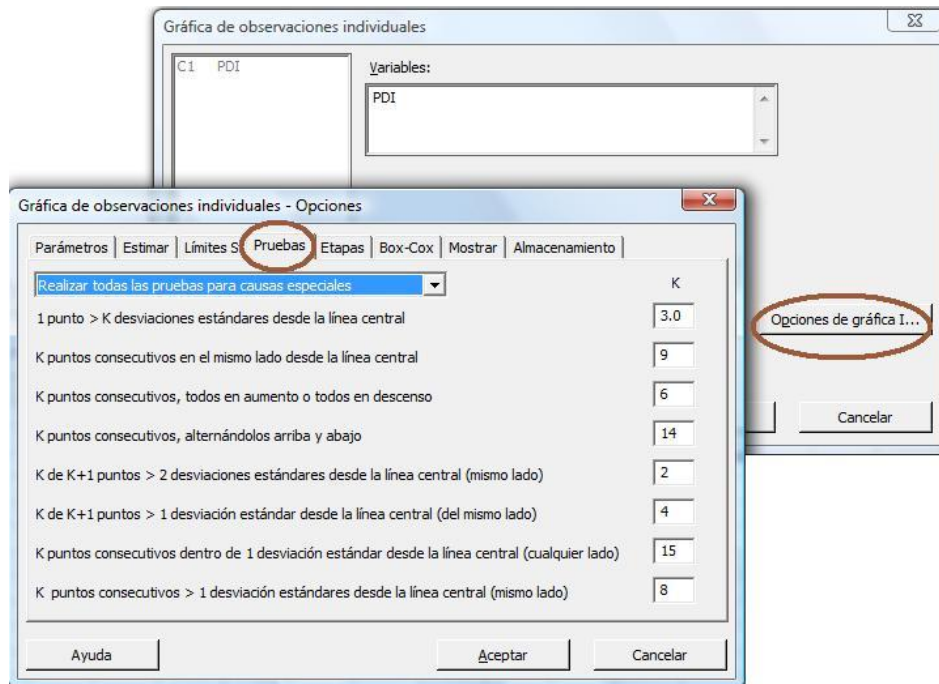


Paso 4: Seleccionamos la columna de PDI en la parte de la izquierda, dándole doble clic. En este caso la gráfica mostrará los resultados diarios, sin embargo si se tienen muy pocos datos, se pueden usar datos históricos junto a los actuales. Esto ayudaría a completar la gráfica de control y permitirnos conocer si se presenta algún comportamiento no aleatorio.

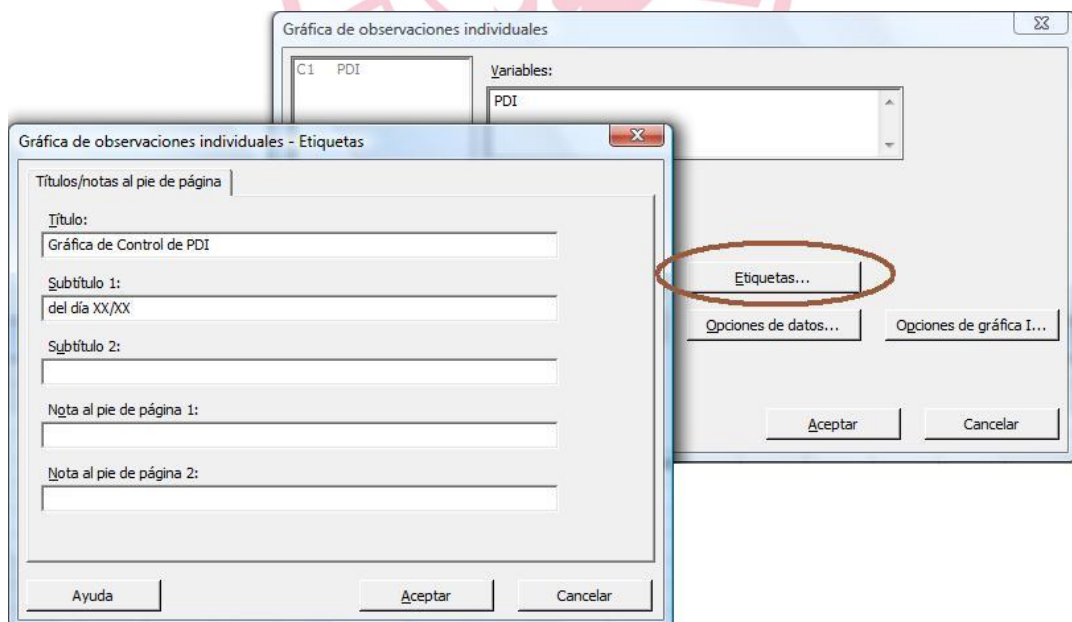
Paso 5: Hacemos clic en el botón **Opciones de gráfica I**, y luego vamos a la pestaña **Límites S**. Verificamos que el último cuadrado esté activado con un check, y a continuación digitamos el número 1. Esto porque estamos trabajando en porcentajes, y el máximo valor posible es 100%.



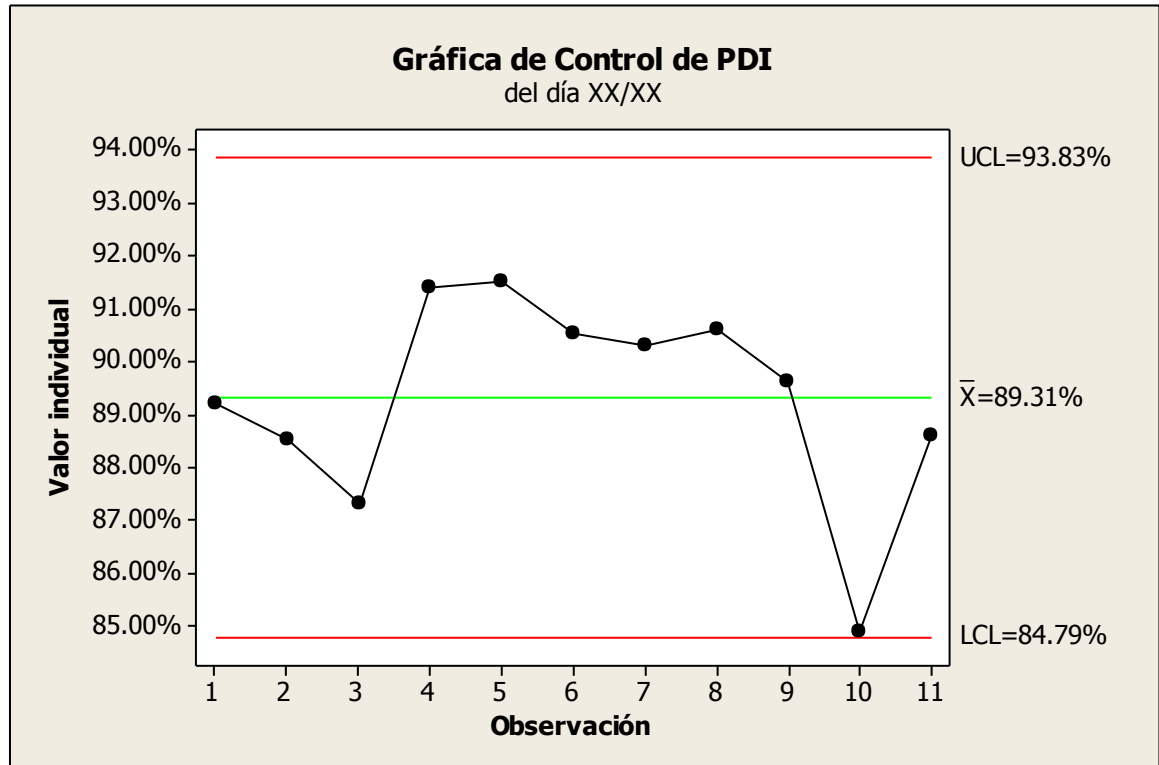
Paso 6: En el mismo menú **Opciones de gráfica I**, nos dirigimos a la pestaña **Pruebas**. Verificamos que esté seleccionada la opción **Realizar todas las pruebas para causas especiales**, y damos clic en Aceptar.



Paso 7 (opcional): Podemos modificar los títulos y contenidos en la gráfica de control, entrando a la opción **Etiquetas**, y luego llenando los espacios en blanco según lo deseado. Es recomendable especificar los días y/o turnos a los que corresponden las muestras analizadas.



Aceptando en el menú principal se obtendrá la siguiente gráfica:



En este caso se observa que los datos varían normalmente, y tienen valores aceptables-buenos. También se observa que no hay pruebas falladas (ausencia de puntos rojos).

Notas:

- Las gráficas de control se realizarán de forma diaria, para un monitoreo adecuado.
- Verificar que los alimentos a analizar en la gráfica, sean similares. En caso que un tipo de alimento tenga otro tipo de calificaciones diferentes a las descritas, debe hacerse una gráfica aparte para este.
- En el caso que de que los alimentos cambien su fórmula, lo más adecuado es reportar este hecho junto a la gráfica de control. Puede ocurrir que el cambio de fórmula ocasione mejorías o malos resultados en este estudio.
- La determinación del PDI debe ir de la mano con la determinación de la granulometría de AA.BB.: uno debe realizarse después del otro.