



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA
ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE
AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Christopher Alexander Morán Alvarez

Asesorado por el MSc. Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, febrero de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA
ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE
AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CHRISTOPHER ALEXANDER MORÁN ALVAREZ
ASESORADO POR EL MSC. ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de La Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Adela María Marroquín González
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 29 de febrero de 2020.

Christopher Alexander Morán Alvarez

Ref. EEPFI-252-2020
Guatemala, 29 de febrero de 2020

Director
Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
Escuela de Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante **Christopher Alexander Morán Alvarez** carné número **201224236**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

Ing. Renaldo Girón Alvarado
COLEGIADO 5977
Mtro. Renaldo Girón Alvarado
Asesor

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Hugo Humberto Rivera Pérez
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Ref.EEP.EIQ.008.2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario Christopher Alexander Morán Álvarez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Williams G. Alvarez Mejía. I.E.
DIRECCIÓN
Escuela de Ingeniería Química





Guatemala, septiembre de 2020

DTG. 034.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE MEJORA CONTINUA EN LA ELABORACIÓN DE FERTILIZANTES EN UNA PLANTA FORMULADORA DE AGROQUÍMICOS EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Christopher Alexander Morán Alvarez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, febrero de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera y permitirme culminar mi licenciatura con éxito.
Mi madre	Silvia Leticia Alvarez Pérez. Por su amor, esfuerzo, apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por enseñarme a ser una persona disciplinada y responsable, y por ser el pilar más importante de mi formación.
Mi padre	Luis Fernando Morán Palma. Por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional a lo largo de mi vida para alcanzar mis metas.
Mi hermano	Kevin Alexander Morán Alvarez. Por su apoyo incondicional durante toda la carrera y ser un ejemplo para toda su vida.
Mi abuela	Hivelda Pérez. Por su amor, consejos y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, y por creer en mí.
Mi novia	Jackeline Nohemí Rubio Estrada. Por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera y creer en mí en todo momento, y por ser la mayor

motivación de mi vida para
alcanzar el éxito de mi
formación.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme profesionalmente dentro de sus aulas y ser mi casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme adquirir los conocimientos necesarios para ejercer mi profesión y hacerme crecer profesional y personalmente.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por contribuir a mi crecimiento y aportar conocimientos complementarios a mi carrera.
Ingenieros	Por brindarme la educación necesaria para mi desarrollo profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3.1. Descripción del problema	9
3.2. Formulación del problema	11
3.2.1. Pregunta central	11
3.2.2. Preguntas auxiliares	11
3.2.3. Delimitación del problema	12
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. Objetivo general	15
5.2. Objetivos específicos.....	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19

7.1.	Generalidades de elaboración de fertilizantes	19
7.1.1.	Definición de fertilizantes.....	19
7.1.2.	Antecedentes de fertilizantes	22
7.1.3.	Procesos de elaboración de fertilizantes.....	24
7.1.4.	Importancia de materias primas para la elaboración de fertilizantes	25
7.2.	Procesos de mezclado para fertilizantes.....	26
7.2.1.	Mezclas físicas de los fertilizantes	26
7.2.2.	Características de una mezcla ideal para fertilizantes	27
7.2.3.	Homogeneidad de la mezcla.....	28
7.2.4.	Estabilidad de mezcla.....	28
7.2.5.	Concentración de solutos en la mezcla de fertilizantes	28
7.2.6.	Cómo afecta el pH de la mezcla en fertilizantes.....	29
7.3.	La importancia de un sistema de gestión de calidad en la empresa.....	30
7.3.1.	Gestión de calidad.....	30
7.3.2.	Enfoque de la gestión de calidad en su total control	31
7.3.3.	Características de la gestión de calidad.....	33
7.3.4.	Sistemas de control de la gestión de calidad en los procesos.....	36
7.3.5.	Requisitos generales de un sistema de gestión de calidad.....	38
7.4.	La importancia del cambio cultural de la organización del personal hacia la calidad total	41
7.4.1.	Importancia de calidad en los procesos	41

7.4.2.	Factores clave de calidad para el éxito del personal	44
7.4.3.	Gestión del cambio cultural de calidad hacia el personal.....	45
7.4.4.	Procesos del cambio cultural hacia la gestión de calidad total.....	47
7.4.5.	Elementos que facilitarán el cambio cultural del personal para un sistema de gestión de calidad.....	50
7.4.6.	Herramientas para la mejora continua para procesos de calidad	52
7.4.7.	Desarrollo de la calidad orientada a la satisfacción del cliente según las normas COGUANOR NTG ISO 10002:2014 /10004:2015.....	54
7.5.	Requisitos de un sistema de gestión de calidad COGUANOR NTG ISO 9001:2015.....	57
7.5.1.	La importancia de la mejora continua, según la norma COGUANOR NTG ISO 9001:2015	57
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE Y CONTENIDOS	59
9.	METODOLOGÍA.....	63
9.1.	Enfoque	63
9.2.	Diseño de la investigación	63
9.3.	Tipo de investigación.....	64
9.4.	Alcance.....	64
9.5.	Variables.....	64
9.6.	Fases del estudio	66
9.6.1.	Revisión documental	66
9.6.2.	Identificar las causas de la mala calidad de los fertilizantes.....	67

9.6.3.	Analizar el proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes.....	67
9.6.4.	Determinar la calidad de los fertilizantes utilizando una mejora continua para satisfacer al cliente	68
9.7.	Resultados esperados.....	68
9.8.	Población y muestra.....	69
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	71
10.1.	Tipo de indicadores.....	72
10.1.1.	Media aritmética	72
10.1.2.	Mediana.....	72
10.1.3.	Moda	73
10.1.4.	Desviación estándar	73
10.2.	Programas por utilizar para análisis de datos	74
10.2.1.	Microsoft Excel 2016	74
11.	CRONOGRAMA	75
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....	77
12.1.	Presupuesto	77
13.	REFERENCIAS	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Flujograma del proceso.....	18
2.	Enfoque de gestión de la calidad: principios, prácticas y técnicas	32
3.	Características básicas de la gestión de calidad.....	34
4.	Enfoque de gestión de la calidad, en su crecimiento acumulativo	35
5.	Enfoque de gestión de la calidad en los procesos	36
6.	Procesos para la gestión de la calidad.....	37
7.	Ciclo para un sistema de gestión de calidad	40
8.	Instrumentos para generar el cambio cultural	48
9.	Proceso para un cambio cultural	49
10.	Elementos de un proceso para la mejora continua	53
11.	Cronograma de actividades	75

TABLAS

I.	Definición teórica de los fertilizantes	20
II.	Definición relacionada con los fertilizantes según estado físico.....	21
III.	Términos de las propiedades físicas y fisicoquímicas para fertilizantes	21
IV.	Descripción de una cultura de organización hacia la importancia de la calidad	43
V.	Factores clave para el éxito de la calidad	44
VI.	Principales perspectivas para la gestión cultural.....	46
VII.	Enfoque de análisis para gestión cultural.....	47

VIII.	Herramientas de calidad.....	54
IX.	Operativización de variables.....	66
X.	Fórmula para muestra aleatoria de población	70
XI.	Presupuesto para la ejecución de la investigación	78

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	Arroba
g	Gramo
=	Igualdad
Kg	Kilogramo
lb	Libra
%	Porcentaje
Σ	Sumatoria

GLOSARIO

Agroquímica	Es la especialización de la química que consiste en el uso de sustancias orgánicas en el marco de una industria y en la aplicación de productos químicos como plaguicidas y fertilizantes en las actividades agrícolas.
Calidad	Herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie.
CCT	Control de Calidad Total.
CEC	Control Estadístico de Calidad.
Control	Medida que modifica al riesgo.
Control de proceso	Pruebas, ensayos y mediciones efectuadas durante la elaboración de un producto, incluyendo su acondicionamiento destinado para asegurar que el producto resultante cumple con las especificaciones.
CWQC	Control de calidad en toda la empresa.
Estandarización	Es un proceso de búsqueda de patrones de equilibrio y unificación de las características de un producto o

servicio, con el fin de establecer normas de asimilación a un modelo a seguir para la fabricación en serie.

Fertilizante	Que mejora la calidad de la tierra y facilita el crecimiento de las plantas.
GCT	Gestión de Calidad Total.
Gestión	Es la acción o efecto de hacer actividades para el logro de un negocio o un deseo cualquiera.
Inconformidad	Es la forma por la cual los usuarios solicitan, critican, protestan, reclaman o se quejan de una expectativa.
Indicadores de calidad	Son instrumentos de medición de calidad que deben ir relacionados y dirigidos a la consecución de los objetivos y resultados que cada organización haya planificado para sus procesos.
INS	Inspección de la calidad.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
Mejora	Acción o situación favorable de progreso o perfeccionamiento de las cosas o las personas en su constitución, estado o desarrollo.
NPK	Nitrógeno, Fósforo, Potasio.

Ph

Potencial de hidrógeno.

SGC

Sistema de Gestión de Calidad.

RESUMEN

En virtud de que la planta formuladora de agroquímicos, empresa objeto de la investigación, carece de un sistema de gestión calidad en sus procesos, se aborda un problema de las inconformidades de los clientes con sus productos, situación que afecta a la empresa en su competitividad y los costos de operación. El objetivo es identificar las causas que generan la mala calidad de los fertilizantes para generar estrategias de mejora en la planta.

Por lo que surge la necesidad de mejorar el proceso de elaboración de fertilizantes a través de una propuesta de un sistema de gestión de calidad de mejora continua basado en los requisitos de la Norma Técnica Guatemalteca NTG ISO 9001:2015. Esto permitirá que la planta mejore continuamente en sus procesos para garantizar la calidad de los fertilizantes elaborados.

El esquema de solución se trabajará bajo cuatro fases de investigación: revisión documental, en la cual se revisará y recopilará la documentación teórica y trabajos relacionados con la investigación, entre ellos artículos científicos, seminarios, normativos y metodologías; en la fase de diagnóstico se obtendrán los datos para lo cual se utilizarán las diferentes técnicas de investigación y herramientas de calidad planteadas para obtener los resultados del problema.

En la fase de análisis se examinará la información y resultados obtenidos para tener una perspectiva más amplia de las ineficiencias e incumplimientos en los procesos de la cadena de valor de la elaboración de fertilizantes; y la fase final, en la cual se plasmarán las causas del problema para proponer un sistema de gestión de calidad y mejorar la calidad de los fertilizantes.

1. INTRODUCCIÓN

Para que una planta formuladora de agroquímicos sea sistematizada debe ofrecer servicios de calidad en sus procesos, por lo que es importante adoptar un sistema de calidad que permita asegurar y garantizar la calidad de sus productos. El cumplimiento de los requisitos establecidos por las normas guatemaltecas e internacionales permite demostrar que una planta es competente y capaz de generar resultados veraces.

El presente trabajo de investigación consiste en el desarrollo de una propuesta de un sistema de gestión de calidad de mejora continua en la elaboración de fertilizantes en una planta formuladora de agroquímicos, en la cual se determinarán los requisitos necesarios para la aprobación de este mismo. Así mismo se evaluará la satisfacción del cliente para determinar la calidad del fertilizante según la propuesta del estudio.

El problema que tiene la empresa son las inconformidades de los clientes por la mala calidad de los fertilizantes, debido a que no presenta un sistema de calidad, ni guías, menos reglamentos base para garantizar la calidad del fertilizante.

La importancia del trabajo de investigación se alinea a la estrategia de calidad del fertilizante para aumentar su mejora continua, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente. Se espera tener como resultado un incremento en los estándares de calidad en el departamento de producción a través de la propuesta de un sistema de gestión de calidad e implementarlo en la planta formuladora de agroquímicos, que de acuerdo con los requisitos y lineamientos

propuestos brinde calidad en todo el proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes.

El enfoque del trabajo de investigación es mixto, análisis cuantitativo y análisis cualitativo mediante estadística descriptiva, la propuesta es no experimental con alcance descriptivo.

La metodología de esta investigación se llevará a cabo en cuatro fases principales, primero la investigación documental donde se revisará la información disponible sobre el tema, en la segunda etapa se procederá a identificar las principales causas de la mala calidad del fertilizante mediante la recolección de datos, con lo cual se medirá el tiempo de mezclado para mejorar la calidad del fertilizante.

En la tercera fase se realizará un análisis del proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes, para revisar las condiciones del proceso que intervienen en la elaboración de fertilizantes, esto consistirá en la esquematización para revisar cuáles deben ser las variables de control del proceso de estos mismos con base en los resultados y tendencias obtenidas. En la cuarta fase se realizará la evaluación de una propuesta de sistema de gestión de calidad de mejora continua para implementar en una planta formuladora de agroquímicos.

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con los recursos necesarios para ejecutar las diferentes fases que lo forman. La empresa autoriza la realización del trabajo de investigación, brindando recursos necesarios, humanos, tecnológicos, información e infraestructura.

El primer capítulo del presente trabajo de investigación corresponde al marco teórico, donde se realizará una revisión de la teoría que tiene relación con la información de los fertilizantes, la calidad y las normativas guatemaltecas e internacionales en los procesos.

El segundo capítulo corresponde a la presentación de resultados, donde se realizará el desarrollo de la propuesta de un sistema de calidad para el mejoramiento continuo de los fertilizantes.

Y en el tercer capítulo se discutirán los resultados para verificar el impacto que tuvo la investigación en la empresa.

2. ANTECEDENTES

En Australia se llevó a cabo una investigación utilizando la encuesta como una técnica de investigación en la que se recolectó información sobre los factores que hacen que los modelos de gestión de calidad sean exitosos en una empresa, por lo tanto, estos estudios son relevantes para el cuestionamiento de la importancia de un sistema de gestión de calidad, ya que esta técnica ha sido clave para una transformación exitosa de una cultura y práctica de la calidad (Morris, Crawford y Fisher, 1998).

Lo anterior de Morris, Crawford y Fisher aporta al trabajo de investigación la importancia de un sistema de gestión de calidad que se basa en la mejora continua para ser utilizado en sus procesos para estimular la eficiencia y eficacia para responder las perspectivas de los clientes.

Los procedimientos operativos son documentos apropiados para llevar a cabo la mejora continua de las técnicas en una empresa, ya que proporcionan la información específica para ejecutar un proceso, pues fundamentar las operaciones es una forma de estandarizar el proceso, lo cual hace que el ejecutor siga la ruta específica para que la calidad se cumpla (Grudzien y Hamrol, 2016).

Lo anterior de Grudzien y Hamrol aporta al trabajo de investigación la importancia de fundamentar los procesos, para proporcionar soluciones prácticas y conocimiento sobre cómo ejecutar un proceso de la manera adecuada y estandarizar este al ser ejecutado para llevar a cabo la mejora continua de los procesos de un sistema de gestión de calidad en la empresa.

El factor humano y cultura organizacional dirigidos hacia la calidad son claves para llevar a cabo la alta competitividad en una empresa, siendo más competente en el mercado, de tal manera que estos factores son indispensables para garantizar la mejora continua de calidad y productividad en los procesos para que se cumplan los requerimientos de los clientes (Olea, 1995).

Lo anterior de Olea aporta al trabajo de investigación la importancia de los factores de calidad que permiten que la compañía sea competente en el mercado, por lo que estos factores pueden ser aplicados en la empresa para garantizar la mejora continua del sistema de gestión de calidad en los procesos para satisfacer las necesidades de los clientes.

Este estudio describe las ineficiencias de un sistema de gestión de calidad en los procesos en que el cliente sale afectado debido a que las empresas no consideran el interés sobre la mejora de un sistema de gestión de calidad. Sin embargo, determinar las herramientas necesarias es una manera de mejorar la eficiencia y eficacia de un sistema de gestión de calidad como la investigación de las fallas, el análisis de las causas, la retroalimentación de los ciclos y el monitoreo de procesos en tiempo real para prevenir procesos ineficientes y demoras de un sistema de gestión de calidad (Manz, 2019).

Lo anterior de Manz aporta al trabajo de investigación herramientas de gestión de calidad que determinan la eficiencia y eficacia en los procesos. Estas herramientas conducen a que la empresa considere el interés sobre cómo mejorar su sistema de gestión de calidad para que los clientes no salgan afectados en sus requerimientos.

La producción de fertilizantes en empresas de agroquímicos requiere de procedimientos y métodos efectivos para aumentar la eficiencia y eficacia de la

fabricación de fertilizante, aumentar la calidad del producto, disminuir el capital de trabajo y los costos de producción para cumplir con la funcionalidad y calidad del producto final (Taylor, 1992).

Lo anterior de Taylor aporta al trabajo de investigación el método de la calidad de los fertilizantes para aumentar su efectividad al ser fabricado.

El trabajo de Olsen (1992) aporta al trabajo de investigación los conocimientos de cómo deben interpretarse los múltiples elementos de la gestión de la calidad y ayudar a elucidar los errores.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del proceso de elaboración de fertilizantes se ha detectado la mala la calidad de estos mismos, lo que conlleva un alto índice de inconformidades de los clientes ocasionando la pérdida de ventas, debido a que no se cuenta con un sistema de gestión de calidad que garantice la mejora continua y no se asegura que los fertilizantes sean de buena calidad.

3.1. Descripción del problema

La empresa, al no considerar el interés de un sistema de gestión de calidad, se posiciona en un segmento en desventaja al no contar con estas herramientas competitivas que hacen diferenciarse de la competencia, teniendo baja participación en el mercado. Si la empresa no gestiona adecuadamente este sistema coloca en peligro su estabilidad financiera y la continuidad de la planta, como lo menciona Manz (2019): “un enfoque de mejora de la calidad ayuda a predecir la calidad, el funcionamiento y el rendimiento financiero” (p. 86).

Otras de las causas de la falta de un sistema de gestión de calidad en la planta es que no existe una metodología o procedimientos establecidos para gestionar los riesgos de los procesos y productos que indiquen los pasos a seguir para la fabricación y validación de estos mismos.

Posteriormente, el componente principal de los documentos que conforman un sistema de gestión de calidad es la función principal de la información que se encuentra en los documentos de proceso, para proporcionar conocimiento sobre cómo ejecutar un proceso y estandarizar este al proporcionar una ruta específica

de ejecución. Sin embargo, no es fácil determinar un nivel estándar de calidad de información de proceso óptimo desde el punto de vista del propietario y el ejecutor del proceso, el propósito es resolver los problemas de los clientes y proporcionar soluciones prácticas para que los creadores de documentos diseñen descripciones adecuadas de los procesos (Grudzien y Hamrol, 2016).

Por lo tanto, un sistema de gestión de calidad tiene un gran impacto estratégico, ya que se puede contar con gran oportunidad hacia el éxito competitivo de la empresa, por lo que es indispensable este sistema para gestionar los riesgos de los productos y la credibilidad de los clientes hacia la empresa. Sin embargo, la planta formuladora de agroquímicos se enfrenta a grandes retos de cumplimiento de estándares de calidad y efectividad debido a su crecimiento de instalaciones, productos y a la mejora continua en sus procesos.

Mediante la propuesta de un sistema de gestión de calidad no solo se obtienen beneficios, sino que se logra conocer aspectos que no se conocían o no se tenían en cuenta durante la funcionalidad de los procedimientos.

Mejorar la calidad de los productos y servicios de una organización es fundamental para el éxito empresarial. La opinión generalizada de que la especificación del producto o servicio es estática y se puede alcanzar fácilmente se ha ido. Los gerentes en compañías de clase mundial se dan cuenta de que los deseos de los clientes están cambiando, que las expectativas de los clientes deben entenderse claramente y que su firma debe cumplir con los deseos de los clientes (Adam, Corbett, Flores, Harrison, Lee, Rho y Westbrook, 1997).

Al realizarse la investigación se espera demostrar a través de la propuesta un sistema de calidad necesario para implementar en una planta formuladora de

agroquímicos, que de acuerdo con los requisitos y lineamientos propuestos brinde calidad a los fertilizantes. Así mismo, se podrá reducir las inconformidades de los clientes con respecto a sus requerimientos y mediante el sistema de gestión de calidad se tendrá una mayor competitividad para la empresa.

De no realizarse la investigación se continuará con el desconocimiento de los requisitos y lineamientos de un sistema de gestión de calidad para mejorar la calidad de los fertilizantes, y se aumentará el riesgo de problemas de las inconformidades de los clientes por sus productos.

3.2. Formulación del problema

Para tener una mejor perspectiva del problema, es necesario formular preguntas de investigación que permitan crear un plan para resolverlo, se formulará una pregunta central y tres auxiliares.

3.2.1. Pregunta central

- ¿Cómo la mejora continua aplicada en la elaboración de fertilizantes en una planta formuladora de agroquímicos en la ciudad de Guatemala puede optimizar el sistema de gestión de calidad?

3.2.2. Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son las causas de la mala calidad de los fertilizantes?
- ¿Qué proceso debe mejorar en la cadena de valor en la elaboración de fertilizantes?

- ¿Cómo mejorar la satisfacción del cliente para una mejora continua en la calidad de los fertilizantes?

3.2.3. Delimitación del problema

En el presente trabajo de investigación se realizará una propuesta de sistema de gestión de calidad en una planta formuladora de agroquímicos en la ciudad de Guatemala. El periodo de ejecución de la investigación será desde febrero 2020 hasta agosto del mismo año.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de graduación se inserta en la línea de investigación de sistemas de control de calidad, directamente en la implementación de sistemas de confiabilidad en sistemas de calidad, de la Maestría en Gestión Industrial de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Esto es debido a que la empresa donde se trabajará tiene problemas con la elaboración de fertilizantes, derivado de la mala calidad de sus productos, lo que lleva a las inconformidades de los clientes. Por lo tanto, se utilizarán herramientas de ingeniería y la relación con los principios y fundamentos de calidad, e implementación de sistemas de calidad para diseñar una propuesta de mejora.

La propuesta de un sistema de calidad es de suma importancia porque servirá para mejorar la calidad de los fertilizantes fabricados, lo que radicará en que aumente la satisfacción y la confianza del cliente.

La necesidad de hacer esta investigación es debido a que conforme ha avanzado la empresa se ha podido observar que no hay estándares de calidad, lo que lleva a las inconformidades manifestadas por los clientes con base en la calidad de los fertilizantes.

La motivación del investigador de realizar esta investigación radica en el deseo de aportar a la empresa con la información necesaria como base para la implementación de un SGC que dará como resultado la mejora continua en la elaboración de fertilizantes a futuro, para tener los estándares de calidad, lo cual impactará directamente en la satisfacción de los clientes y sus ventas.

El beneficio se verá reflejado en la calidad del fertilizante al cumplir con los requisitos de calidad en todos los procesos relacionados entre sí, a través de las normas guatemaltecas e internacionales estandarizadas para finalmente mejorar la satisfacción del cliente y tener una mayor rentabilidad en las operaciones de la empresa.

Los beneficiarios de esta investigación son los propietarios de empresas de formuladoras de agroquímicos, agricultores, al personal operativo involucrado en el proceso y el medio ambiente.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Proponer un sistema de gestión de calidad de mejora continua en la elaboración de fertilizantes en una planta formuladora de agroquímicos en la ciudad de Guatemala.

5.2. Objetivos específicos

- Identificar las causas de la mala calidad de los fertilizantes.
- Analizar la cadena de valor en la elaboración de fertilizantes.
- Determinar la calidad de los fertilizantes utilizando un sistema de gestión de calidad de mejora continua para satisfacer al cliente.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

La principal necesidad a cubrir de esta investigación es generar información que permita proponer un sistema de gestión de calidad de mejora continua en la elaboración de fertilizantes en una planta formuladora de agroquímicos en la ciudad de Guatemala, debido a que la empresa no cuenta con documentos que respalden esta operación industrial, además demostrar a través de la propuesta que es factible implementar un sistema de gestión de calidad en la empresa para mejorar las inconformidades manifestadas por los clientes con base en la calidad de los fertilizantes.

El estudio de investigación pretende identificar las causas para mejorar la calidad de fertilizantes, determinando la satisfacción de los clientes con sus productos.

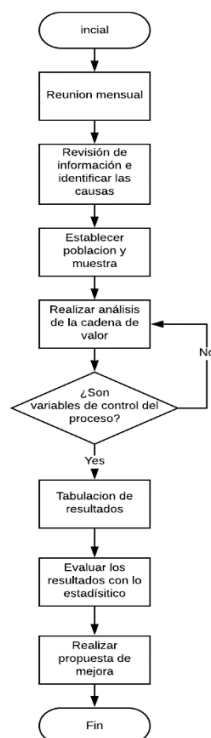
La metodología de esta investigación se llevará a cabo en cuatro fases principales, primero la investigación documental donde se revisará la información disponible sobre el tema, en la segunda etapa se procederá a identificar las principales causas de la mala calidad del fertilizante por medio de la recolección de datos, con lo cual se medirá el tiempo de mezclado para mejorar la calidad del fertilizante.

En la tercera fase se realizará un análisis del proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes, para revisar las condiciones del proceso que intervienen en la elaboración de fertilizantes, lo cual consistirá en la esquematización para revisar cuáles deben ser las variables de control del proceso de estos mismos con base en los resultados y tendencias obtenidas.

En la cuarta fase se realizará la evaluación de una propuesta de sistema de gestión de calidad de mejora continua para implementar en una planta formuladora de agroquímicos.

El trabajo de investigación tiene validez técnica porque se busca mejorar la calidad de los fertilizantes y la satisfacción del cliente por medio de una propuesta de un sistema de gestión de calidad. A continuación, se observan los pasos a seguir para el trabajo de investigación, de la cual se obtendrá todo el flujo de procesos:

Figura 1. **Flujograma de proceso**



Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

En la presente sección será definida la información completa con conceptos coherentes con la planta formuladora de agroquímicos, fertilizantes, calidad y la gestión de procesos con base en las normativas guatemaltecas e internacionales y sus definiciones.

7.1. Generalidades de elaboración de fertilizantes

En este capítulo se definen términos fundamentales de los fertilizantes:

Incluyendo información sobre los conocimientos técnicos, los fertilizantes a lo largo de su historia, el desarrollo de los procesos competentes y la importancia de la calidad de las materias primas para la formulación de fertilizantes, para la mejora continua con la aplicación de la herramienta de la norma. (Comisión Guatemalteca de Normas, 1994, p. 660)

7.1.1. Definición de fertilizantes

En esta sección se encuentra la información necesaria para enseñar al personal el uso apropiado de los fertilizantes. Sin embargo, según IFA (1992) también la intención es mostrar cómo el uso de los fertilizantes debería ser parte de un programa integrado de buenas prácticas agrícolas tendiente a mejorar la producción de los cultivos y consecuentemente los ingresos de los agricultores.

En este contexto se aborda la perspectiva eminentemente teórica de los fertilizantes adecuados para satisfacer las necesidades por parte del fabricante,

del diseño y producción de un fertilizante, como también la necesidad de la combinación de fertilizantes, cuya composición y características respondan a los requerimientos agronómicos del cultivo (Fuentes Fertilizantes, 2003).

Tabla I. **Definición teórica de los fertilizantes**

NOMBRE	DEFINICIÓN
Aditivo	Sustancia destinada a mejorar las propiedades de un fertilizante
Análisis garantizado	Porcentaje en masa de cada elemento nutriente declarados para el fertilizantes
Declaración	Indicación de la cantidad de nutrientes en productos formulados, composiciones físicas y químicas
Fertilizante	Es todo producto orgánico o inorgánico, natural o sintético, que aplicado al suelo o al follaje de las plantas, les suministra nutrientes
Fertilizante complejo	Fertilizante compuesto obtenido por reacción química y que tiene contenidos declarables de al menos dos nutrientes primarios
Fertilizante compuesto	Fertilizante con un contenido garantizado de al menos dos de los nutrientes
Fertilizante de liberación lenta	Fertilizantes cuyos nutrientes están presentes como un compuesto químico y en un estado físico tal que disponibilidad para las plantas se extienda durante un periodo de tiempo
Fertilizante Foliar	Fertilizante elaborado para su aplicación a las hojas de un cultivo
Fertilizante inorgánico	Fertilizante en el que los nutrientes declarados están en forma de sales inorgánicas obtenidas por un proceso industrial químico
Fertilizante Quelatado	Fertilizante en el que uno o más micronutrientes están retenidos por moléculas orgánicas
Fertilizante Orgánico	Fertilizante que consta principalmente de productos carbonados de origen vegetal o animal
Fertilizante Nitrogenado	Fertilizante orgánico en el que el nitrógeno esta combinado directamente con el carbono y que puede contener otros elementos
Fertilizante órgano-mineral	Fertilizante en que los nutrientes declarados son de origen orgánico e inorgánico, obtenidos por mezcla o combinación química de fertilizantes
Fertilizante recubierto	Fertilizante cuyas partículas están revestidas con una fina capa de un material diferente, para mejorar su comportamiento y características
Fertilizante simple	Fertilizante que generalmente se clasifica en nitrogenado, fosfatado o potásico que contiene declarable solo uno de los nutrientes primarios
Formula	Fracción expresada como porcentaje en masa del contenido respectivo de cada uno de los nutrientes de un fertilizante compuesto
Granulación	Técnica que utiliza procesos como aglomeración , agregación o compactación para modificar el tamaño de las partículas
Inerte	Sustancia que se agrega a las formulaciones para completar una masa o volumen sin alterar las propiedades químicas
Mezcla de fertilizante	Fertilizante obtenido mediante mezcla en seco, con un contenido garantizado de al menos dos de los nutrientes NPK
Mezcla física	Mezcla de fertilizante elaborada mediante la mezcla mecánica de mono productos, que en ella misma se puede observar la mezcla de las partículas de los fertilizantes
Mezcla Homogénea	Mezcla de fertilizante cuyos componentes no pueden ser separados físicamente ya que se han homogenizado
Mono producto	Fertilizante que contiene solo un tipo de compuesto químico que no se ha efectuado mezcla alguna

Fuente: elaboración propia, con base en: Comisión Guatemalteca de Normas. (1999).

COGUANOR NGO 44 007. Parte 3: definiciones generales.

Tabla II. **Definición relacionada con los fertilizantes según estado físico**

NOMBRE	DEFINICIÓN
Fertilizante Cristalino	Fertilizante solido cuyas partículas están en forma de cristales
Fertilizantes estándar	Fertilizante solido en forma de partículas que facilitan su manejo, pero que no cumplen con una granulometría específica, ya que dependen del proceso estándar de su producción
Fertilizante fino	Fertilizante sólido, generalmente utilizado como fertilizante soluble, para suspensiones o como materia prima en proceso de granulación o compactación
Fertilizante granulado	Fertilizante solido en forma de partículas de un tamaño medio predeterminado por granulación en que debe presentar al menos 90% de partículas de un tamaño de 1mm hasta 4mm.
Fertilizante soluble	Fertilizante solido que al mezclarse en cierta cantidad de agua forma una solución, dejando un mínimo de impureza insolubles

Fuente: elaboración propia, con base en: Comisión Guatemalteca de Normas. (1999).
COGUANOR NGO 44 007. Parte 4: fertilizantes según estado físico.

Tabla III. **Términos de las propiedades físicas y fisicoquímicas para fertilizantes**

NOMBRE	DEFINICIÓN
Soluciones Normales	Soluciones acuosas que contienen uno o varios elementos nutritivos disueltos en agua.
Suspensiones	Gracias a la utilización de arcillas dispersas en el agua pueden mantenerse soluciones sobresaturadas de alguna sal. Para mantener las suspensiones se requiere una agitación periódica
Compactación	Es la formación de una masa adherida a partir de partículas individuales ya sea en el producto a granel. Es afectada por las siguientes condiciones : contenido de humedad, tamaño de partículas , dureza de partícula, temperatura de almacenamiento, presión de almacenamiento, tiempo de almacenamiento u otras.
Compatibilidad física	Es la capacidad de dos o más materiales para permanecer mezclados durante el manejo, almacenamiento y aplicación sin perder sus propiedades iniciales
Granulometría	Es la medición del tamaño de las partículas y su distribución en un producto determinado

Fuente: elaboración propia, con base en: Comisión Guatemalteca de Normas. (1999).
COGUANOR NGO 44 007. Parte 5, términos relativos a las propiedades físicas y fisicoquímicas.

7.1.2. Antecedentes de fertilizantes

La importancia de la historia de los fertilizantes a lo largo de su investigación ha sido brindar beneficios a las plantas como también a las industrias de fertilizantes, ya que el suelo a su tiempo ha perdido deficiencia de nutrientes, por lo que se llega a la intervención de fertilizantes para el incremento de la producción agrícola.

El hombre comenzó a cultivar las tierras desde hace miles de años, pero la historia de la fertilización se inició cuando los agricultores descubrieron que establecidos suelos dejaban de producir, obteniendo rendimientos relativamente bajos si seguían cultivándose continuamente, entonces se dieron cuenta que al añadir residuos vegetales se restauraba la fertilidad. Desde ese momento se dio origen a la industria mundial de fertilizantes que inició mediados del siglo XIX, periodo en el que se empezaron a comercializar diversos tipos de fertilizantes (Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, 2008).

El importante aumento de la población mundial en los últimos años viene requiriendo invariablemente un reto a la agricultura debido a que se necesita suministrar mayor número de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Por lo tanto, el manejo de fertilizantes ha demostrado en los ensayos un gran efecto, ya que se ha tenido en incremento los rendimientos de las cosechas, obteniendo a su vez productos con mayor calidad. Los fertilizantes, manipulados de forma racional, contribuyen a reducir la erosión, acelerando la cubierta vegetal del suelo y protegiéndolo de los cambios climáticos (Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, 2008).

Los fertilizantes simples son fundamentales para el crecimiento de plantas resistentes y la producción de alimentos, que esencialmente se les agrega el

nitrógeno, el fósforo y el potasio. El primer fertilizante químico fue creado a principios del siglo XIX con el fertilizante superfosfato, experimentando con huesos y ácido sulfúrico, teniendo aspecto de un líquido claro y aceitoso, sin embargo, este sigue siendo uno de los principales fertilizantes producidos en la actualidad, el cual se ha utilizado para fabricar otras sustancias en la industria (Beall, 2017).

En 1903, el nitrato de calcio fue uno de los principales fertilizantes nitrogenados, sin embargo, en el siglo XX el nitrato de amonio se convirtió primordialmente en el fertilizante principal nitrogenado, y finalmente en el líder de los fertilizantes. Por lo tanto, la producción moderna de fertilizantes químicos comenzó en 1842 cuando Sir John Lawes argumentó la metodología de un proceso entre la roca de fosfato con ácido sulfúrico para formar el superfosfato. Sin embargo, en la década de 1960 el fosfato de amonio se convirtió en uno de los fertilizantes más aplicado hoy en día, el cual se ganó la aceptación de los agricultores donde se comenzó a desarrollar e ir mejorando la fabricación de este fertilizante (Beall, 2017).

Mientras en 1861 en Alemania se inició la primera industria para fabricar el fertilizante de potasio en que este se obtiene a través de ceniza y salitre de madera. Al pasar los años se comenzaron a instalar nuevas industrias que encontraron nuevas metodologías y recursos para mejorar la calidad del fertilizante, sin embargo, hoy en día el principal fertilizante que tiene alto grado de potasio es el cloruro de potasio (Beall, 2017).

En 1933, la institución de Tennessee Valley Authority (TVA) fue formada con una responsabilidad de progresar la fabricación y el uso de fertilizantes. Sin embargo, el 75 por ciento de los fertilizantes químicos fabricados en los

Estados Unidos depende directamente de la calidad de los procesos que desarrolla TVA. (Beall, 2017, p. 6)

7.1.3. Procesos de elaboración de fertilizantes

“Los procesos para la elaboración de fertilizantes conllevan un listado de aspectos importante que son frecuentes en el mundo y que se tornarán aún más importantes a medida que la población incrementa” (Taylor, 1992, p. 8).

Mientras tanto no existe una sola respuesta de un solo método correcto para un determinado país o región para la elaboración de fertilizantes, existe un sinnúmero de variables que intervienen en los procesos. Estas variables pueden ser de entorno técnico y político pues, en algunas ocasiones, la política juega un papel importante en la estrategia agrícola del país y en algunas ocasiones tiene gran influencia en la manera que los fertilizantes son producidos y distribuidos en el país (Taylor, 1992).

La granulación química es uno de los procesos más complejos para la elaboración de fertilizantes, en la actualidad aún se sigue produciendo la mayor parte de los fertilizantes sólidos. La granulación química puede usarse para producir fertilizantes simples NPK, que pueden ser utilizados más adelante para fabricar fertilizantes compuestos. Sin embargo, se busca producir fertilizantes que contengan los nutrientes específicos de forma consistente y confiable. El propósito original de la granulación química es evitar que el producto se endurezca en los sacos durante el almacenamiento y transporte, de modo que el agricultor lo reciba de la mejor calidad posible para su adecuada aplicación en el campo (Taylor, 1992).

La granulación al vapor es uno de los procesos que solamente se utiliza en sólidos, debido a que estos materiales sólidos a utilizar deben estar en forma de polvo fino, ya que estos son mezclados en proporciones necesarias altas a temperaturas con vapor para así obtener las concentraciones requeridas de nutrientes y la forma de los gránulos. Luego se introducen en el granulador con vapor y/o agua para proveer de suficiente fase líquida, calor y plasticidad, que permiten que el material seco se aglomere y forme gránulos (Taylor, 1992).

La compactación es un proceso de producción de fertilizantes simples o compuestos en que se utiliza fuerza mecánica para formar partículas densas a partir de materias primas en partículas pequeñas o de polvo. Este proceso es básicamente una granulación seca, por esta razón no existe un medio líquido o una reacción química. Las partículas finas de materia prima se someten a una presión suficientemente alta para juntarlas estrechamente para que las fuerzas intermoleculares y electrostáticas mantengan el granulo unido. Sin embargo, la mayor parte del mundo utiliza este proceso para producir fertilizante de potasa compacta (Taylor, 1992).

7.1.4. Importancia de materias primas para la elaboración de fertilizantes

Para la selección de las materias primas empleadas deben tomarse en cuenta varios aspectos estrictos que permitan alcanzar la calidad de la fabricación de fertilizantes, sin embargo, es necesario someter a los proveedores a una evaluación constante que permita asegurar que las materias primas sean de calidad. Por lo tanto, la importancia de producir fertilizantes lleva a buscar el contenido específico de nutrientes para que este sea consistente y confiable, obteniendo las concentraciones requeridas de tal manera que se utilice la materia

prima apropiada para asegurar que los nutrientes sean los requeridos para las plantas al momento que el agricultor realice la aplicación (Taylor, 1992).

7.2. Procesos de mezclado para fertilizantes

En esta sección se busca determinar los procesos de operación para las plantas formuladoras de agroquímicos más adecuados para producir fertilizantes simples y compuestos, se especificarán los métodos y técnicas para utilizar en la elaboración de fertilizantes, con una serie de pasos lógicos para conseguir los resultados esperados.

7.2.1. Mezclas físicas de los fertilizantes

La Comisión Guatemalteca de Normas (1994) indica:

Las mezclas físicas de fertilizantes deben garantizar como mínimo el contenido de los nutrientes primarios de los fertilizantes simples NPK, que se obtiene por reacciones químicas, por lo tanto, estos fertilizantes deben contener los elementos necesarios para el crecimiento de la planta. (p. 661)

Este proceso de operación se obtiene a partir de mezcla física entre dos o más fertilizantes que al mismo tiempo inician las reacciones químicas y las partículas se atraen a sí mismas, este proceso es relativamente simple, sin embargo, simplificar el proceso puede ocasionar que los fertilizantes se produzcan de una manera que la calidad no sea la adecuada, contribuyendo de esta forma a que la creencia de los agricultores sea relativamente insatisfecha, por lo tanto las materias primas apropiadas para la mezcla deben ser pesadas adecuadamente para asegurar que el fertilizante final contenga los nutrientes requeridos (Taylor, 1992).

7.2.2. Características de una mezcla ideal para fertilizantes

Es importante indicar que la mezcla de los fertilizantes es obtenida por combinación de dos o más materiales de fertilizantes, sin embargo, si el producto es sólido sus partículas deberán fluir libremente y ser de un tamaño uniforme para reducir al mínimo la segregación, ahora bien, si el producto es líquido podrá presentarse en forma de una solución o de una suspensión (Comisión Guatemalteca de Normas, 1994).

Por lo tanto, una mezcla para que sea aceptable debe cumplir ciertas características, entre ellas la más importante es que las moléculas deben fluir libremente, mantener un contenido elemental de nutrientes, mantener un porcentaje de segregación mínimo y no deben ser absorbentes dentro de ciertos límites.

Sin embargo, para poder cumplir con estos criterios esenciales se deben cumplir ciertos procedimientos técnicos durante el proceso, para garantizar absolutamente la mezcla de los fertilizantes es importante que el método de pesaje sea confiable, ya que siendo este automatizado tenemos la certeza de que las mezclas adquirirán los nutrientes necesarios, debido a que si se controla adecuadamente este proceso, se obtendrá un producto final de calidad, luego de este proceso comienza la mezcla de materiales, es evidente que si la mezcla se hace correctamente se pueden producir productos de calidad (Taylor, 1992).

7.2.3. Homogeneidad de la mezcla

Son aquellas mezclas de elementos uniformes cuyos componentes no se pueden diferenciar a simple vista ni a través de ningún procedimiento óptico, entonces se dice que se obtiene una sola fase en la mezcla, la cual está constituida por un soluto y un disolvente. Al producir agitación en la mezcla, el soluto queda disperso en el solvente. Por lo tanto, a estas mezclas que no presentan variaciones en la fórmula se les denomina uniformes (Serrano y Oña, 2016).

7.2.4. Estabilidad de mezcla

En los últimos años ha habido un gran avance en los conocimientos acerca de las mezclas de los fertilizantes simples NPK, sin embargo es importante conocer que debido a la complejidad de una mezcla, no todas las combinaciones son estables, debido a que la estabilidad se refiere a que los productos utilizados en la mezcla no pueden alterar alguno de los componentes dentro del proceso de mezclado, ya que muchos datos de estabilidad, fundamentalmente de Estados Unidos, sobre las mezclas dejan por resolver muchas cuestiones respecto a la adición de elementos simples o compuestos, ya que no solo se altera la estabilidad fisicoquímica de la mezcla, sino también afecta al producto final al aplicarlo a la planta (Hosp, 1995).

7.2.5. Concentración de solutos en la mezcla de fertilizantes

El proceso de concentración es una de las partes más importantes para el mezclado debido a que se determina la proporción alta o baja que hay entre la cantidad de soluto y el solvente para mantener el equilibrio de los fertilizantes simples NPK, sin embargo, la cantidad de soluto deberá ser menor al solvente

para obtener una solución óptima. Por lo tanto, si la proporción del soluto disuelto en solvente es menor, la concentración de esta será relativamente baja, y si la proporción del soluto está más concentrada esta será relativamente alta (UAM, 2015).

7.2.6. Cómo afecta el pH de la mezcla en fertilizantes

Las mezclas en fertilizante se deben considerar:

Las materias primas que estén en contacto con la mezcla, debido a que el pH de los fertilizantes es un dato de importante a considerar, y, por lo tanto, debe estar implícito entre los parámetros especificados, el pH tiene verdadero significado agronómico en la solución nutritiva resultante de la dilución del producto en el agua de riego. (Fuentes Fertilizantes, 2003, p. 66)

En este sentido:

Concierta tener en cuenta que dos fertilizantes líquidos de pH similar, pero diferente composición química, pueden presentar diferente capacidad de acidificación o alcalinización del agua de riego, según se trate, puede ser por la concentración molar de protones como también de hidroxilos por unidad de peso del producto. (Fuentes Fertilizantes, 2003, p. 67)

Esta información aumenta el resulta de la importancia que se considera:

En el cálculo de soluciones nutritivas para el balance iónico final y, en el caso de ajustes automáticos del pH, para facilitar la estimación de la cantidad, generalmente de ácido o alcalino, necesaria para obtener un

resultado de un pH 5.5 neutro para la aplicación de las plantas. (Fuentes Fertilizantes, 2003, p. 67)

Sin embargo, regularmente estos valores no son idóneos, cuando se pretende conocer el pH resultante de la concentración de un producto a una cantidad explícita en agua de riego. Para ello se prefiere:

Realizar una curva de neutralización del agua de riego, aportando distintas dosis del producto y determinando el pH. El problema, claro está, es que se trata de una información individual para cada caso, ya que la interacción de un determinado producto con cada agua de riego es diferente. (Fuentes Fertilizantes, 2003, p. 67)

7.3. La importancia de un sistema de gestión de calidad en la empresa

En esta sección se mencionan los conceptos de la importancia de la calidad en un área específica, aplicando los principios de las normas de gestión que se pueden aplicar en una planta formuladora de agroquímicos para implementar un sistema de gestión de calidad y la importancia de la mejora continua con las herramientas que se utilizarán.

7.3.1. Gestión de calidad

La gestión de la calidad se ha transformado actualmente en una posición necesaria para cualquier estrategia dirigida hacia el éxito competitivo de la empresa. El aumento continuo del nivel de exigencia del consumidor, junto al requerimiento de la competencia:

Procedente de nuevas industrias con ventajas comparativas en costes y la paulatina complejidad de productos, procesos, sistemas y organizaciones, son algunas de las causas que hacen de la calidad sea un factor definitivo para la competitividad y la estabilidad de la empresa moderna. (Camisón, Cruz y González, 2006, p. 23)

Desde el punto de vista técnico, la calidad ha venido plasmando un control estricto de los procesos y métodos, para un óptimo control de la calidad de productos. Sin embargo, ha sido útil para crear varias herramientas en que el enfoque es técnico para asegurar la calidad de la empresa (Camisón, Cruz y González, 2006).

En conclusión, la gestión de la calidad se puede definir como la competitividad empresarial que se ocupa de orientar a la empresa hacia la mejora de calidad de sus procesos, por lo que permite alcanzar posiciones más altas en el mercado.

7.3.2. Enfoque de la gestión de calidad en su total control

Es importante indicar que un “sistema de gestión de calidad está relacionado por un conjunto de variables relevantes para poner en práctica una serie de principios, prácticas y técnicas para la mejora de la calidad en la empresa” (Camisón, Cruz y González, 2006, p. 211).

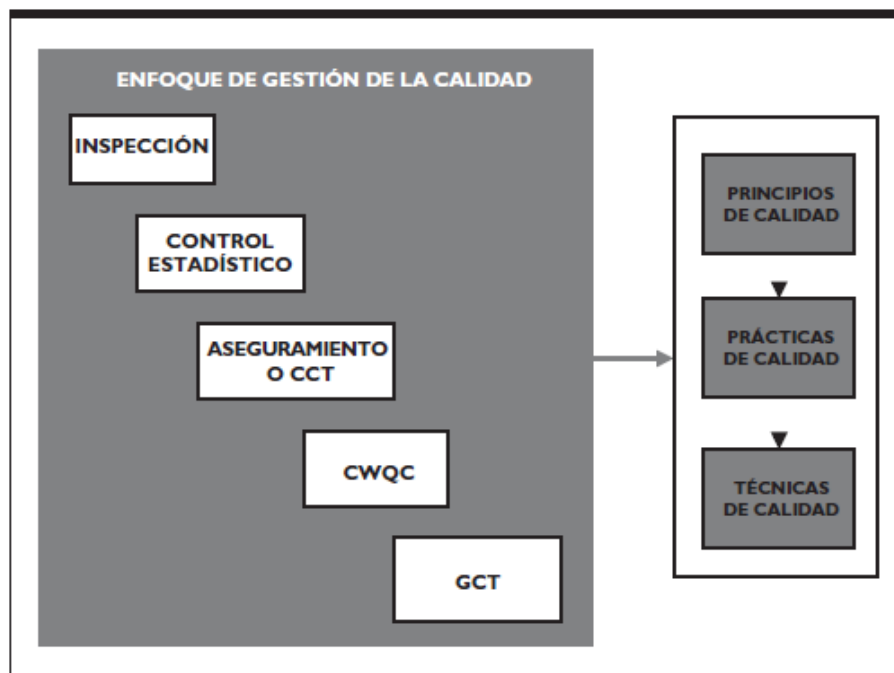
Así pues, el contenido de los distintos enfoques de gestión de la calidad se distingue por tres dimensiones básicas:

Principios que asumen y guían la gestión de la organización, la segunda dimensión indica las actividades que se llevan a cabo para llevar a la

práctica estos principios y por último la dimensión de las técnicas que intervienen para que sean efectivas las practicas. (Camisón, Cruz y González, 2006, p. 211)

Por consiguiente, se puede concluir que la organización debe llevar a cabo un enfoque de gestión de calidad para que sus productos y procesos estén orientados hacia la mejora continua, con la perspectiva de claramente satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

Figura 2. **Enfoque de gestión de la calidad: principios, prácticas y técnicas**



Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

7.3.3. Características de la gestión de calidad

Se puede determinar que las características básicas hacen parte fundamental del enfoque de gestión de calidad, sin embargo, según Camisón, Cruz Y González (2006), se puede comprobar la existencia significativa de las diferencias entre los principios, prácticas y técnicas que utilizan para su implantación.

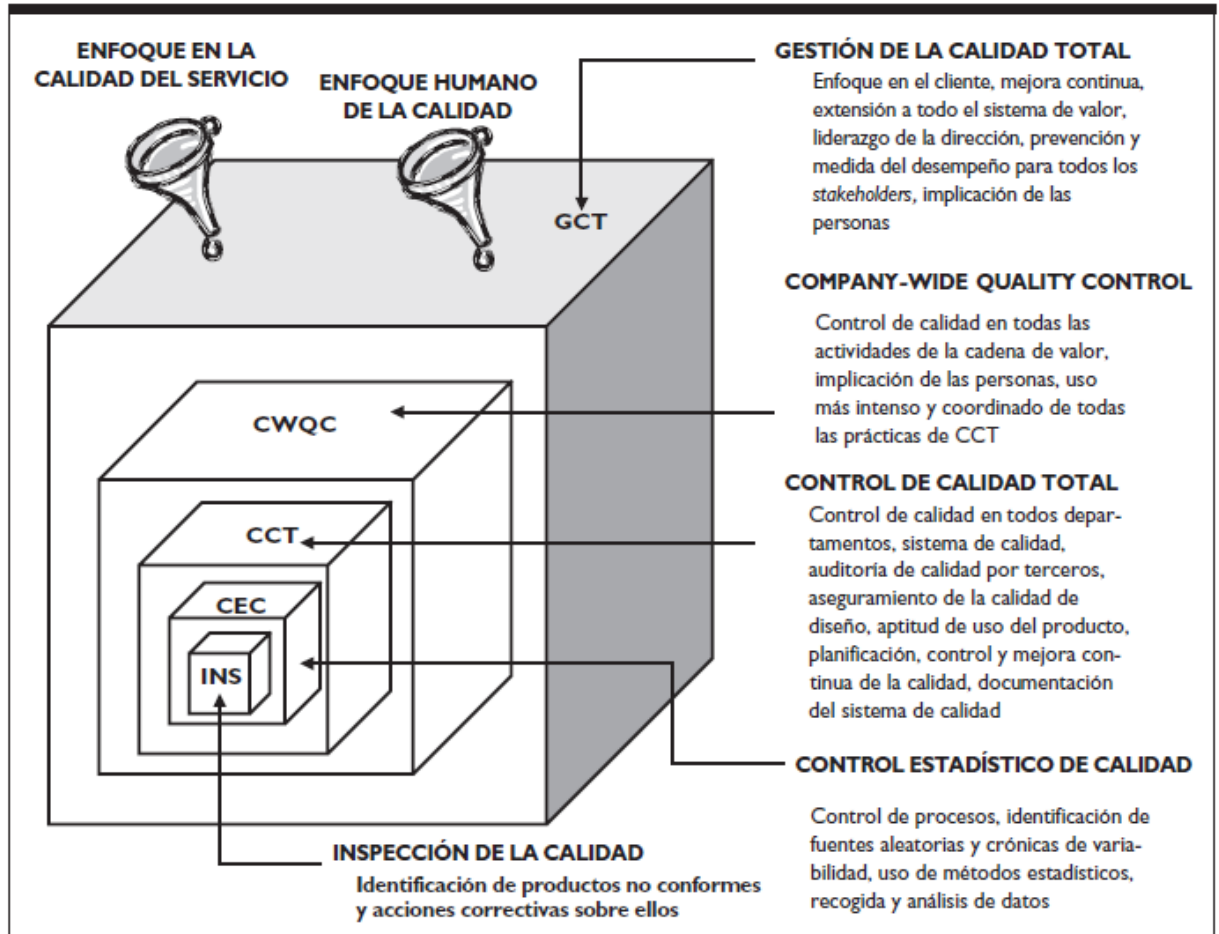
La revisión de los principios y prácticas de cada enfoque aflora puntos de vista diferenciados sobre los valores que guían la forma de pensar y comportarse de los miembros de la organización, así como sobre las prácticas y métodos a que se recurre para su puesta en marcha exitosa. (Camisón, Cruz y González, 2006, p. 215)

Figura 3. Características básicas de la gestión de calidad

Enfoque	Inspección	CEC	CCT	CWQC	EH	GCS	GCT
Concepto de calidad	Conformidad con especificaciones	Conformidad y uniformidad	Aptitud para el uso		Satisfacción de expectativas de empleados	Satisfacción de expectativas del cliente	Calidad total
Centro de atención	Producto	Procesos	Clientes internos		Personas, estructuras y cultura	Clientes externos	Stakeholders y estrategia
			Sistemas	Sistemas y personas			
Naturaleza	Táctica	Estadística	Sistémica	Global	Humana	Comercial	Estratégica
Ámbito	Interno					Externo	Interno y externo
	Producción		Empresa	Cadena valor	Recursos humanos	Marketing	Sistema valor
Orientación	Pasiva	Reactiva	Aseguradora	Preventiva	Satisfaciente		Proactiva
Motivación	Costes de no calidad		Cumplir regulaciones, certificación	Competencia en los mercados	Compromiso e implicación de las personas	Compromiso con el cliente	Dirección comprometida
Objetivos	Detección	Control	Organización y coordinación	Prevención y optimización	Satisfacción de los empleados	Satisfacción de los clientes	Competitividad
Visión	Eficiencia			Eficacia			Eficiencia y eficacia
Actitud ante el cambio	Estática			Dinámica (mejora continua)	Cambio organizativo y cultural	Dinámica (innovación)	Aprendizaje e innovación
Personas clave	Inspectores (capataces) de calidad	Especialistas en calidad		Dirección y equipos	Todos los miembros de la organización	Departamento comercial, personal en contacto con el cliente	Alta dirección, liderando al resto
Diseño organizativo y recursos humanos	Sin ideas específicas		Especialización, formalización, jerarquía, normalización, planificación, control	Formación, descentralización, trabajo en equipo	Motivación, compromiso, participación, equipos de trabajo	Incentivo de la capacidad de respuesta, la seguridad y la empatía	Desarrollo de competencias, compromiso, participación, autonomía, cooperación, horizontalidad
Prácticas y métodos esenciales	Verificación y muestreo	Métodos estadísticos	Sistemas y programas	Fiabilidad, ingeniería de diseño, las 7 herramientas, círculos de calidad	Auditoría cultural, sistemas de incentivos, gestión del cambio	Investigación de mercados, gestión de expectativas	Benchmarking, planificación estratégica, prácticas directivas y organizativas

Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

Figura 4. **Enfoque de gestión de la calidad, en su crecimiento acumulativo**



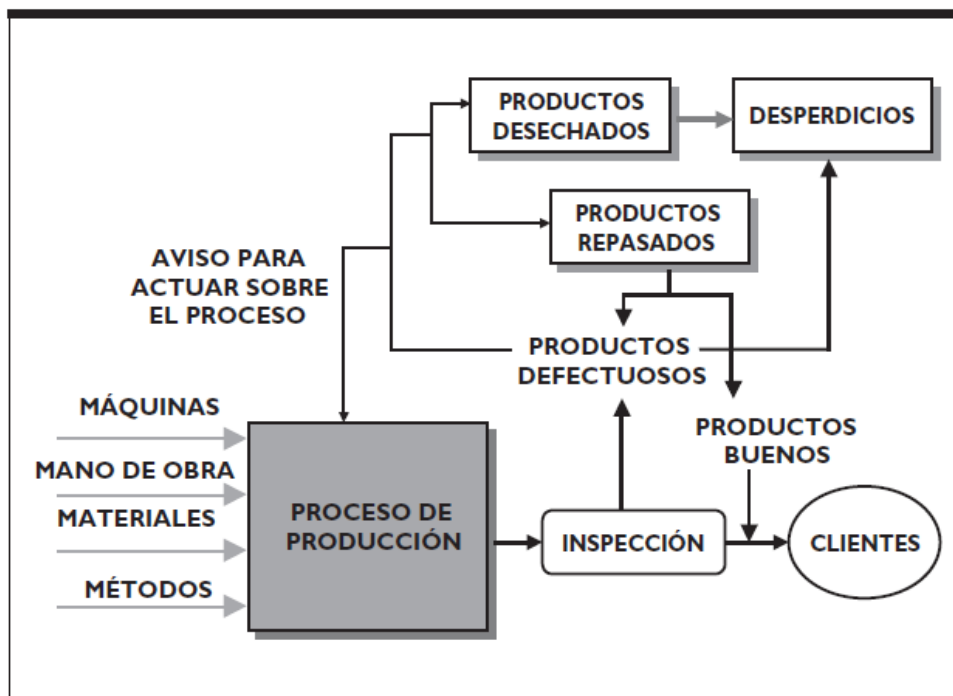
Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas.*

En conclusión, la figura 3 indica la aplicación de los controles de los procesos de calidad que debe tener toda empresa que esté comprometida con la gestión de la calidad.

7.3.4. Sistemas de control de la gestión de calidad en los procesos

Son los siguientes:

Figura 5. Enfoque de la gestión de calidad en los procesos



Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

Con lo anterior se puede determinar que el control de la calidad de los procesos debe tener otras trayectorias para cada actividad donde se incluye una decisión entre la aceptación, rechazo o reproceso, el objetivo de los sistemas de control es evitar que productos imperfectos lleguen al cliente. “Su proceder consiste en establecer especificaciones de calidad del producto, que deben comprobarse de forma sistemática para verificar la conformidad del producto final

y separar los productos defectuosos para su desecho o reproceso” (Camisón, Cruz y González, 2006, p.224).

Es evidente que este enfoque de gestión de la calidad está dirigido por el concepto técnico de la calidad como conformidad con las especificaciones. Por lo tanto, esto se refiere a que el principio básico es la conformidad con las especificaciones de los productos (Camisón, Cruz y González, 2006).

Inspección es, como lo menciona la norma ISO 8402 UNE 66001, de la Organización Internacional de Normalización (1995): “la acción de medir, examinar, ensayar o verificar una o varias características de un producto o servicio y de compararlas con los requisitos especificados con el fin de establecer su conformidad” (p. 4)

Figura 6. **Procesos para la gestión de la calidad**

Planificación de la calidad	Control de la calidad	Mejora de la calidad
Establecer metas de calidad	Elegir elementos de control	Probar la necesidad
Identificar a los clientes	Elegir unidades de medida	Identificar proyectos
Descubrir necesidades de los clientes	Establecer metas	Organizar equipos por proyectos
Desarrollar características de productos	Crear un sensor	Diagnosticar causas
Desarrollar características de procesos	Medir el desempeño real	Proporcionar remedios, probar que los remedios son efectivos
Establecer controles de procesos, transferir operaciones	Interpretar la diferencia	Manejar la resistencia al cambio
	Actuar contra la diferencia	Controlar para mantener ganancias

Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas.*

Se ha formalizado este proceso en tres fases, que distingue tres procesos relacionados, entre ellos está la planificación de la calidad, control de la calidad y la mejora de la calidad.

La planificación de la calidad está enfocada en diseñar productos y procesos para satisfacer las necesidades de los clientes. El control de calidad se basa en detectar desviaciones anómalas fuera de los límites razonables para que se emprendan las acciones correctoras con el fin de devolver el producto o el proceso a la zona de conformidad con los estándares preestablecidos, eliminando la variabilidad condicional, mientras tanto la mejora de la calidad implica iniciativas para mejora de los productos y los procesos, disminuyendo la variabilidad crónica alrededor del nivel histórico o incrementando el nivel estándar de calidad de los productos, a un coste competitivo (Juran y Gryna, 1993).

7.3.5. Requisitos generales de un sistema de gestión de calidad

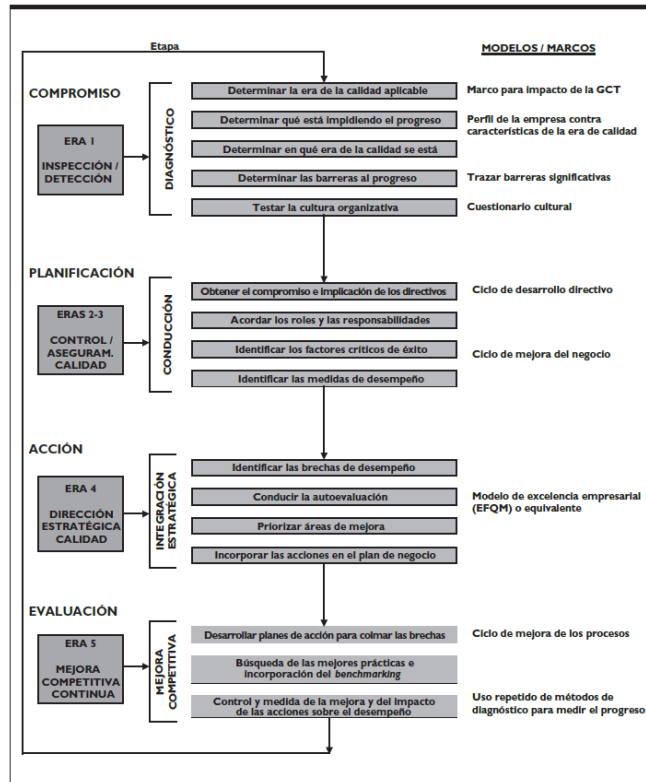
Un sistema de gestión basado en la norma COGUANOR ISO/IEC17065:2012 procura que las partes interesadas se mejoren a través de ocupar la responsabilidad de que el producto cumpla con los requisitos establecidos y que el organismo de certificación genere la confianza.

Sin embargo, en algunos casos, para certificar un producto se requiere realizar inspecciones continuas, tomando en cuenta el acuerdo de la norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17020:2012, “la cual establece los requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan inspecciones” (Comisión Guatemalteca de Normas, 2012, p. 2). Por lo tanto, esto tiene como objetivo evaluar la conformidad del producto, y debe quedar documentado para las diferentes evaluaciones que se pueden realizar para la certificación del producto (ECA, 2008).

La organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la calidad, incluidos los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional. La organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización, según la norma ISO 9001 (Organización Internacional de Normalización, 2015).

- Determinar las entradas solicitadas y las salidas deseadas de estos procesos.
- Determinar la continuación e interacción de estos procesos.
- Determinar y emplear los criterios y los métodos (incluyendo el alcance, las mediciones y los indicadores del desempeño afines) obligatorios para afirmar la operación eficaz y el control de estos procesos.
- Determinar los recursos precisos para estos procesos y asegurarse de su disponibilidad.
- Asignar las responsabilidades y autoridades para estos procesos.
- Abordar los riesgos y oportunidades.
- Evaluar estos procesos e implementar cualquier cambio necesario para asegurarse de que estos procesos logran los resultados previstos.
- Mejorar los procesos y el sistema de gestión de la calidad.

Figura 7. **Ciclo para un sistema de gestión de calidad**



Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

En conclusión, esta figura 6 indica el ciclo de aprendizaje para un sistema de gestión de calidad en que se da énfasis a la dirección que debe dirigir una organización en distintas etapas para que opere de manera eficaz y recurra a la mejora continua de sus procesos.

7.4. La importancia del cambio cultural de la organización del personal hacia la calidad total

El propósito de esta sección, de acuerdo a Olea (1995), es enfatizar que antes lo importante era la tecnología para alcanzar alta competitividad, hoy se da mayor importancia al factor humano, sus motivaciones y cultura organizacional, junto con su predisposición para hacer las cosas bien, de donde parte la filosofía de cero defectos y errores, calidad total sobre la mejora continua y productividad en toda la cadena de valor, tratando de satisfacer al cliente.

Respecto de dirigir el cambio de la cultura organizacional hacia la calidad total, Olea (1995) indica:

Identificar algunas de las razones por las que fallan los procesos de cambio cultural hacia la calidad total en las empresas, a la vez que sugerir algunas acciones que repercutan en la orientación de un sistema cultural hacia el respaldo de los programas de mejora de calidad. (Olea, 1995, p. 11)

Por lo anterior, es importante que las organizaciones establezcan estrategias para lograr una mayor competitividad, para alcanzar sus objetivos aplicando las herramientas necesarias de gestión, para integrarse en los procesos, con el fin de mantener una cultura organización exitosa.

7.4.1. Importancia de calidad en los procesos

La importancia de la calidad dentro de los procesos es vital para la satisfacción del cliente de acuerdo con Cantú, quien define que “la alta administración debe utilizar un proceso universal a fin de controlar las operaciones” (Cantú, 2011, p. 21).

Por lo tanto, Cantú (2011) indica que para controlar el proceso es necesario disponer vínculos de retroalimentación para todos los procesos en todos los niveles, garantizar que cada empleado esté en un estado de autocontrol, decretar metas de calidad y unidades de medida para ellos, y proporcionar fuerzas operativas ajustadas para hacer frente a las metas y transferir responsabilidades de control. Para el operador, es necesario hacerlos responsables de mantener el proceso en el nivel de capacidad planificado, evaluar el desempeño del proceso y la consistencia del producto a través del análisis estadístico, y tomar acciones correctivas para restaurar el estado de acuerdo con los objetivos de calidad.

Sin embargo, sobre los principios de control menciona Cantú (2011):

Son la esencia del control de calidad, antes y ahora, pues si se quiere que un proceso permita entregar al cliente lo que este necesita, además de conocer y anticipar sus necesidades, los procesos deberán tener la capacidad de desempeñarse sostenidamente con la menor variabilidad posible. (p. 21)

Por lo anterior es importante que los operadores tengan sus metas claras para que se pueda cumplir el objetivo de la operación a un nivel más eficiente al cual se quiere llegar, así mismo esto otorga que el operador tenga la responsabilidad de tener un mejor control en su proceso.

Tabla IV. **Descripción de una cultura organización hacia la importancia de la calidad**

DIMENSIONES	DEFINICIÓN
Innovación y propensión a correr riesgos	Grado en el que se alienta a los empleados para que innoven y corran riesgos en qué medida arriesgarse es visto como un comportamiento deseable
Minuciosidad	Medida en la que se espera que los miembros de la organización muestren exactitud, capacidad de análisis y atención a los detalles
Orientación a los resultados	Grado en el que la dirección se centra en los resultados más que en las técnicas y procedimientos para conseguirlos
Orientación a las personas	Medida en la que la gerencia toma en consideración los efectos que tienen o tendrán sus decisiones sobre las personas
Orientación a los equipos	Grado en el que existe preferencia por organizar y asignar las tareas a equipos, en vez de a individuos
Agresividad	Grado en el que las personas son osadas y competitivas en vez de prudentes y cooperativas.
Estabilidad	Medida en que las actividades de la organización mantienen el estado de las cosas en vez de crecer

Fuente: elaboración propia, con base en: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

Camisón, Cruz y González (2006) definen:

A partir de estas siete dimensiones es posible obtener una descripción de la cultura, entendida como la visión y el sentimiento compartido por los miembros de la organización respecto a qué hacemos, cómo lo hacemos y qué comportamientos se esperan de nosotros y son aceptables para los demás integrantes del grupo. (p. 1183)

7.4.2. Factores clave de calidad para el éxito del personal

Camisón, Cruz y González (2006) establecen cinco factores específicos fuertes “que ejercen una intensa presión sobre el personal de la organización para que se adapten a ella” (p. 1184). En este mismo sentido, se puede limitar la capacidad de la empresa para permitir empleados necesarios para lograr el éxito de la calidad.

Tabla V. Factores clave para el éxito de la calidad

FACTORES	DEFINICIÓN
Dirección	Se refiere al grado de consistencia o inconsistencia entre la cultura y las metas de la organización, es decir, la medida en la que la cultura organizativa empuja y alinea a sus miembros hacia el cumplimiento de la misión y los objetivos generales de la empresa
Propagación de valores y principios	Señala en qué medida éstos se han difundido y son compartidos por una amplia mayoría de los miembros de la organización
Potencia	Grado en el que la cultura determina y condiciona el comportamiento de los individuos. De la manera de cómo se comporta según el dictado de la cultura.
Flexibilidad	Hace referencia a una cualidad que explica la capacidad de la cultura para facilitar la adaptación de la organización a las condiciones cambiantes del entorno
Compromiso	Condición por la cual los miembros de una organización aportan sus esfuerzos, habilidades y lealtades, en orden a lograr sus metas, lo cual redundará en su satisfacción individual

Fuente: elaboración propia, con base en: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

Por lo anterior, es posible decir que se deben tomar en cuenta estos factores para orientar el comportamiento del personal para lograr el éxito de la calidad de la organización y ejercer una presión para su comportamiento hacia estas normas establecidas.

7.4.3. Gestión del cambio cultural de calidad hacia el personal

Camisón, Cruz y González (2006) definen un objetivo explícito en que se pueda “desarrollar conocimiento sobre la cultura y su gestión que pueda ser generalizado más allá de los contextos particulares” (p. 1196).

Así mismo, Denison (1990) define:

El conocimiento sobre la cultura organizativa es una herramienta en manos de la dirección y la propia cultura es vista como una variable que puede ser manipulada, de forma directa y precisa, en orden a lograr o al menos incrementar la probabilidad de que se produzcan determinados comportamientos de los miembros de la organización. (p. 211)

A partir de estas teorías los autores señalan la coexistencia de tres perspectivas que debe estudiar la cultura para un cambio de calidad.

Tabla VI. **Principales perspectivas para la gestión cultural**

PESPECTIVAS	DEFINICIÓN
Integración	Concibe la cultura como algo compartido por todos los miembros de una organización, lo que proporciona consenso y cohesión.
Diferenciación	Describe la organización no como un todo uniforme y homogéneo, sino como un conjunto de grupos cohesionados por una subcultura que les proporciona consenso, coherencia y estabilidad.
Fragmentación	Esta perspectiva se centra en la multiplicidad. Se asume que cada persona posee un conjunto de creencias, presupuestos, valores y principios y que, por tanto, existen tantos modos de aprehender la realidad y de dotarla de significado como individuos.

Fuente: elaboración propia, con base en: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

Por lo anterior, se considera que las perspectivas gestionan las organizaciones para realizar diversos cambios para interpretar una cultura de calidad.

Tabla VII. **Enfoque de análisis para gestión cultural**

Teoría	Simbólico-Interpretativa	Modernista	Posmodernista
Perspectiva desde la que se analiza la cultura	Proceso de construcción social que se analiza desde el interior con técnicas etnográficas. Describir como se construyen redes de significados comunes.	Constructo social que permite predecir comportamientos. Se busca conocimiento que permita instrumentalizar la cultura en orden a facilitar comportamientos deseados.	Explicar la inconsistencia de la cultura. Fenómeno fragmentario en constante estado de cambio.
Gestión de la cultura	A través del uso intencional y deliberado de un conjunto de artefactos y símbolos.	A través de las políticas de RRHH y el comportamiento de los directivos se puede operar sobre núcleo de la cultura –valores y principios.	No es ético ni posible modelar y cambiar la cultura.
Autor/es de referencia	Geertz (1973)	Deal y Kennedy (1982) Denison (1990)	Martin (1992)
Limitaciones del enfoque	Se reconoce la incapacidad de la dirección para modelar el núcleo de la cultura. Las interpretaciones de un mismo artefacto pueden ser diversas y equívocas.	Las propias del positivismo lógico y del empirismo. Se buscan relaciones de causalidad sencillas y generalizables para un fenómeno complejo e imbricado en una realidad concreta.	El posmodernismo asume que ningún conocimiento es definitivo y generalizable. Nada puede ser conocido con mayúsculas. Esta postura ignora que la realidad funciona dentro de un orden y según unas pautas que sí podemos CONOCER.

Fuente: elaboración propia, con base en: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

7.4.4. Proceso del cambio cultural hacia la gestión de calidad total

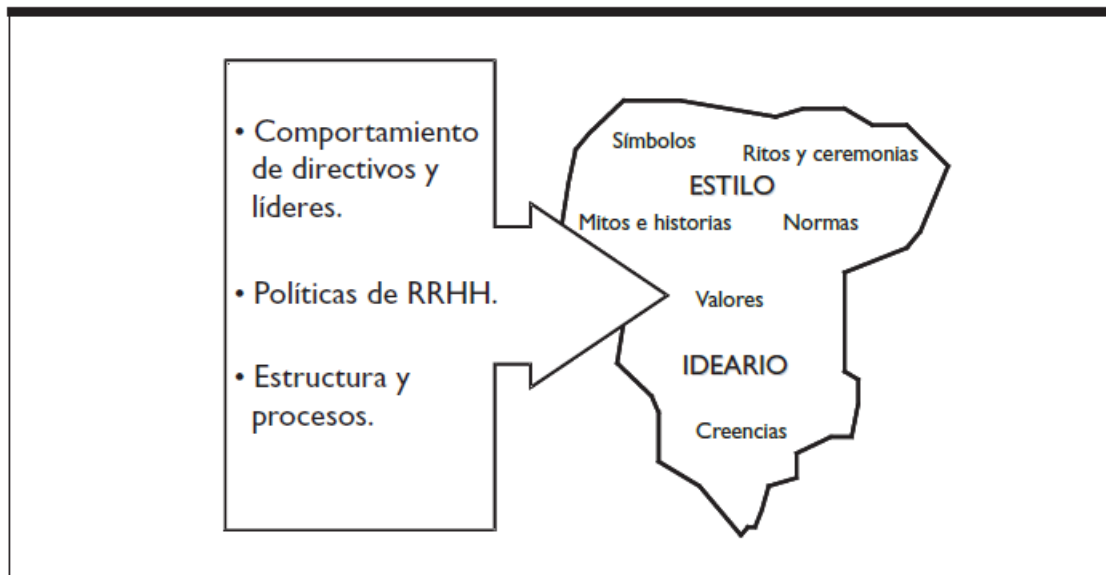
Para que se realice un proceso cultural se debe, según Herguner y Reeves (2000):

Analizar el caso de un proceso de implantación de un sistema de gestión de la calidad, una lección importante que debemos aprender es que sin el compromiso y el liderazgo de la dirección no se produce el cambio en la cultura organizativa, la modificación de las estructuras y los procesos no es

suficiente, y si no se sostiene el compromiso de la dirección se produce un retorno a los valores iniciales. (p. 47)

Camisón, Cruz y González (2006) indican que para lograr un proceso cultural es importante “ajustar el trabajo de los individuos a los procesos clave” (p. 1211). Jones (1999) señala “el *benchmarking* como una buena herramienta para el cambio cultural, ya que permite ampliar los horizontes de los miembros de la organización y superar el síndrome del no inventado aquí” (p. 6).

Figura 8. **Instrumentos para generar el cambio cultural**



Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas.*

De acuerdo con lo anterior, es necesario establecer múltiples canales de notificación que proporcionen la transparencia, se evite equivocaciones y que se mantenga unida la información y el conocimiento al personal fluido, para lograr

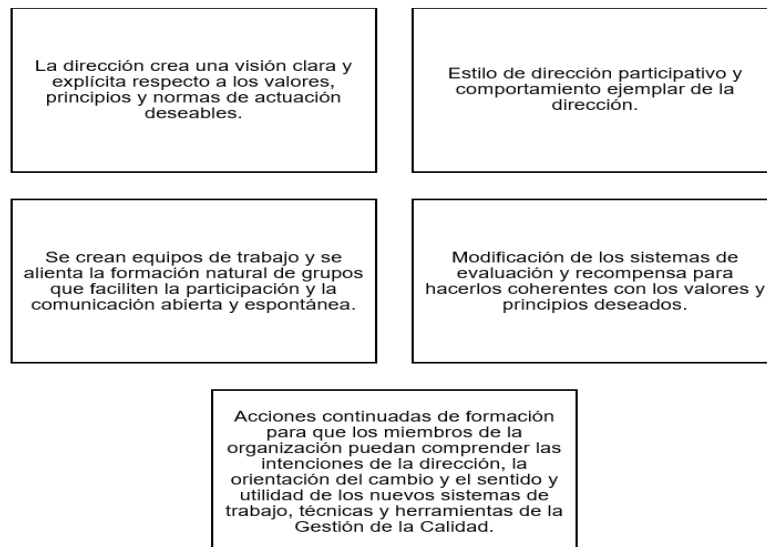
cambio cultural e ir en la dirección correcta, alcanzando los instrumentos para formar el cambio cultural.

Camisón, Cruz y González (2006) definen:

Un conjunto de acciones simultáneas de la dirección tendentes a crear el marco propicio para que, a través de la acción organizativa y con el paso del tiempo, se produzca un cambio paulatino en las creencias, valores, principios y normas de comportamiento de los miembros de la organización. (p. 1212)

Sin embargo, desde ese punto de vista se propone un proceso de cambio cultural de cinco factores de acción.

Figura 9. **Proceso para un cambio cultural**



Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

7.4.5. Elementos que facilitarán el cambio cultural del personal para un sistema de gestión de calidad

Considera Cantú (2011):

La cultura es el patrón por el cual todos los individuos que pertenecen a un grupo o sociedad son educados e incorporados a la actividad de este. La cultura es móvil y dinámica, pues cambia en función de los retos que enfrentan los grupos, menciona cuatro elementos que tradicionalmente han sido ventajas competitivas de empresas. (p. 39)

- La disponibilidad de los recursos naturales. “El país con mayor cantidad de cierto recurso natural frecuentaba ser fuerte, ya que desarrollaba su economía con base a sus industrias cuyos procesos integraban este recurso” (Cantú, 2011, p. 40).
- La reinversión del capital. Los países generadores de grandes cantidades de capital, como Estados Unidos, en la actualidad:

Con el desarrollo de las telecomunicaciones y el creciente del mercado e instrumentos financieros, ya no es seguro que el capital generado en un país mediante la producción industrial o la creación de un servicio permanezca dentro y se refinance. Existen incontables empresas que en la búsqueda de competitividad y rentabilidad se han instalado en otros países, e incluso muchas de ellas han construido unidades productivas mejores que las de su lugar de origen. (Cantú, 2011, p. 40)

- La tecnología. Todas las industrias básicas tendrán un factor en común en que harán uso intensivo de la tecnología. Es decir:

La ventaja que significa contar con un proceso que logre el menor costo, el menor tiempo y la mayor flexibilidad será fundamental para ofrecer al consumidor un producto de calidad. Ello implica que la atención hacia los procesos será cada vez mayor. (Cantú, 2001, p. 40).

Los esfuerzos de las industrias deben tener como objetivo lograr ventajas competitivas basadas en la tecnología (Cantú, 2011).

- Las habilidades de la mano de obra. Las empresas que en la actualidad basan su progreso en recursos humanos que aportan muy pocos valores a este no sobrevivirán, aunque el costo de su mano de obra sea el menor a nivel mundial.

La tendencia a buscar ventajas competitivas mediante la tecnología requiere recursos humanos que la puedan crear, usar, administrar y mejorar, es decir, que se debe contar con personal laboral capacitada, con las habilidades y los conocimientos necesarios para afrontar ese futuro. La necesidad de que las organizaciones cuenten con personas que posean conocimientos especializados para crear valor agregado en los procesos será un requisito indispensable para la competitividad. (Cantú, 2011, p. 40)

En conclusión, se puede determinar que las empresas están obligadas a ser competitivas cada día, mediante el uso de herramientas para desarrollar sus procesos por medio de la tecnología, la optimización de estos mismos recursos y la creación de sistemas administrativos que inculcan las necesidades del mercado laboral de manera que la productividad, los productos y servicios sean de calidad. Sin embargo, lo más importante es desarrollar el recurso humano capacitado para operar con una cultura de calidad de trabajo.

7.4.6. Herramientas para la mejora continua para procesos de calidad

La Norma Internacional ISO 9001 indica:

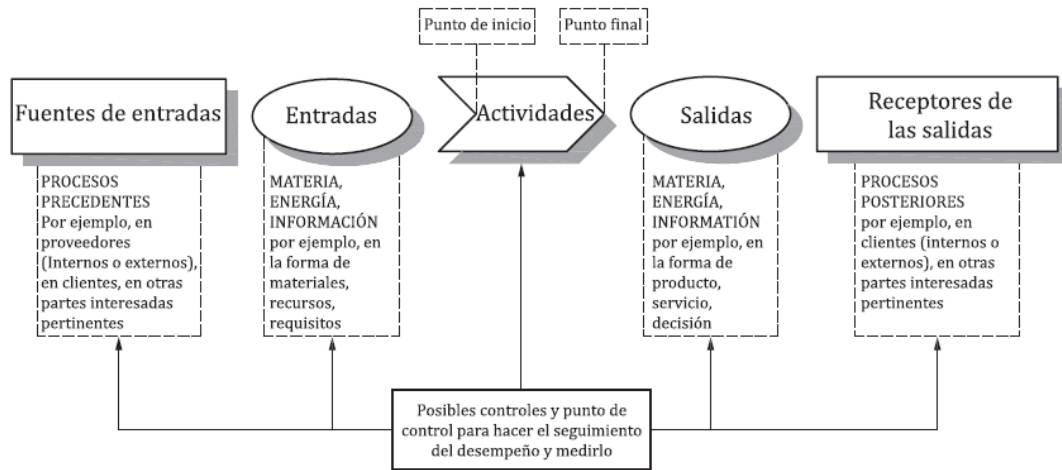
El enfoque a procesos implica la definición y gestión sistemática de los procesos y sus interacciones, con el fin de alcanzar los resultados previstos de acuerdo con la política de la calidad y la dirección estratégica de la organización. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PHVA con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos dirigido a aprovechar las oportunidades y prevenir resultados no deseados. (Organización Internacional de Normalización, 2015, p. 10)

De acuerdo con la norma ISO 9001 la aplicación del enfoque a procesos en un sistema de gestión de calidad permite:

- La comprensión y coherencia en el cumplimiento de requisitos.
- La consideración de los procesos en términos de valor agregado.
- El logro del desempeño eficaz del proceso.
- La mejora del proceso con base en la evaluación de los datos y la información.

Según la Norma Internacional ISO 9001 para cualquier proceso debe proporcionarse una representación gráfica para analizar los puntos de control de cada proceso específico para verificar el riesgo y dar el seguimiento adecuado para su control (Organización Internacional de Normalización, 2015).

Figura 10. Elementos de un proceso para la mejora continua



Fuente: Organización Internacional de Normalización. (2015). *Norma Internacional ISO 9001:2015*.

De acuerdo con Camisón, Cruz y González (2006):

Un sistema de gestión de la calidad en la empresa requiere la utilización de una serie de herramientas o técnicas que permitan el control y la mejora de la calidad y, por tanto, ayuden en la resolución de problemas. Estos conjuntos de técnicas contribuyen indudablemente a la implantación de los principios de una gestión de calidad total. (p. 1225)

Así mismo, Camisón, Cruz y González (2006) mencionan “que las herramientas aplicadas y utilizadas correctamente permiten la resolución del 95 % de los problemas de los puestos de trabajo, quedando solo un 5 % de los casos en que necesitan otras herramientas” (p.1226).

Tabla VIII. **Herramientas de calidad**

	Funciones	Herramientas
Fundamentos	Recoger los datos	Hoja de recogida de datos
	Interpretar los datos	Histograma
Pilares	Estudiar las relaciones causa-efecto	Diagrama de espina
	Fijar prioridades	Diagrama de Pareto
Instrumentos auxiliares	Estratificar los datos	Estratificación
	Determinar las correlaciones	Diagrama de correlación
	Determinar si un proceso está bajo control o si no lo está	Gráfico de control

Fuente: Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*.

7.4.7. Desarrollo de la calidad orientada en la satisfacción del cliente según las normas COGUANOR NTG ISO 10002:2014 /10004:2015

De acuerdo con Olea (1995):

La calidad está orientada al cliente como la principal prioridad estratégica, ya que se basa en que el resto de objetivos perseguidos tales como beneficios o cuotas de mercado seguirán al anterior, si el cliente ve cumplidas sus expectativas, todos los empleados necesitan conocer cómo su trabajo afecta o aumenta la percepción de los clientes sobre la calidad de los productos o servicios que intervienen. (p. 12)

Según la norma ISO 9001:

La alta dirección debe demostrar liderazgo y compromiso con respecto al cliente asegurando de que se determinan, se comprenden y se cumplen regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, así mismo determinan y se consideran los riesgos y oportunidades que pueden afectar a la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente y se mantiene el enfoque en el aumento de la satisfacción del cliente. (Organización Internacional de Normalización, 2015, p. 3).

De acuerdo con la norma ISO 9001:2015 “la organización debe realizar el seguimiento de las percepciones de los clientes del grado en que se cumplen sus necesidades y expectativas. La organización debe determinar los métodos para obtener, realizar el seguimiento y revisar esta información” (Organización Internacional de Normalización, 2015, p. 17).

Sin embargo, la norma ISO 9001 también señala:

La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente. Entre ellas esta mejorar los productos y servicios para cumplir los requisitos, así como considerar las necesidades y expectativas futuras, como también corregir, prevenir o reducir los efectos no deseados, para así mejorar el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad. (Organización Internacional de Normalización, 2015, p.19)

Así mismo, la COGUANOR NTG ISO 10002:

Considera los principios y procedimientos a seguir para realizar una gestión eficaz de la reclamación de clientes y redundar en un aumento de la satisfacción de los clientes cuando comprueben que la organización atiende de forma transparente y proactiva sus reclamaciones. (Comisión Guatemalteca de Normas, 2014, p. 3)

Es importante indicar para la satisfacción del cliente con respecto a sus reclamos y quejas que se debe proporcionar un proceso de quejas abierto, eficaz y de uso fácil, incluyendo la formación de las personas. Como también proporcionar la orientación sobre los procesos del tratamiento de quejas al reconocer y tratar las necesidades y expectativas de los clientes de su reclamo para resolver cualquier queja recibida (Comisión Guatemalteca de Normas, 2014).

Mientras que la COGUANOR NTG ISO 10004 indica “establecer un marco de trabajo para dar seguimiento y medición de la satisfacción del cliente, que permita la planificación, la operación, el mantenimiento y la mejora de los procesos para el seguimiento y la medición de la satisfacción del cliente” (Comisión Guatemalteca de Normas, 2015, p. 14)

Las empresas que implementan un sistema de gestión de calidad para la satisfacción del cliente, de acuerdo a la COGUANOR NTG ISO 10004, “disponen de herramientas para el seguimiento y la medición de la satisfacción de los clientes ayuda a identificar oportunidades de mejora de las estrategias de la organización, de los productos, de los procesos para decidir comprarnos” (Comisión Guatemalteca de Normas, 2015, p. 14).

- Mejor gestión de la satisfacción del cliente
- Mayor confianza del cliente
- Orientación al cliente
- Planificación para el alcance y medición de la satisfacción
- Diferenciación de la empresa respecto a los competidores
- Mejor imagen y reputación de la empresa

Estas normas permiten integrar los requisitos y herramientas para llevar a cabo una buena gestión. Debe ejecutarse un sistema de gestión de calidad que oriente a la satisfacción del cliente, ya que demuestra las especificaciones y métodos para operar en una organización de una manera competente y tener la capacidad de generar resultados efectivos y satisfactorios.

7.5. Requisitos de un sistema de gestión de calidad COGUANOR NTG ISO 9001:2015

Los requisitos obligatorios y específicos por la norma COGUANOR NTG ISO 9001:2015 constituyen que la organización debe justificar y mantener un sistema de gestión de calidad para proporcionar bienes más eficientes, por lo cual la organización debe identificar los procesos que necesitan mejoras, determinar la interacción de los mismos, así como los criterios y métodos para llevarlos a cabo, recaudar y habilitar la información necesaria para la implementación del sistema de gestión de calidad, monitorear el sistema e implementar acciones correctivas y preventivas necesarias (Organización Internacional de Normalización, 2015).

7.5.1. La importancia de la mejora continua, según la norma COGUANOR NTG ISO 9001:2015

La norma ISO 9001 define los requerimientos de los sistemas de gestión de la calidad aplicados a las organizaciones para manifestar la capacidad de elaborar, aportar productos y servicios que cumplan los requerimientos reglamentarios que le sean de aplicación, cuyo objetivo es aumentar la satisfacción del cliente (Organización Internacional de Normalización, 2015).

Establecer de qué forma se gestiona para ser establecidos, unificados en un solo conjunto con los valores y principios de la empresa, fomentar la cultura de la responsabilidad y motivación en el personal, para volverlo más competitivo y subordinados activos dentro del proceso para obtener altos niveles de calidad (García, Quispe y Raez, 2014).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

ORIENTADORAS

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades de elaboración de fertilizantes

1.1.1. Definición de fertilizantes

1.1.2. Antecedentes de fertilizantes

1.1.3. Procesos de elaboración de fertilizantes

1.1.4. Importancia de materias primas para la elaboración de fertilizantes

1.2. Procesos de mezclado para fertilizantes

1.2.1. Mezclas físicas de los fertilizantes

1.2.2. Características de una mezcla ideal para fertilizantes

1.2.3. Homogeneidad de la mezcla

1.2.4. Estabilidad de mezcla

1.2.5. Concentración de solutos en la mezcla de fertilizantes

1.2.6. Cómo afecta el pH de la mezcla en fertilizantes

1.3. La importancia de un sistema de gestión de calidad en la empresa

- 1.3.1. Gestión de calidad
- 1.3.2. Enfoque de la gestión de calidad en su total control
- 1.3.3. Características de la gestión de calidad
- 1.3.4. Sistemas de control de la gestión de calidad en los procesos
- 1.3.5. Requisitos generales de un sistema de gestión de calidad
- 1.4. La importancia del cambio cultural de la organización del personal hacia la calidad total
 - 1.4.1. Importancia de calidad en los procesos
 - 1.4.2. Factores clave de calidad para el éxito del personal
 - 1.4.3. Gestión del cambio cultural de calidad hacia el personal
 - 1.4.4. Proceso del cambio cultural hacia la gestión de calidad total
 - 1.4.5. Elementos que facilitarán el cambio cultural del personal para un sistema de gestión de calidad
 - 1.4.6. Herramientas para la mejora continua para procesos de calidad
 - 1.4.7. Desarrollo de la calidad orientada en la satisfacción del cliente según la norma COGUANOR NTG ISO 10002:2014 /10004:2015
- 1.5. Requisitos de un sistema de gestión de calidad COGUANOR NTG ISO 9001:2015
 - 1.5.1. La importancia de la mejora continua, según la norma COGUANOR NTG ISO 9001:2015

2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Para desarrollar esta investigación se detallarán las diferentes técnicas, metodologías y procedimientos que se utilizarán para alcanzar los objetivos planteados para el estudio.

9.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es mixto debido a que lo cualitativo se utilizará para la medición de variables para las condiciones de los procesos y formulaciones, tanto, así como la calidad del fertilizante. Por lo tanto, en cuanto a lo cualitativo se realizará la revisión documental de las normativas guatemaltecas e internacionales y del marco teórico relacionado para determinar si la planta cumple con la calidad de sus procesos de acuerdo a las normas establecidas para garantizar la calidad del fertilizante.

9.2. Diseño de la investigación

El diseño que se utilizará en la investigación es de tipo no experimental, debido a que no se tendrá ninguna intervención para determinar la información utilizada en el proyecto propuesto y tampoco se manipularán las variables, ya que los datos serán proporcionados por el personal operativo y los clientes externos. Por lo tanto, esta investigación se basará fundamentalmente en la herramienta de medición de la observación y análisis de datos para determinar la situación de la calidad de los fertilizantes, la calidad del servicio y procedimientos para hacer la mejora continua que se plantea.

9.3. Tipo de investigación

El estudio que se realizará es de tipo descriptivo, debido a que el objetivo es proponer las características y requisitos de un sistema de gestión de calidad de mejora continua para la elaboración de fertilizantes en una planta formuladora de agroquímicos. A través de ello se espera mejorar el contexto que conforma el problema, y se realizará un análisis de las condiciones tanto internas como externas del actual proceso, para luego efectuar cuáles son los pasos y requisitos necesarios para el desarrollo de una propuesta de un sistema de gestión de calidad bajo las normas COGUANOR NTG 44009, NTG ISO 10002/10004 e ISO 9001/9000.

9.4. Alcance

La presente investigación se llevará a cabo hasta un nivel de propuesta con un alcance descriptivo, debido a que el análisis de la información y los datos recopilados establecerán la situación actual que concluirá con la calidad del fertilizante para satisfacer al cliente. Así mismo, este estudio se propone para evaluar qué factibilidad económica representará a la empresa al cumplir con las especificaciones dadas de calidad por las normas COGUANOR NTG 44009, NTG ISO 10002/10004 e ISO 9001/9000 para una mejora continua en la elaboración de fertilizantes.

9.5. Variables

Es importante indicar que antes de iniciar el trabajo de investigación se establecieron cuáles serían las variables que se desea medir y la manera en que se realizarán. Por lo tanto, una variable puede adquirir diferentes valores dependiendo de la perspectiva que se le otorgue.

Las variables a utilizar en esta investigación serán cualitativas y cuantitativas, por lo que en el enfoque cualitativo se desarrollarán preguntas antes, durante o después de la investigación, donde se realizará un análisis de esta información en el cual se utilizará la revisión documental de las normas COGUANOR NTG 44009, NTG ISO 10002/10004 e ISO 9001/9000 y del marco teórico afín, ya que servirán para decir qué preguntas de investigación son más importantes relacionadas con los procedimientos.

Mientras que un enfoque cuantitativo será para analizar la medición de las variables para la calidad del fertilizante, condiciones del proceso y la formulación, cantidad de reclamos y calidad de servicio, debido a que su intención es buscar la exactitud numérica, ya que los resultados de este informe serán estadísticos y se utilizarán herramientas de calidad.

Posteriormente las variables cualitativas y cuantitativas determinarán la forma de trabajo, la obtención de la información, cómo se realizará el análisis y la toma de datos de las variables y así mismo el tipo de resultados que se van a adquirir.

A continuación, se detallarán los indicadores que serán utilizados en la investigación con enfoque mixto.

Tabla IX. **Operativización de variables**

Objetivo	Variable	Tipo de Variable	Dimensiones	Indicador	Técnica
Identificar las causas de la mala calidad de los fertilizantes	Calidad del fertilizante	Independiente Continua Cuantitativa Razón	Condiciones del proceso y la formulación	1.-Tiempo de formulación 2.-Tiempo de fabricación 3.-Porcentaje de reproceso de formulación	Inspeccionar la formulación para establecer el tiempo de mezclado homogéneo para el mejoramiento de calidad del fertilizante
Analizar el proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes	Cumplimiento de Normativas de calidad	Dependiente Dicotómica Cualitativa Nominal			Observar la cadena de valor en la elaboración de fertilizantes en el área de trabajo para analizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas.
Determinar la calidad de los fertilizantes utilizando una mejora continua para satisfacer al cliente	Queja y reclamos de clientes	Independiente Discreta Cuantitativa Razón	Cantidad de reclamos	1.- Porcentaje de reclamos al día 2.-Porcentaje de cumplimiento de respuesta	Encuestas, con la información recopilada se analizará los datos para establecer estrategias de control que identifiquen la oportunidad de mejoramiento de los fertilizantes
	Calidad de servicio	Independiente Continua Cuantitativa Razón	Cantidad de clientes satisfechos	1.-Porcentaje de cumplimiento de calidad del fertilizante 2.-Porcentaje de no conformidades	Encuestas, entre menor tiempo se realicen los indicadores y se cumplan mejor será la calidad de servicio para satisfacer al cliente

Fuente: elaboración propia.

9.6. Fases del estudio

El procedimiento para cumplir con los objetivos del diseño de investigación se basa en cinco fases que se detallan a continuación.

9.6.1. Revisión documental

Esta fase corresponde a la revisión y recopilación documental de información para realizar la investigación principalmente, entre ellos se puede mencionar artículos científicos, antecedentes, seminarios, documentos

relacionados con la investigación, normativos guatemaltecos e internacionales, reglamentos, libros, implementación de sistemas de calidad y métodos de producción para fertilizantes.

9.6.2. Identificar las causas de la mala calidad de los fertilizantes

Para el desarrollo de esta fase será necesario recopilar la información a través de las técnicas de observación directa, entrevistas y encuestas para determinar las causas de las deficiencias de los fertilizantes para garantizar así la calidad del fertilizante. Las fuentes disponibles de información serán el personal operativo involucrado en el proceso, por lo que se utilizará como base la lista de cotejo para revisar las condiciones del proceso y formulación que deben cumplir los indicadores. Así mismo se utilizarán diagramas de Ishikawa para presentar de forma gráfica y ordenada las causas que afectan la situación actual e identificar los aspectos necesarios para alcanzar el objetivo.

9.6.3. Analizar el proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes

Para el desarrollo de esta fase se realizará la metodología de análisis de resultados y causas de ineficiencias e incumplimientos en los procesos de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes que deben cumplir los indicadores para desarrollar el trabajo de investigación, donde se plasmarán todos los requisitos necesarios y técnicos de este proceso, utilizando diagramas de flujo y equipo, mapas de procesos de las especificaciones operativas y de infraestructura para cumplir con los parámetros de reglamentos y normas guatemaltecas e internacionales para garantizar la calidad del fertilizante.

Posteriormente se efectuarán reuniones con el personal involucrado en la operación con el propósito de validar un sistema de gestión de calidad, a manera de realizar sugerencias y recomendaciones para garantizar la calidad del fertilizante.

9.6.4. Determinar la calidad de los fertilizantes utilizando una mejora continua para satisfacer al cliente

En esta fase se determinarán todos los aspectos a cumplir para garantizar la calidad del fertilizante y así identificar las carencias preliminares. Inicialmente se realizará un análisis estadístico de las variables relacionadas a la investigación, posteriormente se utilizarán herramientas tales como la encuesta y matriz de FODA para resolver la causa del problema y mejorar el nivel de satisfacción del cliente para llegar al objetivo.

9.7. Resultados esperados

Con el desarrollo de esta investigación se espera establecer la base teórica de un sistema de gestión de calidad para mejorar la calidad de los procesos operativos clave de acuerdo a los requerimientos de las normas guatemaltecas e internacionales, con el fin de que la planta formuladora tenga los lineamientos y procedimientos apropiados que aseguren la calidad del fertilizante hasta la satisfacción del cliente.

Así mismo, se espera identificar las causas de la mala calidad del fertilizante que tiene la empresa para determinar adecuadamente las condiciones del proceso para mejorar la calidad del fertilizante.

También se espera analizar debidamente el proceso de cadena de valor en la elaboración de fertilizantes para determinar si cumplen con los requerimientos que las normas guatemaltecas e internacionales establecen para garantizar la calidad del fertilizante.

Posteriormente, se espera evaluar la calidad de los fertilizantes utilizando una mejora continua que asegure identificar las inconformidades de los clientes de las deficiencias de sus productos para mejorar la causa del problema hasta la satisfacción del cliente.

Finalmente, se espera que la empresa cuente con los estándares de calidad, siendo más competitiva en la rentabilidad del mercado y teniendo una ventaja sostenible respecto a sus competidores para generar los mayores ingresos económicos y la satisfacción de los clientes garantizando la calidad del fertilizante.

9.8. Población y muestra

Para obtener la información anterior se calculó el tamaño de la muestra aleatoria con una población de 15.

Tabla X. **Fórmula para muestra aleatoria población**

Tipo de indicador	Servicios	¿Qué mide?
Tamaño de muestra conociendo la población	Personal de Producción	La muestra necesaria para realizar el análisis sensorial
$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$ $n = \frac{15 \times 1.96 \times 1.96 \times 0.05 \times 0.95}{(0.05 \times 0.05 \times (15 - 1)) + (1.96 \times 1.96 \times 0.05 \times 0.95)} = 12.59$		

Fuente: elaboración propia.

Donde:

n : tamaño de muestra

V : probabilidad de selección por agencia (50 % / 50 %)

Z y e : valor de nivel de confianza y límite aceptable de error ($Z=95\% = 1.96$ y $e=0.05$)

La información obtenida será tabulada y analizada utilizando la herramienta Microsoft Excel, a través de tablas y gráficas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la presente investigación se hará uso de diferentes herramientas y técnicas de forma directa por medio de metodologías de investigación que permiten recabar información fundamental, con el propósito de conocer la situación actual de la planta formuladora de agroquímicos.

Los métodos que se utilizarán para adquirir la información son el método de observación, lista de cotejo, encuesta cerrada y entrevistas cerradas que se utilizarán para analizar los datos e información recolectada y mediciones necesarias de las fases propuestas. Esto permitirá recabar información para realizar la verificación documental respecto a los requerimientos que las normas técnicas guatemaltecas COGUANOR NTG 44009, NTG ISO 10002/10004 e internacionales ISO 9001/9000 establecen, la cual será utilizada como base para la propuesta del sistema de gestión de calidad, calidad de fertilizante y servicio.

Así mismo se analizará calidad del servicio y el ingreso al día de reclamos y quejas por parte de los clientes, y también se analizará por medio del método de la encuesta, la cual es una técnica imprescindible para la adquisición de información.

Se utilizarán técnicas de estadística descriptiva tales como la media, mediana, moda y desviación estándar debido al tipo de investigación, esto para determinar los indicadores estadísticos y analizar la información recolectada.

Utilizar un análisis estadístico como método, luego de realizar las mediciones y observaciones necesarias, permite tener un panorama general del

problema, así mismo depende de la cantidad y calidad de la información recolectada numérica acerca del estudio o proceso, donde se hacen comparaciones de magnitudes medibles conocidas (Salinas, 2010).

10.1. Tipo de indicadores

Son los siguientes:

10.1.1. Media aritmética

La siguiente ecuación indica el promedio de una medición, con el propósito de reflejar la tendencia central de la muestra. Murray y Larry (2013) indican:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N}$$

Donde:

\bar{X} media de los datos

$\sum X_i$ sumatoria de valores

N total de la muestra

10.1.2. Mediana

La siguiente ecuación indica el valor que ocupa el lugar central de la agrupación de datos cuando están ordenados de manera creciente o decreciente, con el propósito de reflejar el valor central de la muestra. Murray y Larry (2013) indican:

$$M_e = \frac{N + 1}{2}$$

Donde:

M_e mediana

N valor central de la muestra

10.1.3. Moda

La siguiente ecuación indica el valor que se representa con más frecuencia en la muestra. Murray y Larry (2013) indican:

$$M_o = \text{valor más frecuente}$$

Donde:

M_o mediana

10.1.4. Desviación estándar

La siguiente ecuación indica el valor que se representa con más frecuencia en la muestra. Murray y Larry (2013) indican:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

σ desviación estándar

\bar{X} media de los datos

X_i valor individual de cada dato

N total de la muestra

Considerando que el alcance de la investigación es también explicativo, se dispondrá y transformará los datos en diagramas para que ayuden en el análisis para identificar las causas de desviaciones respecto a los datos

esperados, para ello se utilizará la técnica de diagrama de Ishikawa, sin embargo, según Salinas (2010) “la investigación explicativa o analítica se refiere a aquella que trata de analizar y/o explicar las causas de los efectos estudiados” (p. 19).

Así mismo se utilizará la representación gráfica para el comportamiento de las variables, principalmente por medio de gráficos de control, con el propósito de caracterizar el comportamiento estadístico. Se considera la participación del personal operativo involucrado en el proceso con el propósito de validar la información y así mismo que aporten opiniones para que agreguen valor a la propuesta del sistema de gestión de calidad.

10.2. Programas por utilizar para análisis de datos

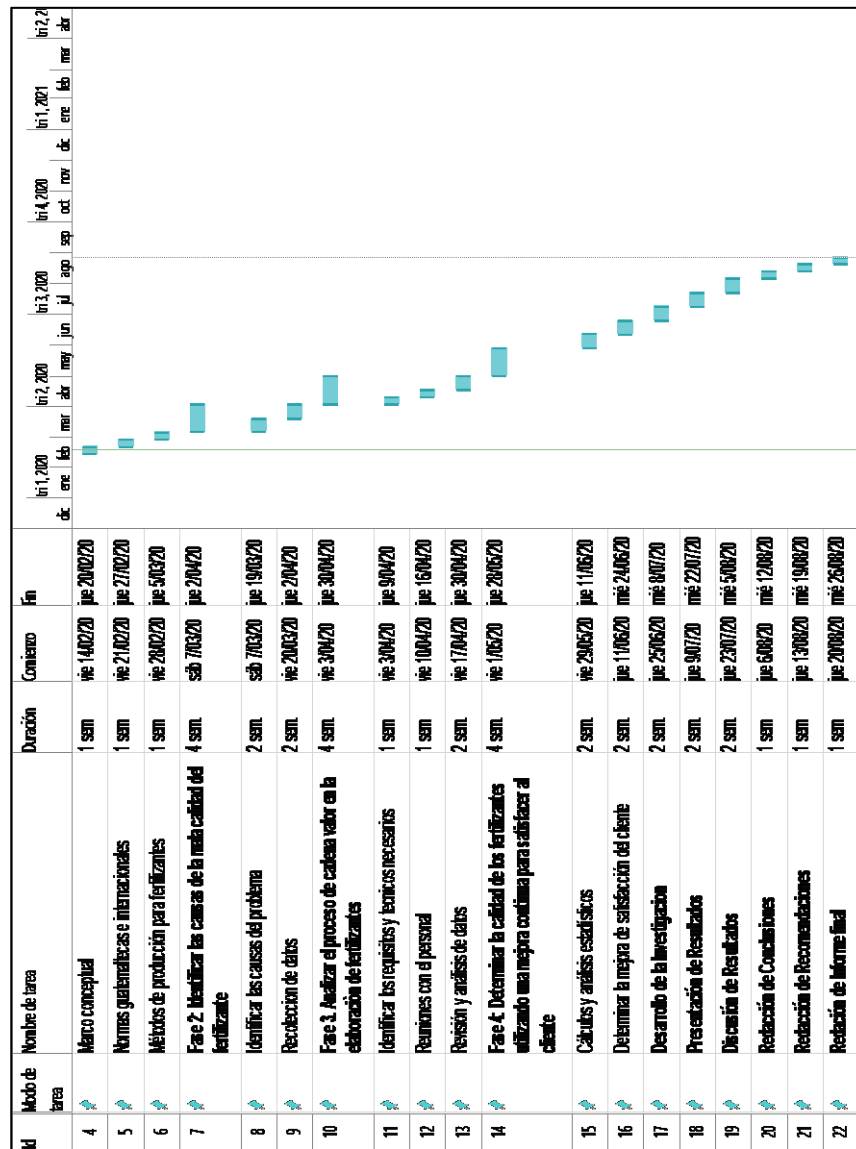
Son los siguientes:

10.2.1. Microsoft Excel 2016

Se utilizará para realizar diversas operaciones matemáticas, realizar gráficos, diagramas, así mismo para realizar el cálculo de las técnicas de estadística descriptiva como media aritmética, mediana, moda, desviación estándar, entre otras. Esto con el propósito de cumplir con los objetivos del estudio.

11. CRONOGRAMA

Figura 11. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación es factible porque se cuenta con todos los recursos necesarios para llevar a cabo cada una de sus fases y cumplir con los objetivos propuestos.

Los recursos necesarios a considerar para la elaboración del trabajo de investigación son:

- **Recurso humano:** personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación.
- **Recurso informático:** acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad intelectual.
- **Equipo e infraestructura:** se cuenta con los recursos necesarios para realizar la investigación. Entre ellos la utilización del equipo de cómputo y mobiliario dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación.

12.1. Presupuesto

Por lo tanto, el recurso financiero necesario para realizar la investigación será aportado por el investigador. A continuación, se presenta el presupuesto de gasto para el estudio.

Tabla XI. Presupuesto para la ejecución de la investigación

No.	Descripción	Recurso	Monto (Q)	Porcentaje (%)	Financiamiento
1	Honorarios Asesor	Humano	Q 2,500.00	8.8 %	Propio
2	Honorarios Tesista por mes trabajo	Humano	Q 18,900.00	66.5 %	Propio
3	Papelería y útiles de oficina	Material	Q 600.00	2.1 %	Propio
4	Equipo de cómputo	Equipo	Q 4,000.00	14.1 %	Propio
5	Depreciación de Vehículo	Transporte	Q 900.00	3.2 %	Propio
6	Combustible	Transporte	Q 1,000.00	3.5 %	Propio
7	Internet	Tecnológico	Q 500.00	1.8 %	Propio
Subtotal			Q 28,400.00	100 %	
8	Imprevistos (5 %)	Varios	Q 945.00		
Total			Q 29,345.00		

Fuente: elaboración propia.

El total del costo de la investigación es de Q 29,345.00, será asumido por el investigador durante el tiempo planificado.

13. REFERENCIAS

1. Adam, E.; Corbett, L.; Flores, B.; Harrison, N.; Lee, T.; Rho, B. y Westbrook, R. (1997). An international study of quality improvement approach and firm performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 17 (9), 842–873. doi:10.1108/01443579710171190
2. Asociación Nacional de Fabricación de Fertilizantes. (2008). *La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual productiva y sostenible*. Madrid, España: Editorial Agrícola Española Recuperado de <https://afly.co/2y64>
3. Beall, D. (2017). *Historia de los fertilizantes químicos*. Santa Mónica, Estados Unidos: Universidad de Nuevo México. Recuperado de <https://afly.co/2y84>
4. Camisón, C.; Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
5. Cantú, J. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. México D.F., México: McGraw-Hill, 4.^a edición.
6. Comisión Guatemalteca de Normas. (1999). *Normas Guatemaltecas Obligatorias 44007. Fertilizantes. Definiciones*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Autor.

7. Comisión Guatemalteca de Normas. (1994). *Normas Guatemaltecas Obligatorias 44009. Fertilizantes. Mezclas físicas de fertilizantes. Especificaciones generales y tolerancia*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Autor.
8. Comisión Guatemalteca de Normas. (2014). *Normas Técnicas Guatemaltecas. International Organization for Standardization 10002. Gestión de calidad. Satisfacción del cliente. Directrices para el tratamiento de las quejas en las organizaciones*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Autor.
9. Comisión Guatemalteca de Normas. (2015). *Normas Técnicas Guatemaltecas. International Organization for Standardization 10004. Gestión de calidad. Satisfacción del cliente. Directrices para el seguimiento y la medición*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Autor.
10. Comisión Guatemalteca de Normas. (2012). *NTG/ISO/IEC 17020. Evaluación de la Conformidad. Requisitos para organismos que certifican productos, procesos y servicios*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Autor.
11. Denison, D. (1990). Corporate Culture and Organizational Effectiveness. *The Academy of Management Review*, 16 (1), 203. doi: 10.2307/258613

12. ECA. (2008). *Criterios para la evaluación de la guía. INTE-ISO/IEC 65:2000. ECA-MC-C06*. San José, Costa Rica: Instituto Tecnológico.
13. Fuentes Fertilizantes. (2003). *Ficha de divulgación técnica. Fertilizantes Líquidos “A Medida”*. Iberia, España: Autor. Recuperado de http://www.fuentesfertilizantes.com/fichas/Ficha_de_Divulgacion_1.pdf
14. Grudzień, L. y Hamrol, A. (2016). Information quality in design process documentation of quality management systems. *International Journal of Information Management*, 36 (4), 599–606. Poznan, Poland. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.011
15. García, M.; Quispe C. y Ruez L. (2014). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industria Data*, 6 (1), 89-94.
16. Herguner, G. y Reeves, N. (2000). Going against the national cultural grain: a longitudinal case study of organizational culture change in Turkish higher education. *Total Quality Management*, 11 (1), 45-56. doi: 10.1080/0954412007017
17. Hosp, F. (1995). *Estabilidad y preparación de mezclas totales para nutrición parenteral*. Madrid, España: Editorial Técnica. Recuperado de <https://afly.co/2y94>
18. IFA. (1992). *Los fertilizantes y su uso*. París, Francia: World Fertilizer Use Manual. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>

19. Jones, F. (1999). Is Benchmarking in Your Future? *Public Roads*, 62 (5), 5-6. Recuperado de <https://afly.co/2yb4>
20. Juran, J. y Gryna, F. (1993). *Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
21. Manz, S. (2019). Waste and inefficiency in the quality management system. *Medical Device Quality Management Systems*, 1 (1). doi:10.1016/b978-0-12-814221-9.00005-1
22. Morris, A.; Crawford, J. y Fisher, T. (1998). Key factors predicting effectiveness of cultural change and improved productivity in implementing total quality management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 16 (2), 112-132. doi:10.1108/02656719910239910
23. Murray R. y Larry J. (2013). *Probabilidad y estadística*. México D.F., México: McGraw-Hill.
24. Olea, B. (1995). Dirigir el cambio de la cultura organizacional hacia la calidad total. *Cuadernos*, 28 (1), pp. 11-18. Recuperado de: <http://cuadernos.uma.es/pdfs/pdf228.pdf>
25. Organización Internacional de Normalización. (2015). *ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Ginebra, Suiza: Autor.

26. Organización Internacional de Normalización. (1995). *ISO 8402 UNE 66001: Gestión de la calidad y evaluación de la conformidad*. Ginebra, Suiza: Autor.
27. Salinas, P. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes Mérida. Recuperado de <https://afly.co/2yf4>
28. Serrano, D. y Oña, C. (2016). *Mezcla homogénea. Mantenimiento básico de máquinas e instalaciones en la industria alimentaria INAQ0108*. Málaga, España: IC Editorial.
29. Taylor, L. (1992). *Métodos de producción de fertilizantes granulados NPK. Memorias del Seminario de Fertilización Balanceada. Palmaven-INPOFOS*. Valencia, Venezuela: Informaciones Agronómicas. Recuperado de <https://afly.co/2yg4>
30. UAM. (2015). *Química y Física aplicada. Ecuaciones químicas y concentraciones*. Madrid, España: Autor. Recuperado de <https://afly.co/2yh4>

