



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

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL  
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y  
ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO**

**David Augusto de los Santos Chonay**

Asesorado por el Ing. Walter Armando Mansilla González

Guatemala, febrero de 2021



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL  
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y  
ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DAVID AUGUSTO DE LOS SANTOS CHONAY**  
ASESORADO POR EL ING. WALTER ARMANDO MANSILLA GONZÁLEZ

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
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**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Mario José Mérida Meré
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

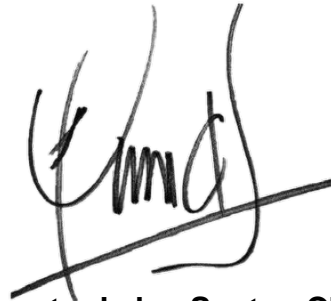


## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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 IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL  
SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y  
ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 10 de septiembre de 2019.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. A. Chonay', written over a horizontal line.

**David Augusto de los Santos Chonay**





Guatemala 20 de febrero de 2020

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
DIRECTOR  
Escuela Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus actividades. Por medio de la presente hago constar que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado: **“Propuesta de implementación de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 al sistema de control de calidad de una empresa productora y envasadora de hipoclorito de sodio”**, elaborado por el estudiante de la carrera de Ingeniería Química, **David Augusto de los Santos Chonay**, quien se identifica con el registro académico **2007 14514** y con el **CUI 2502 78170 01 01**.

Agradeciendo la atención a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,



---

Walter Armando Mansilla González  
ASESOR

Ingeniero Químico  
Colegiado activo no. 1916

**Walter Armando Mansilla**  
Ingeniero Químico  
Col. 1916





Guatemala, 14 de junio de 2020.  
Ref. EIQ.TG-IF.021.2020.

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación, correlativo **012-2019**, le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL**

Solicitado por el estudiante universitario: **David Augusto de los Santos Chonay**.  
Identificado con número de carné: **2502781700101**.  
Identificado con registro académico: **200714514**.  
Previo a optar al título de la carrera: **Ingeniería Química**.  
En la modalidad: **Informe Final EPS (3 meses), Seminario de Investigación**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por:

**Walter Armando Mansilla González, profesional de la Ingeniería Química**

Habiendo encontrado el referido trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Adela María Marroquín González  
profesional de la Ingeniería Química  
COORDINADOR DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación

C.c.: archivo

**Adela María Marroquín González**  
**Ingeniera Química Col. No. 1446**







Guatemala, 5 de febrero de 2021.  
Ref. EIQ.006.2021

**Aprobación del informe final del trabajo de graduación**

Ingeniera  
Aurelia Anabela Cordova Estrada  
Decana  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Revisado el INFORME FINAL DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN (EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO), DENOMINADO **PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO** del(la) estudiante David Augusto de los Santos Chonay, se conceptúa que el documento presentado, reúne todas las condiciones de calidad en materia administrativa y académica (rigor, pertinencia, secuencia y coherencia metodológica), por lo tanto, se procede a la autorización del mismo, para que el(la) estudiante pueda optar al título de Ingeniería Química.

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Williams G. Alvarez Mejia M.J.G. U.I.E.  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Cc. Archivo  
WGAM/mpea



Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



Formando Ingenieros Químicos en Guatemala desde 1939



**NO SALGAS  
QUÉDATE EN  
CASA**



DTG. 033.2021.

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 IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA COGUANOR NGO 30 035 H1 AL SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE UNA EMPRESA PRODUCTORA Y ENVASADORA DE HIPOCLORITO DE SODIO**, presentado por el estudiante universitario: **David Augusto de los Santos Chonay**, 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, entre otras cosas.

### **Mis padres**

José Augusto de los Santos y Antonieta Chonay por ser una fuente incansable de inspiración, dedicación y muestra de superación. Sus enseñanzas han hecho que aprecie cada momento, que los sacrificios tienen al final su recompensa.

### **Mi hijo**

David Isaac de los Santos por llenar mi vida de felicidad con sus ocurrencias, gestos y alegría en todo lo que hace. Su sonrisa es mi sonrisa, su vida da sentido a la mía.

### **Mis tíos**

Roberto García, Lauro Chonay, Waldemar Chonay por enseñarme cómo ser una guía en la familia, en los negocios y en la vida en general.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por mostrarme el camino, por abrirme los ojos y liberar mi mente hacia nuevos conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser el vínculo que despertó mi interés y mi pasión a las ciencias y en el transcurso, permitirme conocer personas increíbles que han marcado mi vida.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Nathaly Arriaza, Denis Sazo, Héctor Chiroy, Marvin Capriel, Yonathan Pérez, Otto Orozco, Walter Mansilla ustedes hicieron estos años increíbles. Las vivencias quedan inmortalizadas en mi alma.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Empresa productora y envasadora.....	7
2.1.1. Descripción de la empresa .....	7
2.1.2. Descripción de la empresa .....	8
2.1.3. Visión.....	8
2.1.4. Valores .....	8
2.1.5. Política de calidad.....	9
2.1.6. Trayectoria.....	9
2.1.7. Modelo de negocios.....	9
2.1.8. Productos que ofrece la empresa .....	10
2.2. Hipoclorito de sodio (NaClO) .....	10
2.2.1. Reacción de síntesis del hipoclorito de sodio (NaClO) .....	10
2.2.2. Reacción de síntesis del hipoclorito de sodio (NaClO) .....	14
2.2.3. Solubilidad del hipoclorito de sodio (NaClO).....	14

2.2.4.	Reacción de descomposición del hipoclorito de sodio (NaClO).....	15
2.2.5.	Inestabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO).....	16
2.2.6.	Mermas por temperatura de almacenamiento.....	17
2.2.7.	Usos del hipoclorito de sodio (NaClO) .....	17
2.3.	Control de calidad .....	18
2.3.1.	Control de procesos .....	19
2.3.2.	Calidad .....	19
2.3.3.	Control de calidad .....	19
2.3.4.	Herramientas comunes del control de calidad.....	21
2.3.5.	Proceso DMAIC.....	21
2.3.6.	Normas COGUANOR.....	22
2.3.7.	Trazabilidad.....	23
2.3.8.	Gestión de no conformidades.....	24
2.3.9.	Costos de calidad.....	25
2.4.	Productividad .....	28
2.4.1.	Factores que intervienen en la productividad.....	28
2.4.2.	Aumento de la productividad .....	29
2.4.3.	Reprocesos .....	30
2.4.4.	Producción con calidad .....	30
2.4.5.	Aumento de eficiencia .....	31
2.5.	Control estadístico.....	32
2.5.1.	Media muestral.....	33
2.5.2.	Desviación estándar muestral .....	33
2.5.3.	Distribución normal.....	35
2.5.4.	Diagrama de cajas y bigotes .....	36
2.5.5.	Variabilidad a corto y largo plazo .....	37
2.5.6.	Diagramas de control .....	37

3.	DISEÑO METODOLÓGICO .....	41
3.1.	Variables.....	41
3.1.1.	Variables dependientes .....	41
3.1.2.	Variables independientes .....	42
3.2.	Delimitación de campo de estudio .....	43
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	44
3.4.	Recursos materiales disponibles .....	44
3.4.1.	Reactivos para ensayo de concentración .....	44
3.5.	Técnica cuantitativa.....	46
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información .....	48
3.6.1.	Toma de datos de la formulación primaria.....	48
3.6.2.	Diseño de análisis de concentración de hipoclorito de sodio.....	50
4.	RESULTADOS .....	51
4.1.	Resultados de la planificación del muestreo sin homogenizar.....	51
4.2.	Resultados de la planificación del muestreo lotes homogenizados .....	52
4.3.	Resultados del plan estadístico del muestreo sin homogenizar.....	61
4.4.	Resultados del plan estadístico del muestreo homogenizado .....	63
4.5.	Graficado del promedio de todos los lotes ensayados a 8 horas.....	97
4.6.	Depurado del modelo de formulación primaria .....	98
4.7.	Segundo depurado del modelo de la formulación primaria.....	99
4.8.	Estudio de estabilidad .....	100
4.9.	Correlación de variables .....	103

5.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	105
6.	LOGROS OBTENIDOS.....	113
	CONCLUSIONES.....	115
	RECOMENDACIONES .....	117
	BIBLIOGRAFÍA.....	119
	APÉNDICES.....	123
	ANEXO.....	181



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Reactor para la fabricación de hipoclorito de sodio.....	13
2.	Desglose del proceso DMAIC .....	22
3.	Principios básicos del control estadístico .....	32
4.	Desglose de los datos muestrales .....	34
5.	Función de densidad de probabilidad normal.....	35
6.	Diagrama de caja y bigotes.....	36
7.	Representación de un diagrama de control.....	38
8.	Diagrama de flujo de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1.....	46
9.	Cálculos de la concentración de hipoclorito de sodio .....	47
10.	Liberación MP07-150119 5 horas de agitación .....	61
11.	Liberación MP07-150119 7 horas de agitación .....	62
12.	Liberación MP07-150119 8 horas de agitación .....	63
13.	Liberación MP08-180119 8 horas de agitación .....	64
14.	Liberación MP09-220119 8 horas de agitación .....	65
15.	Liberación MP10-250119 8 horas de agitación .....	66
16.	Liberación MP11-280119 8 horas de agitación .....	67
17.	Liberación MP12-310119 8 horas de agitación .....	68
18.	Liberación MP13-040219 8 horas de agitación .....	69
19.	Liberación MP14-060219 8 horas de agitación .....	70
20.	Liberación MP15-070219 8 horas de agitación .....	71
21.	Liberación MP16-110219 8 horas de agitación .....	72
22.	Liberación MP17-140219 8 horas de agitación .....	73
23.	Liberación MP18-190219 8 horas de agitación .....	74

24.	Liberación MP19-210219 8 horas de agitación .....	75
25.	Liberación MP20-260219 8 horas de agitación .....	76
26.	Liberación MP21-280219 8 horas de agitación .....	77
27.	Liberación MP22-040319 8 horas de agitación .....	78
28.	Liberación MP23-080319 8 horas de agitación .....	79
29.	Liberación MP24-120319 8 horas de agitación .....	80
30.	Liberación MP25-150319 8 horas de agitación .....	81
31.	Liberación MP26-180319 8 horas de agitación .....	82
32.	Liberación MP27-210319 8 horas de agitación .....	83
33.	Liberación MP28-260319 8 horas de agitación .....	84
34.	Liberación MP29-290319 8 horas de agitación .....	85
35.	Liberación MP30-020419 8 horas de agitación .....	86
36.	Liberación MP31-040419 8 horas de agitación .....	87
37.	Liberación MP32-090419 8 horas de agitación .....	88
38.	Liberación MP33-120419 8 horas de agitación .....	89
39.	Liberación MP34-150419 8 horas de agitación .....	90
40.	Liberación MP35-160419 8 horas de agitación .....	91
41.	Liberación MP36-220419 8 horas de agitación .....	92
42.	Liberación MP37-250419 8 horas de agitación .....	93
43.	Liberación MP38-280419 8 horas de agitación .....	94
44.	Liberación MP39-020519 8 horas de agitación .....	95
45.	Liberación MP40-060519 8 horas de agitación .....	96
46.	Graficado del promedio de todos los lotes ensayados.....	97
47.	Graficado de todos los lotes ensayados y depurados.....	98
48.	Segundo depurado del modelo de la formulación primaria.....	99
49.	Modelado del estudio de estabilidad de los lotes depurados .....	101
50.	Acercamiento del modelado del estudio de estabilidad .....	102
51.	Correlación de las variables de porcentaje de concentración.....	103

## TABLAS

I.	Ejemplos de costos de calidad por categorías .....	27
II.	Variables dependientes y su origen en la investigación .....	42
III.	Variables independientes y su origen en la investigación .....	43
IV.	Toma de datos de las constantes en lotes de producción.....	48
V.	Determinación del tamaño de la muestra.....	49
VI.	Cálculo de las concentraciones de hipoclorito de sodio.....	50
VII.	Muestreo en la formulación primaria MP07 sin homogenizar.....	51
VIII.	Muestreo en la formulación primaria MP07-MP10 .....	52
IX.	Muestreo en la formulación primaria MP11-MP14 .....	53
X.	Muestreo en la formulación primaria MP15-MP18 .....	54
XI.	Muestreo en la formulación primaria MP19-MP22 .....	55
XII.	Muestreo en la formulación primaria MP23-MP26 .....	56
XIII.	Muestreo en la formulación primaria MP27-MP30 .....	57
XIV.	Muestreo en la formulación primaria MP31-MP34 .....	58
XV.	Muestreo en la formulación primaria MP35-MP38 .....	59
XVI.	Muestreo en la formulación primaria MP39-MP40 .....	60
XVII.	Resultados del plan de análisis del estudio de estabilidad.....	100



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$H_2O$	Agua
$NaClO_3$	Clorato de sodio
$NaCl$	Cloruro de sodio
$k$	Constante de reacción
Gal	Galones
$Cl_2$	Gas cloro diatómico
°C	Grado Celsius
g	Gramos
NaOH	Hidróxido de sodio
NaClO	Hipoclorito de sodio
Kg	kilogramos
L	Litros
mg	Miligramos
mL	Mililitros
mol	Moles
$O_2$	Oxígeno gaseoso diatómico
%m/m	Porcentaje en masa
S	Segundos
T	Temperatura
V	Velocidad de reacción



## GLOSARIO

<b>Calidad</b>	La calidad es un conjunto de características (variables) medibles o de apreciación propias de un producto al ser comparadas con otro similar.
<b>Control de calidad</b>	El control de calidad está diseñado para encontrar errores en un proceso productivo, antes o después de haber producido y tratar de enmendar mediante acciones correctivas que no permitan que vuelva a suceder el acontecimiento. Es indispensable encontrar la fuente verdadera del error, identificarla y tratarla.
<b>Control estadístico</b>	Busca asegurar la calidad en la fabricación de los productos mediante el empleo de técnicas estadísticas para medir la variación de un producto con otro.
<b>DMAIC</b>	El proceso DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar por sus siglas en inglés) es una herramienta en la que se basan las metodologías para el control de calidad de un proceso e implementación de proyectos de mejora.
<b>Equilibrio químico</b>	Es cuando una reacción entre compuestos o elementos llega al punto donde las concentraciones

permanecen constantes, es decir, la velocidad de producción de los reactivos es igual a la velocidad de producción de los productos.

**Indicador de reacción** Sustancia que se agrega a las titulaciones y tiene cierto color cuando está ionizada y en el final de la reacción, cambia de color.

**Inestabilidad** Proceso que se inicia por algún factor externo y rompe el equilibrio de la reacción haciendo que los productos reaccionen y se conviertan en compuestos de menor valor; en términos de energía.

**Reacción química** Proceso entre compuestos o elementos que reaccionan, cambian su estructura molecular, se reacomodan y forman otros compuestos en la misma proporción que al inicio. Este proceso sigue la ley de la conservación de la masa.

**Solubilidad** Capacidad de un compuesto de disolverse en otro, ya sea líquido, sólido o gaseoso. La capacidad es función de la temperatura a la que se encuentran ambos compuestos o elementos.

**Test de Shapiro** Prueba estadística utilizada para determinar si un conjunto de datos tiene un comportamiento y distribución normal. La importancia del test de Shapiro es la determinación del valor P, el cual, rechaza o acepta la hipótesis nula (que plantea que



el conjunto de datos tiene un comportamiento estadístico normal) al comparar el valor obtenido con el valor de la significancia en el diseño del experimento.

### **Titulación**

Es el procedimiento de ir agregando un compuesto, con una concentración conocida, a una muestra de concentración desconocida, pero con una masa o volumen conocido y que va reaccionando inmediatamente al caer. En este procedimiento es muy común que se le adicione un indicador dependiendo del tipo de reacción y en titulaciones especiales, se hace uso de instrumentación para determinar el punto final de la reacción.

### **Valor P (PValue)**

Cálculo en la prueba de Shapiro con valores de 0 a 1 (o de 0 % a 100 %) el cual, indica el porcentaje de apego de los datos analizados a un modelo estadístico con distribución normal. El valor P de la prueba de Shapiro debe ser mayor al valor de significancia con la que se diseña el análisis de los datos para comprobar que la hipótesis nula es verdadera (conjunto de datos con distribución estadística normal). Es común que el nivel de significancia se tome como mínimo el 5 % y por ello, se dice que si el valor P es mayor a 5 % existe evidencia estadística para afirmar que un conjunto de datos posee distribución normal.

**Variables**

Es un concepto que se utiliza para definir un valor desconocido de algún atributo que se debe encontrar o medir por métodos directos o indirectos. Las variables deben tener dimensionales según el sistema de medición que se utilice.

**Velocidad de reacción**

Es que tanto se transforma un compuesto o elemento en una reacción, en determinada concentración y determinado tiempo. Existen reacciones que pueden ser instantáneas hasta reacciones que pueden tardar muchos años.

## RESUMEN

En el Desarrollo de la propuesta de implementación para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) y su estabilidad, basados en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1, verificable por el Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala; al sistema de control de calidad de una empresa que lo produce y envasa en el departamento de Sacatepéquez, se establecieron los criterios estadísticos de análisis para la producción de 50 toneles que tiene la empresa en cada lote.

Se determinó que el número mínimo de muestras que deben ser analizadas es de 18 mililitros y fueron distribuidos en todo el reactor para garantizar la representatividad y homogeneidad de la población ensayada.

Para validar este concepto se pusieron como criterios de liberación de la formulación que todas las muestras analizadas tuvieran un comportamiento estadístico normal, se realizaron inspecciones de los diagramas de cajas y bigotes para garantizar que no presentaran datos estadísticos sospechosos. Se determinó el comportamiento de 33 lotes, esto implica que se analizaron 594 muestras en la formulación.

La segunda sección de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 implica que debe ser realizado el estudio de estabilidad, para lo cual se realizó la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio 14 días luego de haber sido formulado. Este proceso permitió validar que el decaimiento de la concentración de los lotes analizados no superó el 0,75 % que es lo permisible por dicha norma. Se logró establecer un modelo de la concentración final en

función de la concentración inicial del hipoclorito de sodio con un coeficiente de correlación de 0,6790 luego de haber depurado los datos sospechosos estadísticamente.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar una propuesta de implementación para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio (NaClO) y su estabilidad, basados en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1, verificable por el Ministerio de Salud y Asistencia Social de Guatemala; al sistema de control de calidad de una empresa que produce y envasa hipoclorito de sodio en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

### **Específicos**

1. Establecer un plan de análisis en la formulación primaria, en función del ritmo de producción, basándose en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para la cuantificación de la concentración del hipoclorito de sodio (NaClO).
2. Diseñar un plan de control estadístico para los resultados de la cuantificación de la concentración del hipoclorito de sodio basado en el proceso DMAIC.
3. Establecer un plan de análisis en la formulación primaria basándose en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para la estabilidad de la concentración del hipoclorito de sodio (NaClO).

4. Diseñar un plan de control estadístico para los resultados de la estabilidad de la concentración del hipoclorito de sodio para la verificación del cumplimiento de las especificaciones de la norma COGUANOR 30 035 H1.

## INTRODUCCIÓN

En un mundo en donde la competencia entre empresas es cada vez mayor, la calidad del producto es un diferencial que aumenta la competitividad significativamente y puede desarrollar la presencia de la marca en el mercado.

Existen varios procesos para la producción de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), pero en Guatemala independientemente del proceso de formulación, el producto debe ser analizado y liberado bajo los criterios de la norma técnica COGUANOR NGO 30 035 H1 para la determinación de la concentración y del estudio de estabilidad luego de 14 días.

En la empresa donde se realizó el estudio, se diseñó para que se formule en lotes de 50 toneles el hipoclorito de sodio y luego de ser aprobado, se envía a almacenamiento para luego, a su despacho correspondiente. Según los informes de reclamos, los más importantes han sido por variaciones en la calidad de la concentración del hipoclorito de sodio.

Para la propuesta de implementación de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 se determina la cantidad de muestra por analizar según el ritmo de la producción y los valores de preestablecidos del nivel de confianza y la probabilidad del fracaso de encontrar concentraciones fuera de rango en la totalidad del lote. Para determinar la concentración de hipoclorito de sodio de la totalidad del lote producido, se estableció una muestra de 18 mililitros distribuida uniformemente en todo el reactor y que se determina la concentración por una reacción yodométrica titulada con tiosulfato de sodio.

El modelo estadístico se determina mediante el ensayo de estas concentraciones comparadas una a una teniendo como criterio para aceptación de datos normales estadísticos el test de Shapiro, para lo cual debe cumplir con un mínimo del 5 % para el valor p. La media del lote analizado debe encontrarse entre 10,0 % a 10,18 % con un valor ideal del 10,08 % en todo el lote.

Los criterios de liberación del lote producido son: cumplir con por lo menos el 5 % del valor p del test de Shapiro para normalidad de datos y con que la media se encuentre dentro de 10,0 % a 10,18 %. Existe un caso de excepción que puede ser mencionado: Si el lote de producción cumple con el test de Shapiro pero la concentración está por encima de 10,18 % y por debajo de 10,30 % el lote puede ser liberado ya que el tiempo de homogenización se aumenta considerablemente; con esta decisión el cliente es beneficiado, ya que está recibiendo una concentración levemente mayor.

Para realizar el modelo estadístico en la formulación primaria de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) se comparan todos los lotes analizados y se grafican mediante las cartas de control, la gráfica de distribución de densidad de probabilidad y la gráfica de cajas y bigotes. Para todo el conjunto de datos se hace la prueba de Shapiro y de no cumplir con, por lo menos el 5 %, se buscan datos anómalos en el gráfico de cajas y bigotes y se eliminan del lote de datos y se hace nuevamente una iteración, dibujando nuevamente las 3 gráficas estadísticas y realizando la prueba de Shapiro. Si nuevamente las pruebas no cumplen, debe realizarse otra iteración.

Cuando el lote de datos cumple con todas las pruebas, sirve de comparación estadística para los lotes formulados y para que estos nuevos,



sirvan de alimento al modelo inicial y se vaya haciendo más robusto con el historial del comportamiento de la formulación primaria.

Para el estudio de estabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO), la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 requiere que se almacene una muestra del lote producido a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C durante 14 días para luego, ser analizada con los mismos criterios que la muestra de la formulación primaria y que no debe ser menor al 9,25 %. Para fines de esta propuesta de implementación, la muestra para el estudio de estabilidad se analiza en triplicado, es decir, la misma muestra 3 veces. Para realizar el modelo estadístico del estudio de estabilidad se siguen los mismos pasos que para realizar el modelo de la formulación primaria.

En el paso final, se grafican los valores de la concentración en la formulación primaria y la concentración en el estudio de estabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO) y se vela por el cumplimiento de la concentración de 9,25 % que ordena la norma que se debe cumplir para dar por liberado el lote.



## 1. ANTECEDENTES

En la actualidad, la humanidad depende mucho de agentes para la desinfección de superficies, tanto para uso doméstico, cosmético, hospitalario e industrial. El hipoclorito de sodio es agente muy utilizado desde hace muchos años por su fuerte acción oxidante y su relativamente bajo costo de producción.

En 2016, el trabajo de graduación *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del hipoclorito de sodio (NaClO) durante el proceso y en producto terminado en un intervalo de temperatura ambiente de 18 °c a 41 °c y presión de 640 mm Hg a 642 mm Hg en el departamento de Escuintla* de María Isabel Amoretti Rivera, de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hizo las correlaciones de la densidad del hipoclorito de sodio y su concentración, la concentración del hipoclorito de sodio y la alcalinidad en función del tiempo luego de producido. En este trabajo de graduación la ingeniera utilizó normas COGUANOR para la determinación de la concentración del hipoclorito de sodio y cloro libre basado en un método yodométrico.

Así mismo, utilizó la misma norma para hacer el estudio de la estabilidad de la concentración de hipoclorito de sodio (NaClO) y cloro libre (Cl<sub>2</sub>) en la solución acuosa. La ingeniera determinó el modelo que correlaciona la densidad en función del tiempo a diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio (NaClO), el modelo del comportamiento de cloro libre respecto de la concentración de hipoclorito de sodio (NaClO) durante el proceso de producción y que la velocidad de producción en esas condiciones del hipoclorito de sodio (NaClO) es de:

0,6099 mol/L

Donde:

mol = es el número de moles de hipoclorito de sodio

L = es el volumen medido en litros

S = es el tiempo medido en segundos

En la investigación *Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las plantas de tratamiento de agua que surten la ciudad de Guatemala*, publicada en la revista No. 11 de la Universidad del Valle de Guatemala realizada por la licenciada Maricruz Álvarez de Mejía en 2001 hace uso de la norma COGUANOR para determinar la concentración de hipoclorito de sodio y que será destinado a la desinfección del agua en la planta de tratamiento de agua Las Ilusiones entre otras, ubicada en la zona 18 de la ciudad de Guatemala, construida en 1971. El objetivo fue analizar el nivel de bacterias indicadoras de contaminación fecal y de parásitos en el agua que ingresa y egresa de las plantas de tratamiento de agua de la ciudad de Guatemala y para ello se basaron en la norma COGUANOR NGO 29001:99 en donde se detallan las especificaciones para el cumplimiento de agua potable

En el trabajo de graduación de 2016, *Propuesta de mejora del sistema de aseguramiento de calidad, basado en las guías suplementarias de validación de la OMS, para un envase de polietileno de alta densidad para hipoclorito de sodio (NaClO) en una planta productora de envases plásticos* elaborado por Gabriel Estuardo Solórzano Castellanos de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utiliza los diagramas de control para las variables identificadas como críticas para la validación de un envase destinado para contener hipoclorito de sodio (NaClO) basado en las guías que la OMS dictan. En el trabajo el ingeniero Solórzano hace uso del control estadístico para hacer una propuesta de implementación de mejoras al sistema

de aseguramiento de calidad de la empresa productora y logra encontrar la capacidad del proceso y verifica el comportamiento basado en el modelo estadístico de las variables.

En la investigación realizada en 1992 titulada *La estabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO)* publicada por la editorial Agua: Tecnología y Tratamiento del Saneamiento Ambiental el ingeniero Rafael Salvador afirma que después de haber sido producido el hipoclorito de sodio, la estabilidad es función de la temperatura de almacenaje, el pH de estabilización y la humedad relativa que rodea el ambiente. El estudio realizado en Perú analizó el tiempo de reacción del hipoclorito de sodio y su estabilidad después de ser producido utilizando el método de análisis BS 4426:1969 de la norma británica. Explica ampliamente cómo varios factores pueden afectar la estabilidad del hipoclorito de sodio, el estudio es tan amplio que, expresa detalladamente los mecanismos de reacción de la reacción principal, así como también los mecanismos inversos.

El estudio realizado en los Estados Unidos titulado *Control de la formación de Iones Clorato en hipoclorito de sodio líquido* realizado por Gilbert Gordon y publicado en el diario científico AWWA (*American Water Works Association*) detalla las correlaciones para evitar las mermas por temperatura y turbulencia. Establece que es necesario determinar un número de Reynolds basado en la temperatura de reacción y equilibrio para evitar el decaimiento de la concentración de hipoclorito de sodio debido a la formación de iones clorato por la inestabilidad de la reacción. En el estudio se analizaron más de 16 productos de hipoclorito de sodio comerciales y se encontraron evidencias de inestabilidades por la formación de iones clorato por concentraciones de hasta 0,3 mg/L. La técnica de ensayo utilizada para el análisis de concentración y estabilidad es el descrito en la norma ASTM D 2022-89.

En el estudio realizado por Roberto Rojas llamado *Estabilidad de la solución de hipoclorito de sodio producido in situ* publicado en Perú, se realizaron las pruebas de la estabilidad de hipoclorito de sodio variando la temperatura de almacenamiento, la protección de la luz solar y el pH de la solución. Los resultados indican que las muestras que fueron protegidos de la luz solar y que se mantuvieron a una temperatura de 10 °C conservaron su concentración durante 4 semanas a comparación de muestras que también se protegieron de la luz solar, pero a una temperatura con un rango de entre 17 °C a 25 °C.

En la investigación encontró que al aumentar el pH arriba de 10,5 con cal y manteniendo las muestras protegidas de la luz solar, estas conservaron la concentración de hipoclorito de sodio durante el tiempo que estuvieron almacenadas. Este estudio está enfocado a la producción de hipoclorito de sodio *in situ* es decir, en un reactor se coloca una solución de salmuera y se hace pasar una corriente eléctrica que rompe los enlaces del cloruro de sodio y que reaccionan nuevamente para dar como producto el hipoclorito de sodio a una concentración de 0,58 %

En 2017 en la Universidad de San Carlos de Guatemala se publica el trabajo de graduación titulado *Automatización del proceso de llenado de hipoclorito de sodio en una planta de producción de artículos del cuidado del hogar* elaborado por Manuel Alejandro Estrada, previo a conferírsele el título de ingeniero industrial. En el trabajo de graduación el autor propone una gráfica de control de pesos en las líneas de llenado para la verificación de las máquinas llenadoras y su correcta dosificación. En el estudio se establece como rango de temperatura de 20 °C a 25 °C para la manipulación del gas cloro. Establece también que es necesario evitar el contacto del gas color con la humedad del

ambiente para minimizar el riesgo de formaciones de compuestos derivados del gas cloro más oxidantes o corrosivos.

En el trabajo de graduación titulado *Determinación del tiempo en que permanece estable el principio activo de la solución de hipoclorito de sodio luego de ser preparada en el dispensario No.1 de materiales dentales de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala* elaborado por Mirta Bonilla, se realizaron las pruebas para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio tomadas con una jeringa de 10 centímetros cúbicos estéril y almacenadas en frescos de vidrio claro, es decir, no estaban protegidas de la luz solar ni a una temperatura controlada.

De todas las muestras que se analizaron únicamente una obtuvo un comportamiento de decaimiento de la concentración de hipoclorito de sodio constante y ordenado. En todas las muestras el pH se mantuvo constante independientemente de la concentración inicial y final de las muestras. La metodología utilizada fue el procedimiento estándar analítico para el examen de aguas y aguas de desecho de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

En la Universidad Rafael Landívar en 2009 se publicó el trabajo de graduación *Implementación y estandarización del método para medir el porcentaje de cloro disponible y el residual alcalino en una solución de hipoclorito de sodio en una empresa de productos de limpieza* elaborado por Ana Lucía Lavarreda. La autora utilizó la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio y la concentración de alcalinidad residual con un 95 % de confianza en sus resultados. La determinación e implementación la realizó en diferentes concentraciones de hipoclorito según su catálogo de productos de ventas. Para las concentraciones de 3 %, 5 % y 10 % de hipoclorito de sodio se obtuvieron

desviaciones estándar de 0,014, 0,026 y 0,0109 respectivamente. El estudio basado en estos resultados experimentales rechaza la hipótesis nula en cada enunciado.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Empresa productora y envasadora**

En donde se realiza la investigación es una mediana empresa con capital guatemalteco. La empresa ha crecido a lo largo de los años y ha enfrentado problemas con la calidad en su proceso y producto terminado al empezar la producción de la formulación masiva de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), su dilución y homogenización y el envasado en las líneas de producción.

#### **2.1.1. Descripción de la empresa**

El lugar de la investigación es una empresa guatemalteca que lleva más de 10 años en el mercado de productos químicos para la sanitización de superficies. Cuenta con un proceso para la formulación de productos derivados de gas cloro, como hipoclorito de sodio desde 0,5 % hasta 14 % en presentación líquida. Es una empresa que poco a poco ha ido creciendo y aumentando su presencia en el mercado. Tiene la visión de ser la empresa líder a nivel centroamericano de venta de populinos (bolsita de hipoclorito de sodio al 2,5 %).

La empresa cuenta con 30 operarios, 2 supervisores, 1 gerente de producción, 1 gerente de calidad, 5 vendedores y 1 gerente general. Toda la empresa trabaja en una jornada diurna (de 7:30 de la mañana a 5:00 de la tarde) ya que por acuerdo no se trabajan ni sábados ni domingos. Si existe cualquier pedido masivo o alguna emergencia entonces los operarios trabajan horas extras.

El producto líder de la empresa es el populino (bolsita de lejía al 2,5 %) en presentación de 200 mL. Para ello la empresa adquirió 3 máquinas llenadoras con capacidad de 40 populinos por minuto. Debido a que la materia prima se encuentra a 10 % es necesario diluirla hasta el 2,5 % y homogenizarla de modo tal, que la agitación no sea tan rápida.

La estrategia de ventas de la empresa consiste en visitar a distribuidores, depósitos y supermercados a los cuales les vende a diferentes precios, según el volumen de compra; el pago debe ser de contado. Se tiene un compromiso de entrega de 2 días, después de haber confirmado con la orden de compra.

#### **2.1.2. Descripción de la empresa**

Ser una empresa innovadora en el mercado de sanitizantes a base de productos derivados de gas cloro, aprovechando sus sales y principios activos al ser combinado con diferentes elementos, todo esto, de una manera responsable y amigable con el ambiente.

#### **2.1.3. Visión**

Convertirse en la empresa líder a nivel centroamericano de la producción de compuestos derivados de gas cloro y expandir operaciones en el caribe y sur américa con precios competitivos y materiales de la más alta calidad.

#### **2.1.4. Valores**

Los valores que rigen a la empresa son:

- Servicio atento e indiscriminado

- Honradez
- Transparencia
- Sinceridad
- Disciplina

#### **2.1.5. Política de calidad**

Proporcionar a los clientes productos químicos derivados de gas cloro para la sanitización de superficies, que cumplan con sus estándares de eliminación de agentes patógenos para evitar la contaminación en su proceso. Atender cualquier reclamo o proyecto de mejora que el cliente considere para mejorar continuamente acorde a sus requerimientos.

#### **2.1.6. Trayectoria**

La empresa tiene más de 20 años en el mercado y ha atendido a clientes nacionales como internacionales. Mantiene una estrecha relación comercial con ingenios azucareros, maquilas de ropa, hospitales, meloneras entre otras empresas de producción agrícola.

#### **2.1.7. Modelo de negocios**

La empresa produce por lotes y al llegar a un inventario mínimo vuelve a producir un nuevo lote. Se tienen varios vendedores para el área metropolitana y solamente 2 para el área departamental. La producción de la empresa no es masiva y no pueden determinar la demanda mensual para alinear la cadena de suministros.

Conforme se venda, así mismo, se hacen las requisiciones de las materias primas y si, en algún momento los precios de las materias primas varían por el mercado internacional, no se cuenta con un convenio de estabilización de precios. La empresa no cuenta con ningún servicio de *Outsourcing*, ni para la mano de obra, ni para la distribución de los pedidos por entregar ya que, posee 3 camiones de 12 toneladas y un camión de 7 toneladas.

### **2.1.8. Productos que ofrece la empresa**

La empresa ofrece una gran cantidad de productos derivados de gas cloro, tales como: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, hipoclorito de potasio y ácido clorhídrico. El producto líder es el hipoclorito de sodio, formulado inicialmente en planta al 10 % y diluido para su comercialización en tiendas y distribuidores al 2,5 % en bolsitas de 250 mililitros (populinos). Si el cliente lo necesita, se puede hacer una formulación especial que alcance la concentración del 14 % para procesos muy específicos y en reactores especializados para su estabilización y almacenaje.

## **2.2. Hipoclorito de sodio (NaClO)**

El hipoclorito de sodio (NaClO) es un producto derivado del gas cloro y la reacción de este con soda cáustica. Es comúnmente llamado simplemente cloro y es muy popular por su poder para blanquear tejidos y su poder de sanitización con bajos remanentes en el área de uso.

### **2.2.1. Reacción de síntesis del hipoclorito de sodio (NaClO)**

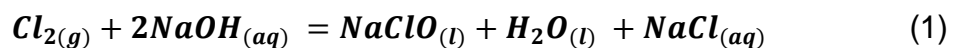
Los hipocloritos pueden ser sales derivadas de calcio, sodio o combinadas en soluciones líquidas. El ion hipoclorito, indistintamente de sodio o calcio,

reacciona violentamente con muchos compuestos de origen orgánico o inorgánico y que, por lo general, al descomponerse se crea cloruro de sodio (sal común).

El hipoclorito de sodio (NaClO) es un compuesto muy importante en nuestra vida cotidiana. Es tan importante en la industria hospitalaria para la sanitización de superficies que deben estar libres de agentes patógenos que contaminen a un paciente y le cause alguna enfermedad severa.

Para la elaboración de hipoclorito de sodio existen diversos caminos, unos más complejos que otros, pero depende del modelo de negocio de la empresa para la producción y almacenaje del producto terminado.

El proceso más común para la fabricación de hipoclorito de sodio es hacer burbujear gas cloro en una solución estabilizada de soda cáustica (hidróxido de sodio) a una temperatura controlada y en un reactor hermético provisto de un liberador de presión teniendo como productos de la reacción el hipoclorito de sodio y como subproductos el agua y el cloruro de sodio (sal de mesa común). La reacción general es la siguiente:



Donde:

$Cl_{2(g)}$  = cloro diatómico en estado gaseoso

$NaOH_{(aq)}$  = hidróxido de sodio en solución

$NaClO_{(l)}$  = hipoclorito de sodio en estado líquido

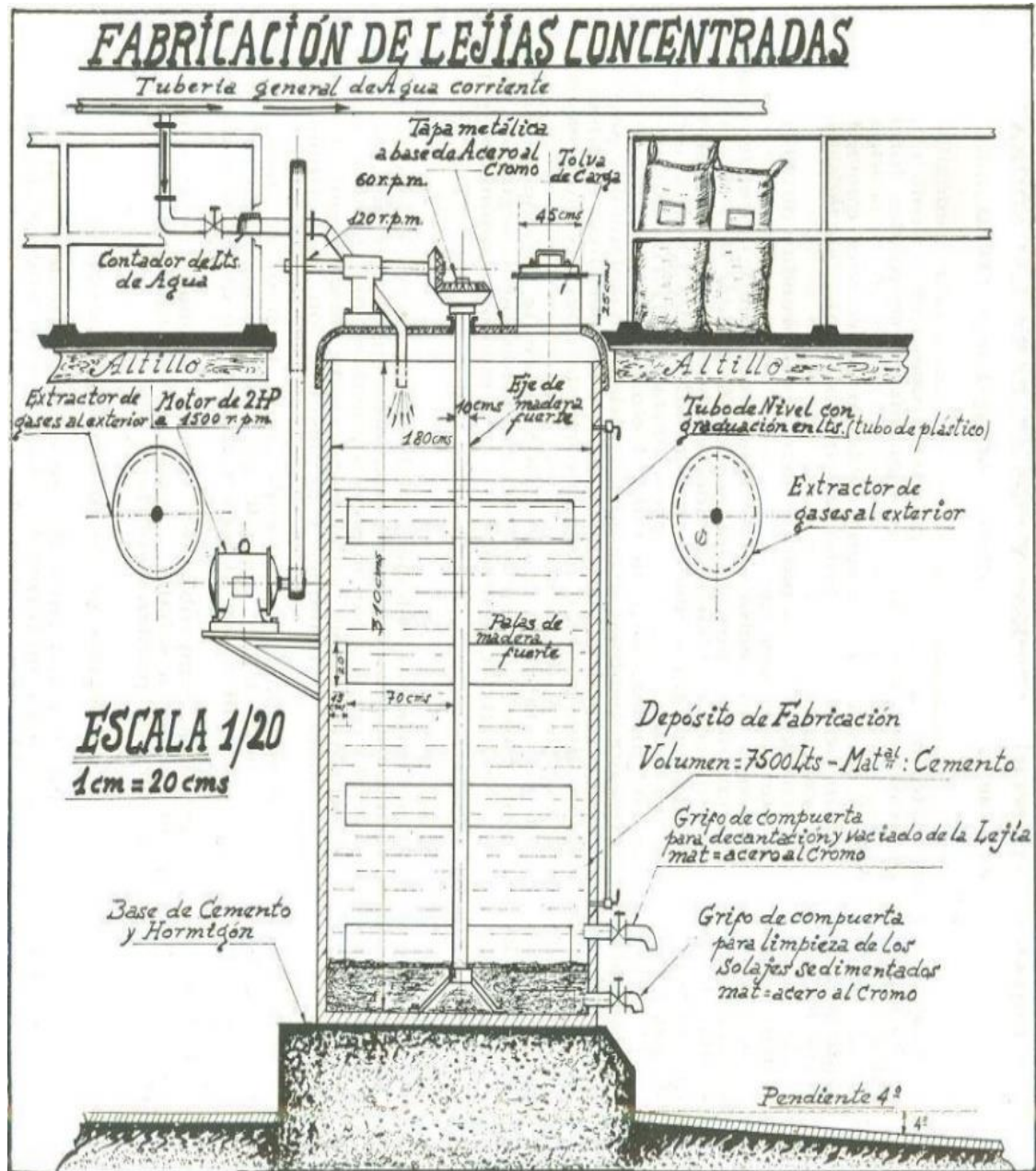
$H_2O_{(l)}$  = agua en estado líquido

$NaCl_{(aq)}$  = cloruro de sodio en solución

En la ecuación (1) se puede apreciar que no solamente se está produciendo hipoclorito de sodio, sino que también se está formando agua y cloruro de sodio. El balance dependerá de las condiciones en las que se lleve a cabo la reacción, es decir, si el reactor tiene mucha rugosidad y la agitación del reactor es elevada; entonces el hipoclorito de sodio se empieza a descomponer. La descomposición del hipoclorito de sodio en otros productos más estables, energéticamente hablando, se detalla en unas secciones más adelante en este mismo marco teórico.

La reacción de formulación del hipoclorito de sodio ( $NaClO$ ) descrita en la ecuación (1) se puede llevar a cabo en un contenedor como el siguiente:

Figura 1. Reactor para la fabricación de hipoclorito de sodio



Fuente: FORMOSO, Antonio. 2000 procedimientos industriales al alcance de todos. p. 810.

### 2.2.2. Reacción de síntesis del hipoclorito de sodio (NaClO)

La velocidad de reacción de una solución depende de la concentración inicial de los reactivos, de la temperatura, la presión de trabajo y del tipo de proceso productivo en el que se está haciendo reaccionar, ya sea continuo o por lotes. La rama de la química que se encarga del estudio de la velocidad de las reacciones químicas se llama cinética química.

En concreto, la velocidad de reacción del hipoclorito debe ser determinada experimentalmente y evaluar un buen diseño del reactor para la síntesis. La reacción de síntesis del hipoclorito de sodio descrita arriba en (1) se puede establecer la ecuación de velocidad canónica siguiente:

$$V = k(T, P)[Cl_2]^j [NaOH]^k \quad (2)$$

Donde:

$V$  = velocidad de reacción en (mol/min)

$k(T, P)$  = constante de velocidad en función de la temperatura y presión de reacción

$[Cl_2]$  = concentración de gas cloro

$[NaOH]$  = concentración de soda cáustica

$j, k$  = exponentes de orden, que son función del mecanismo de reacción

### 2.2.3. Solubilidad del hipoclorito de sodio (NaClO)

La solubilidad del hipoclorito de sodio (NaClO) varía en función de la temperatura y presión de operación. Además, está ligada íntimamente con la turbulencia que se presenta en su manipulación y transporte, ya que la alta turbulencia hace que se rompa el equilibrio descrito en la ecuación (1) y se



libere cloro a la atmósfera en forma de gas. “La solubilidad máxima del hipoclorito de sodio a 0 °C es de 29,3 g/100 mL de solución.”<sup>1</sup> A esta concentración es muy peligrosa la manipulación y no existe producto comercial que se venda a esta concentración para fines domésticos. No se puede sobrepasar esta concentración ya que se crea una solución sobresaturada que, al llegar al equilibrio, desestabilizaría la solución y emitiría gas cloro a los alrededores.

La solubilidad del hipoclorito de sodio (NaClO) también se ve afectada por la adición de algún soluto competencia que afecte la capacidad del solvente (en este caso agua) de retener al ion hipoclorito y llevaría, también, a la liberación de gas cloro (Cl<sub>2</sub>) a los alrededores.

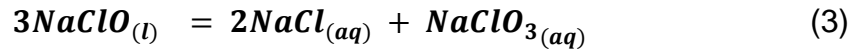
#### **2.2.4. Reacción de descomposición del hipoclorito de sodio (NaClO)**

El ion hipoclorito es muy inestable por varias razones, pero, además tiene la capacidad de seguir reaccionando para llegar a un estado más estable, energéticamente hablando, pero sin la importancia que tiene el producto inicial.

En la siguiente reacción se describe cómo el hipoclorito de sodio (NaClO) se descompone en dos vías diferentes. En la primera el hipoclorito de sodio (NaClO) se descompone en cloruro de sodio (NaCl) (sal de mesa común) y en clorato de sodio (NaClO<sub>3</sub>). En la segunda vía se descompone formando oxígeno gaseoso (O<sub>2</sub>) y formando nuevamente la sal de mesa (NaCl).

---

<sup>1</sup> AMORETTI RIVERA, María Isabel. *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del hipoclorito de sodio durante el proceso y en producto terminado en un intervalo de temperatura ambiente de 18 °c a 41 °c y presión de 640 mm Hg a 642 mm Hg en el departamento de Escuintla.* p. 35.



Donde:

$\text{NaClO}_{(l)}$  = hipoclorito de sodio en estado líquido

$\text{NaCl}_{(aq)}$  = cloruro de sodio en solución

$\text{NaClO}_{3(aq)}$  = clorato de sodio en solución

$\text{O}_{2(g)}$  = oxígeno diatómico en estado gaseoso

Estas reacciones se favorecen con el aumento de la temperatura de almacenaje, con la disminución de la presión y por la turbulencia que genera el movimiento o traslado del líquido en el proceso.

### **2.2.5. Inestabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO)**

La inestabilidad de del ion hipoclorito, como bien se mencionó antes, se incrementa al aumentar la temperatura, debido a que el ion hipoclorito reacciona para formar cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) y oxígeno gaseoso ( $\text{O}_2$ ).

Debido a que el envasado del producto puede ser de manera manual o con máquina, se debe tomar en cuenta que la tubería juega un papel determinante en la estabilidad del producto terminado ya que, la rugosidad puede generar turbulencia o reacción química que acelerará la reacción de descomposición del hipoclorito. Se debe procurar diseñar con tubería que genere una capa límite que tiende a cero y con un material de rugosidad muy baja. Se debe tomar en cuenta que en aceros al carbón la resistencia es buena, pero la rugosidad es muy elevada y en aceros inoxidables la rugosidad es buena, pero el costo se incrementa grandemente.

Otro factor importante que afecta la estabilidad del producto es la presión. Si se decide almacenar el producto terminado a una presión arriba de la atmosférica y al utilizar el producto no se cuenta con un procedimiento de despresurizado lento, la fugacidad química hará que se rompa el equilibrio, y la reacción de descomposición tome un papel importante casi instantáneo.

#### **2.2.6. Merms por temperatura de almacenamiento**

Como bien se explicó en la sección de la velocidad de reacción del hipoclorito de sodio, la constante de velocidad depende de la temperatura y de la presión, esta última en condiciones de operación es muy difícil que sea diferente a la atmosférica. En cuanto a la temperatura, es una variable de manipulación relativamente fácil de cambiar, pero muy difícil de controlar. No es lo mismo producir y envasar hipoclorito de sodio a las 6 de la mañana que hacerlo a las 13:30 horas. Los rayos del sol, la temperatura del ambiente son condiciones que deben ser tomadas muy en cuenta en la planta de hipocloritos.

#### **2.2.7. Usos del hipoclorito de sodio (NaClO)**

El hipoclorito de sodio (NaClO) es un derivado importante de la reacción del gas cloro ( $Cl_2$ ) burbujeado (generalmente) en una solución de soda cáustica (NaOH). Al reaccionar contiene cloro en estado de oxidación +1 ya se forma un oxidante muy fuerte.

Debido a sus propiedades de oxidante muy fuerte, su poder para blanquear la ropa es amplio y su poder para la desinfección de superficies es muy conocido también. Su composición formada por cloro hace que su eficacia contra ciertos virus comunes sea elevada y lo hacen muy utilizado en hogares, hospitales y en las industrias procesadoras de alimentos.

El hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) es una solución amarillenta, de olor muy característico y una de las principales ventajas es que no hace espuma. Su uso en el tratamiento de aguas es bastante común ya que su manipulación y dosificación es más fácil que manejar gas cloro a granel.

Otro de los usos del hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) es la desinfección de superficies con un alto grado de esterilización y su lavado es relativamente rápido, respecto de desinfectantes a base de tensoactivos que requieren más de 10 lavados para evitar las trazas de químicos y contaminación cruzada.

Para la desinfección del agua en comunidades donde el acceso a agua potable es muy limitado, existe un proceso de síntesis de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) *in situ* a partir de sal común ( $\text{NaCl}$ ). Al pasar una corriente eléctrica por la sal se crea soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ) y gas cloro ( $\text{Cl}_2$ ), esto en celdas separadas. Los productos pasan a una siguiente fase en donde reaccionan entre sí y forman el hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) que desinfecta directamente el agua para su uso en hogares.

### **2.3. Control de calidad**

En mercados de consumo masivo y en mercados de comercio minorista cada vez las exigencias hacia el productor son mayores. No basta solamente con formular y dejar al azar los resultados ya que la calidad del producto depende de cada subproceso, materias primas, condiciones ambientales y de mano de obra para lograr cumplir con los criterios de aceptación del cliente o distribuidor del producto. En el caso particular del hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) debido a sus propiedades de limpieza y sus usos, es muy importante que se cumpla con las normativas de calidad en el proceso productivo.

El control de calidad es un actor importante en el control de la producción masiva del compuesto ya que, no es posible ni rentable el ensayo de la totalidad del lote por formular.

### **2.3.1. Control de procesos**

El control (de procesos) son una serie de pasos que llevan a planificar, dirigir, ejecutar y mejorar un proceso para llevar a cabo una mejora cotidiana. El control correcto de un proceso asegura que se lleve a cabo el perfecto funcionamiento tal como se había planificado y evalúa su rendimiento para adecuar un posible cambio en la planificación tratando de prevenir o remediando alguna falla detectada.

### **2.3.2. Calidad**

La calidad es un conjunto de características (variables) medibles o de apreciación propias de un producto al ser comparadas con otro similar. También puede definirse como la capacidad de satisfacer las necesidades de un cliente acoplándose a sus requisiciones. La calidad es la búsqueda de la excelencia de un producto, medido conforme se satisfacen las necesidades de un cliente.

### **2.3.3. Control de calidad**

El control de calidad está diseñado para encontrar errores en un proceso productivo, antes o después de haber producido y tratar de enmendar mediante acciones correctivas que no permitan que vuelva a suceder el acontecimiento. Es indispensable encontrar la fuente verdadera del error e identificarla, tratarla.

En primer lugar, el control de calidad basa su filosofía en detectar y satisfacer las necesidades del cliente, de modo tal, que sea económicamente viable elaborar su producto o servicio. Es necesario transmitir a todo el personal las variables involucradas y su efecto en la calidad del producto o servicio terminado. Es común que en empresas con altos estándares de calidad dirijan y enfoquen al personal a una cultura de empoderamiento y de responsabilidad.

Los métodos rigurosos a los que son sometidos los procesos deben estar dirigidos por gerentes comprometidos a la mejora continua y debe ser estrechamente vigilada por un departamento que no tenga intereses en juego. Así mismo, los altos directivos de la empresa deben estar comprometidos con la ejecución de proyectos que promuevan la mejora continua y la eliminación de fuentes de error (aleatorio o sistemático).

El control de calidad está ligado íntimamente con la estadística del proceso. Es necesario admitir que un proceso no puede hacer productos perfectos ni exactamente iguales (aunque vengan de la misma máquina, operador o ambos).

El control de calidad debe definir rangos de trabajo basado en el modelo estadístico para estipular los mínimos y máximos valores de la variable definida y poder predecir si el proceso es capaz de cumplir con el rango. Además de establecer los rangos y velar por el comportamiento, el control de calidad basa su filosofía en la predicción del comportamiento, ya que no es posible examinar el 100 % de la población producida, es necesario hablar en términos de probabilidades de cumplimientos de la variable y mediante su comportamiento velar porque el proceso se mantenga bajo control estadístico.

#### **2.3.4. Herramientas comunes del control de calidad**

Existen diversas herramientas que ayudan a llevar un buen control de calidad en los procesos:

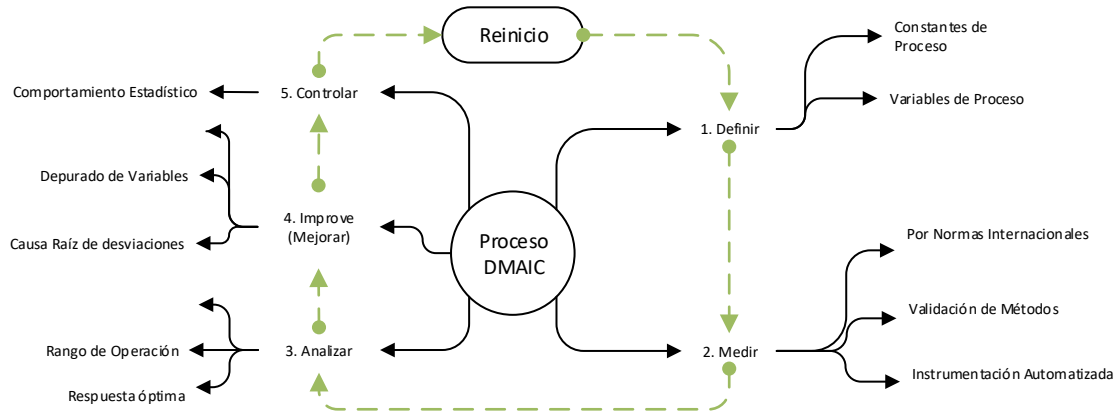
- Diagrama de causa efecto
- Hoja de comprobación
- Gráficos de control
- Histograma
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de dispersión

#### **2.3.5. Proceso DMAIC**

El proceso DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) es una herramienta en la que se basan otras metodologías para el control de calidad de un proceso e implementación de proyectos de mejora. El proceso DMAIC planifica qué medir, cómo medirlo, cómo analizarlo, cómo mejorarlo y cómo hacer para controlarlo. Es una herramienta que aplica extensos procedimientos de estadística para las diferentes variables y atributos (medibles o de percepción).

La metodología DMAIC es un proceso iterativo, es decir, una vez terminado se vuelve a iniciar para seguir exigiendo e implementando mejoras al proceso. Una vez comenzado el proceso, se debe plantear una nueva hipótesis para tratar de encontrar alguna falla que no se pudo encontrar en la iteración anterior.

**Figura 2. Desglose del Proceso DMAIC**



Fuente: elaboración propia.

### 2.3.6. Normas COGUANOR

La Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es una organización que pertenece al Ministerio de Economía de Guatemala conforme lo dicta el decreto No. 78-2005 de la Ley del Sistema Nacional de la Calidad. Es un ente que tiene por objetivo principal elaborar normas técnicas y que cuenta con el aval de la Organización Mundial del Trabajo (OMT).

Sus normas promueven una justa evaluación en diversos sectores industriales y tratan de efectuar un comercio equitativo y que promueva el desarrollo. Su enfoque hacia la calidad y apoyo en los procesos hacen que las normas COGUANOR apoyen grandemente a mejorar la calidad y competitividad de los productos o servicios prestados a nivel nacional. Las Normas COGUANOR son de fácil acceso y de descarga gratuita.

COGUANOR nace luego de varias décadas de operación de su antecesor, el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)



que trabajó en conjunto con 5 países de la región pero que, en 1998 dejó de operar por la falta de fondos de sus participantes.

Las normas COGUANOR están creadas para áreas técnicas, con el fin de hacer una conciliación en los diferentes métodos de evaluación. Es decir, si un productor ofrece un producto a determinada concentración, su cliente al adquirir este mismo producto pueda replicar los resultados con el mismo procedimiento y en las mismas condiciones. Existen diversas áreas que las normas COGUANOR han logrado cubrir (basadas en las necesidades de la industria guatemalteca) pero diversos sectores o de productos especializados no cuentan con éstas. En ese caso deben tomarse normas internacionales y de amplia aceptación y que se adecúen a las necesidades del cliente y del proceso.

En la presente propuesta de implementación, la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 presenta la metodología vigente y obligatoria, verificable por el Ministerio de Salud de Guatemala, para la cuantificación de la concentración de hipoclorito de sodio en solución acuosa y presenta las bases para hacer el estudio de estabilidad. La norma en sí es una metodología establecida y cuenta con las fórmulas para llegar al cálculo de la concentración y las variaciones permisibles en la estabilidad del ion con el transcurrir del tiempo.

### **2.3.7. Trazabilidad**

La trazabilidad es un procedimiento que regula y rastrea todos los componentes de un producto, es decir, desde el proceso inicial hasta con el cliente o consumidor final se puede saber con qué materiales se formuló el producto, qué máquina hizo el producto, en qué turno, quién o quiénes lo produjeron. La trazabilidad es una memoria histórica de todos los procesos a

los que fue sometido el producto y permite definir e identificar un lote o lotes de producciones para afinar el estudio de la raíz de algún problema.

La trazabilidad es un concepto de filosofía ISO 9001 pero desde su aparición se ha ido implementando en muchos procesos que requieren rastreos en diferentes secciones de los procesos productivos.

La trazabilidad permite que se identifiquen con facilidad problemas productivos ya que, como bien es sabido, los procesos no pueden mantenerse exactamente en un valor definido sino más bien, en un rango aceptable.

La trazabilidad puede descartar o no si la deficiencia es por alguna materia prima, habiendo rastreado el lote de esta. Su alcance no es únicamente en el proceso productivo, sino que se extiende hasta con cliente o consumidor final ya que su logística inversa permite que, si el cliente final hace un reclamo, se pueda verificar fácilmente la fecha de producción, materias primas, quién lo produjo, qué operador, en qué turno y en qué máquina o están. Su alcance debe ser completo.

### **2.3.8. Gestión de no conformidades**

La gestión de las no conformidades es una parte fundamental en el proceso DMAIC. Como bien es sabido, casi ningún proceso funciona a la perfección en las primeras corridas y se deben hacer las correcciones pertinentes. En la gestión de las no conformidades se deja estipulado lo que sucedió, cómo se llegó a la solución, cómo se solucionó el problema y los controles que se estipularon para que esto no volviera a ocurrir.

Las no conformidades a las que se hace referencia pueden ser: las que se detectan durante el proceso (producto no conforme detectado en el proceso productivo) y las que hace el cliente (producto no conforme identificado por el cliente directo o consumidor final). En ninguno de los casos son beneficiosas, pero la segunda ocasiona atrasos y gastos mayores.

La gestión de las no conformidades debe llevarse a cabo bajo un estricto procedimiento que se cumpla a cabalidad. El objetivo de la implementación de un sistema de control de calidad es no volver a cometer los mismos errores ya que es algo caro y que atrasa todos los procesos.

En el documento que registra la no conformidad se debe mencionar abiertamente el proceso que se vio afectado y cómo el proceso (o procesos) que lo ocasionaron lo corrigieron. Luego de haber corregido la falla, es importante que se levante una constancia de cierre de la no conformidad donde el proceso afectado haga constar que la falla fue corregida y el proceso (o procesos) que dieron la solución se comprometan a que no volverá a suceder.

### **2.3.9. Costos de calidad**

Hay personas que creen que la calidad no cuesta o que es un gasto innecesario. Basta con pensar en el costo de la capacitación del personal que lleva a cabo una inspección durante un proceso productivo a un producto terminado o alguno en proceso.

No solo capacitar es un costo de calidad, Los costos de calidad se pueden clasificar en:

- Costos de prevención
- Costos de evaluación
- Costos de fallas internas
- Costos de fallas externas

Los costos de prevención son aquellos que buscan anticipar, mediante el diseño y la planificación, cualquier disconformidad en los procesos.

Los costos de evaluación son aquellos en los que se incurre al medir variables o inspeccionar los procesos con el fin de asegurar la calidad de estos.

Los costos de fallas internas se generan cuando un producto –debido a fallas en el proceso– resulta defectuoso, pero el defecto es descubierto antes que el producto sea entregado al consumidor.

Los costos de fallas externas son los que se generan cuando un producto debido a fallas en el proceso resulta defectuoso, y el defecto es detectado por el consumidor.

En todo caso, la calidad siempre tiene un costo intrínseco en el producto. Dependiendo del giro del negocio, es necesario que se establezca en dónde se necesitan hacer las inspecciones y el nivel de tolerancia que se puede permitir en casa subproceso (eso idealmente se hace con conjunto con el cliente final). Cabe mencionar que todavía hay empresas en las que la calidad no juega un papel importante y en otras en las que la calidad es el diferencial con su propia competencia de mercado.

Tabla I. **Ejemplos de costos de calidad por categorías**

<b>Costos de prevención</b>	<b>Costos de evaluación</b>	<b>Costos de fallas internas</b>	<b>Costos de fallas externas</b>
Planeación de calidad	Inspección y pruebas de material	Desperdicios	Reclamos
Revisión de nuevos productos	Inspección y pruebas del producto Final	Reprocesos	Devoluciones
Diseño de nuevos productos	Materiales y servicios consumidos	Reinspección	Cobertura de garantías
Diseño de nuevos procesos	Conservación de los equipos de pruebas	Análisis de g	Indemnizaciones
Control de procesos		Pérdidas en producción	Demandas
Supervisión		Tiempos muertos	Logística inversa
Capacitación			
Obtención y análisis de datos de calidad			

Fuente: elaboración propia.

Como es de esperarse, las empresas absorben estos costos con tal de no verse afectadas luego de haber producido un lote y darse cuenta de que los productos no cumplen con los requerimientos de sus clientes o peor aún, que su cliente sea quien se dé cuenta y devuelva el producto.

En ambos casos, la empresa incurre en gastos ya que se deberá volver a producir (o reprocesar el producto) y en el segundo caso es problema es mayor,

ya que se empieza a dejar una mala imagen con el cliente y los atrasos en sus líneas de producción son un problema latente. Si el problema llegase a ser en una planta de productos perecederos es muy probable que el producto no se pueda reprocesar y tenga que ser descartado por completo.

## **2.4. Productividad**

La productividad es la capacidad de recuperar un reactivo, un material, tiempo o cualquier insumo en función de lo invertido en un rango de tiempo con la aprobación de todas las características de control de calidad. Idealmente se desearía que todo el recurso invertido se recupere en forma de trabajo o producto final.

### **2.4.1. Factores que intervienen en la productividad**

La productividad de una empresa es determinante, ya que al aumentar la productividad una empresa puede bajar los costos de mano de obra, de inventario y minimizar tiempos de entrega. Optimizar el proceso conlleva a un aumento de la productividad y a una mejora en la competitividad de las empresas, siempre y cuando, estas sean capaces de vender lo que producen a un precio razonable.

Existen varios tipos de productividad, que conllevan a implementar diferentes tipos de mediciones de desempeños. Se dice que hoy en día, la empresa o persona si no es productiva, no es competitiva y, si una empresa no es competitiva, fracasa. Otro factor importante es que, la productividad no engloba solamente la producción masiva y la eficiencia de los recursos adecuada, sino que, no se pueden dejar de lado la calidad y los estándares acordados en la negociación con el cliente.

La productividad va íntimamente ligada con el crecimiento de la empresa y con el aumento de las utilidades que los productos generan. Se debe tener en cuenta que la meta de toda empresa es generar utilidades hacia los accionistas, esto conlleva a optimizar y hacer más productivo un proceso.

#### **2.4.2. Aumento de la productividad**

Para aumentar la productividad se deben tomar en cuenta varios factores, que pueden ser internos o externos al proceso productivo que se quiere optimizar. Entre los factores internos se pueden mencionar los terrenos, materiales, energía y todo el recurso humano (operativo y administrativo). Entre los factores externos se tienen: disponibilidad de materiales, mano de obra calificada, políticas de estados (impuestos, aranceles) y la infraestructura cuando no es propia.

El aumento de la productividad es un reflejo de la mejora en ciertas áreas de la empresa. Si un proceso no se innova, si no está en mejora continua, entra en decadencia o queda obsoleto ya que, la competencia de la empresa va a detectar las debilidades y atacar con mejoras de sus productos. Las áreas de inversión que se deben tomar en cuenta, según el enfoque y prioridades de la organización, son: tecnología, mano de obra calificada, condiciones y ambientes de trabajo, calidad del producto terminado, servicio y atención personalizada.

Para aumentar la productividad, se debe contar con el apoyo completo de la alta dirección y establecer políticas que obliguen a mejorar continuamente. Una empresa que se estanca no es una empresa productiva, ya que no mejora.

### **2.4.3. Reprocesos**

El término reproceso en este marco, da a entender que algún producto no está en el rango de alguna variable definida y medida y es necesario enviarlo de nuevo al proceso para que sea corregido lo antes posible y hacerla llegar al rango de medición deseado. Al identificar un reproceso, es necesario identificar la causa e implementar de inmediato acciones correctivas y establecer medidas preventivas. No todos los procesos permiten que se pueda hacer un reproceso ya que el producto o materiales no lo permiten, así que los reprocesos son procesos costosos para las empresas y que incluso, ocasionan atrasos en los programas productivos. Un reproceso no debe confundirse con una reparación.

### **2.4.4. Producción con calidad**

Aunque el departamento de calidad y el departamento de producción estén ampliamente separados, deben trabajar para un fin común. La producción con calidad es una parte fundamental para el bien de la empresa. La calidad no debe enfocarse únicamente al producto terminado, debe enfocarse en cada proceso de la producción y debe llevarse de la mano con la estadística. No es factible (mucho menos posible) analizar el 100 % de la producción masiva.

Una producción que no ha sido supervisada es muy probable que no cumpla con los requerimientos del cliente. La norma ISO 9000 define la calidad como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos esto conlleva a que si por algún motivo, tan solo una parte del producto no cumple con los requisitos del cliente, se toma como producto no conforme (ya sea identificado en planta o por el cliente).



La producción con calidad es responsabilidad compartida, tanto del departamento de producción (porque lo produce y controla el ritmo) como del departamento de calidad (que debe supervisar durante todo el proceso el producto). En una organización con cultura de calidad muy avanzada, es común que se involucre y comprometa a todos los proveedores para el aseguramiento de sus materias primas o insumos.

La producción con calidad está involucrada íntimamente con todas las fases del proceso productivo. Si se hace una buena planificación del modelo del control de calidad se puede afirmar que se van a empezar a identificar las áreas de falla, encontrar los problemas de raíz, implementar una solución y garantizar que no se repita. La producción con calidad va más allá de un modelo de gestión, sino que abarca áreas muy técnicas en los procesos productivos.

#### **2.4.5. Aumento de eficiencia**

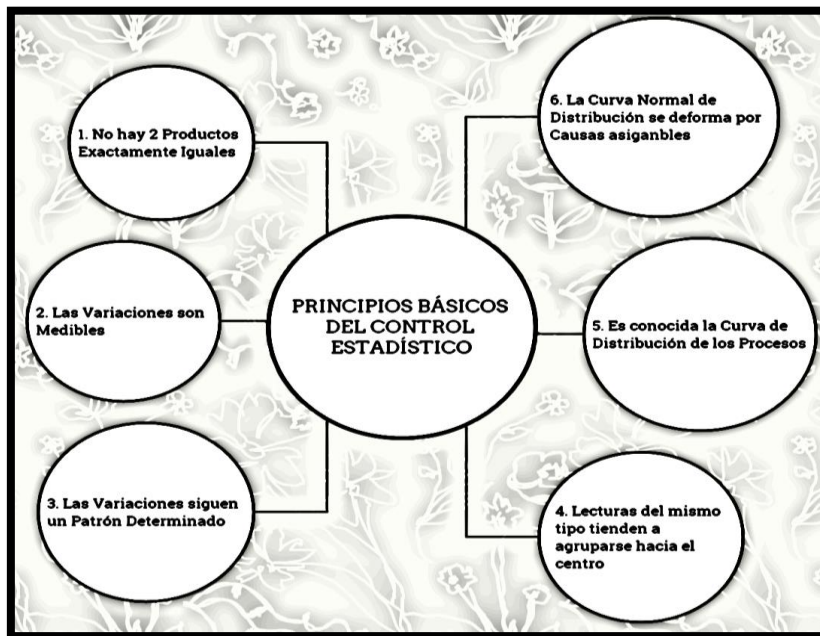
El aumento de la eficiencia es el reflejo de un buen manejo del sistema de control de calidad. Es un indicador que las soluciones a los problemas identificados están dando resultados. La eficiencia no abarca únicamente a producir más con menos, sino que a hacer más con menos en menos tiempo. Al involucrar la variable tiempo es porque se tienen en mente el ritmo de la producción y se puede afirmar que se están produciendo mayor número de unidades y se están utilizando menos recursos, generando menos productos no conformes o menos desperdicios.

El aumento de la eficiencia es un proyecto que se implementa luego de haber cumplido varios ciclos del proceso DMAIC, eliminando varias fuentes de error encontradas y solucionadas ya estabilizado el proceso iterativo.

## 2.5. Control estadístico

El control estadístico de los procesos se relaciona en mucho con el concepto de calidad, el propósito perseguido por el control estadístico de los procesos busca asegurar la calidad en la fabricación de los productos mediante el empleo de técnicas estadísticas para medir la variación de un producto con otro. Es de vital importancia saber qué variables medir durante un proceso para que estas, realmente generen un valor a la recolección de información.

Figura 3. Principios básicos del control estadístico



Fuente: elaboración propia.

Primero que nada, se debe aceptar que ningún proceso es perfecto y tiene variaciones en sus productos. Un proceso industrial es influido por diversos tipos de errores con diferentes naturalezas y estos hacen que los productos varíen unos entre otros y no sea perfectamente idénticos.

La variación entre un producto y otro (con el mismo origen, misma máquina, mismas condiciones) es evidentemente no deseada y es tarea del control de calidad mantenerla en un rango óptimo y aceptable. Para hablar de control de calidad, es necesario tener cierta noción de estadística.

### **2.5.1. Media muestral**

La media de un conjunto de mediciones “x1, x2, x3... xn”, de una población “n”, se expresa matemáticamente:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{n-1} + x_n}{n}$$

Se le llama media muestral ya que es una población de tamaño n de un lote completo al que se le extrajo esa población para ser analizada.

La media muestral toma en cuenta todas las mediciones de la población y equilibra el valor de resultado. La media muestral es un valor puntual que puede que no aparezca en ninguna de las mediciones tomadas físicamente y es un valor que puede dar un resultado con decimales, aunque se estén midiendo alguna variable con valores enteros.

### **2.5.2. Desviación estándar muestral**

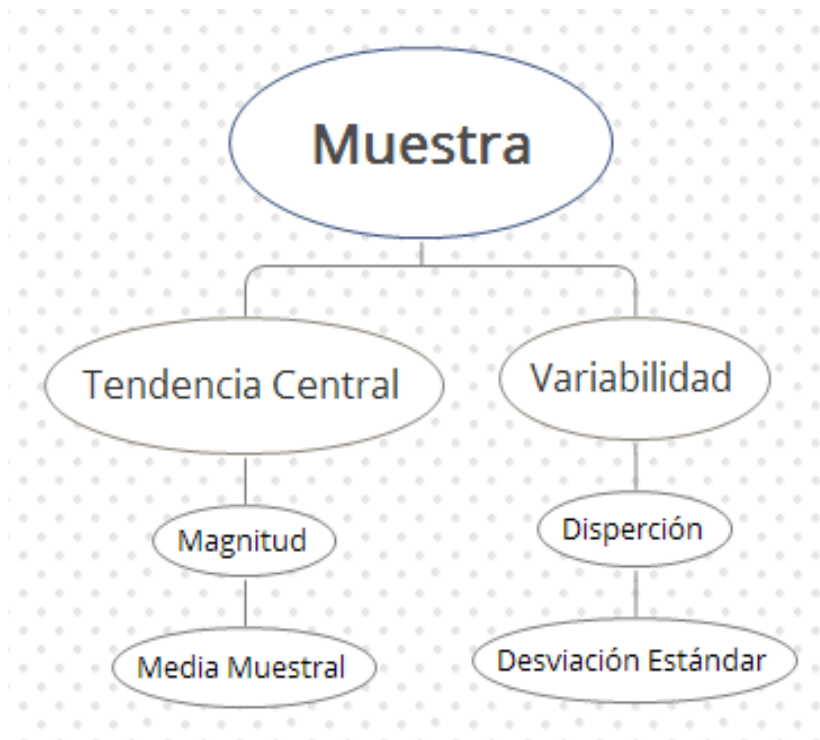
La desviación estándar muestral, así como la media muestral, es proveniente de una población que se ha tomado de un lote completo. Matemáticamente la desviación estándar de un conjunto de mediciones “x1, x2, x3... xn”, de una población “n”, con una media “x” se calcula:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{n-1} - \bar{x})^2 + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}$$

La desviación estándar es la medida de la dispersión respecto del promedio y su cálculo es vital para la construcción de la densidad de población de la distribución normal.

Del concepto de media y de desviación estándar se puede elaborar la siguiente figura:

Figura 4. **Desglose de los datos muestrales**

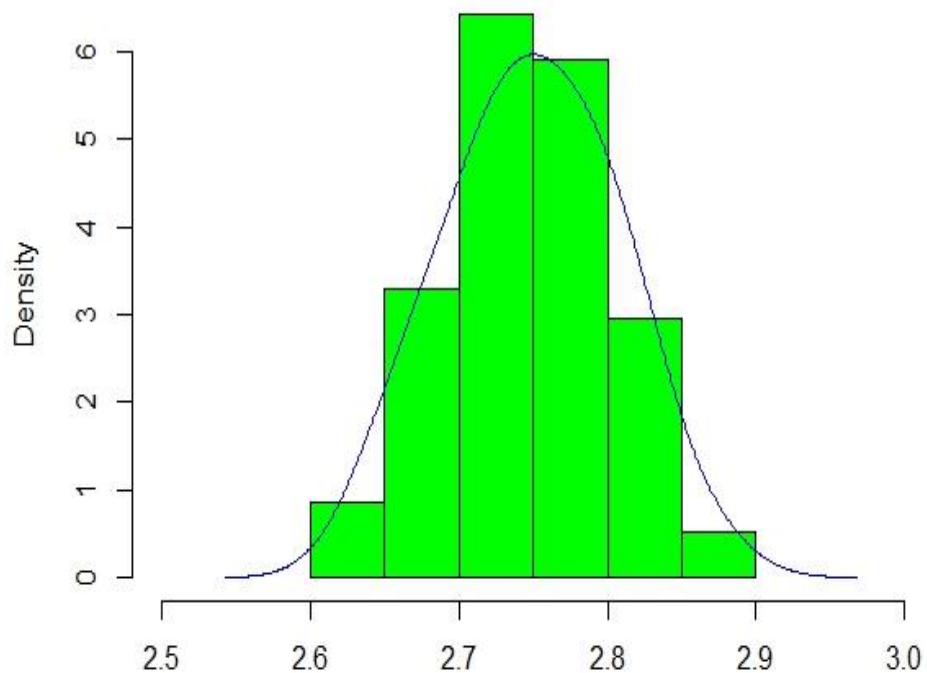


Fuente: elaboración propia.

### 2.5.3. Distribución normal

La distribución normal es la parte de la estadística más conocida. Se construye a partir de dos parámetros: La media y la desviación estándar. Al graficar se tiene una curva bastante parecida a una campana, al partirse por la mitad se tienen formas simétricas respecto de la media debido al comportamiento normal de los datos.

Figura 5. **Función de densidad de probabilidad normal**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar una gráfica de la función de densidad de probabilidad normal no tipificada, en la cual, aún se pueden verificar los bloques del histograma.

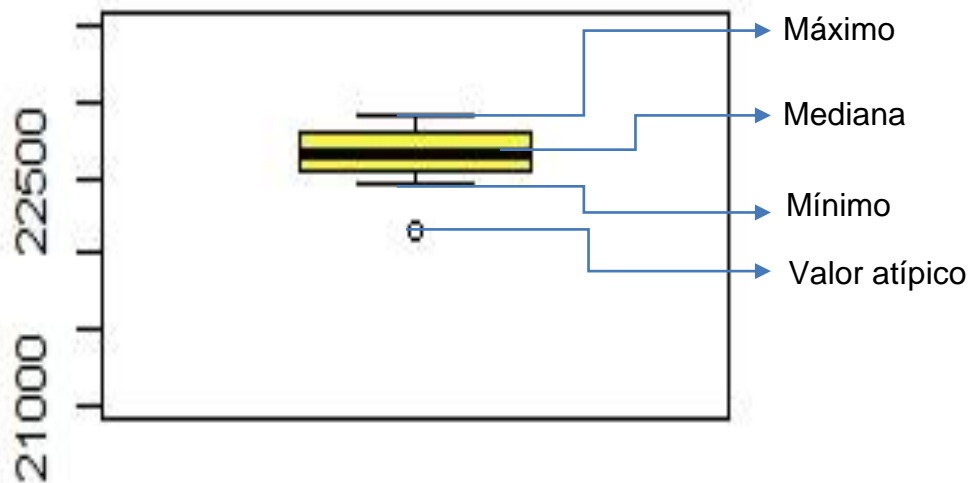
Propiedades de la distribución normal:

- Tiene una única moda, que es igual a su media y su mediana.
- Es simétrica respecto de la media.
- La forma de la campana depende de la media y de la desviación estándar.

#### 2.5.4. Diagrama de cajas y bigotes

Los diagramas de cajas, a veces nombrados diagramas de cajas y bigotes son formas de ver un conjunto de datos gráficamente. Para su representación es necesario obtener tres cuartiles y buscar el valor mínimo y el valor máximo del rango estudiado.

Figura 6. Diagrama de caja y bigotes



Fuente: elaboración propia.

Los diagramas de cajas y bigotes son muy útiles para tener una perspectiva general de un rango de datos, presentan una visión detallada de los

datos y con la gráfica de la distribución normal son herramientas para la toma de decisiones en el control estadístico de los procesos. En el gráfico se puede verificar que si la mediana no se encuentra centrada en la caja principal la distribución no es simétrica. También, en el diagrama se puede verificar si existen datos atípicos (estos datos son los que no concuerdan con un modelo de errores típico del proceso).

### **2.5.5. Variabilidad a corto y largo plazo**

Una vez aceptado que los procesos tienen cierta variación, es importante identificar las fuentes de error que se están metiendo al proceso. Existen por lo general dos fuentes de error en los procesos:

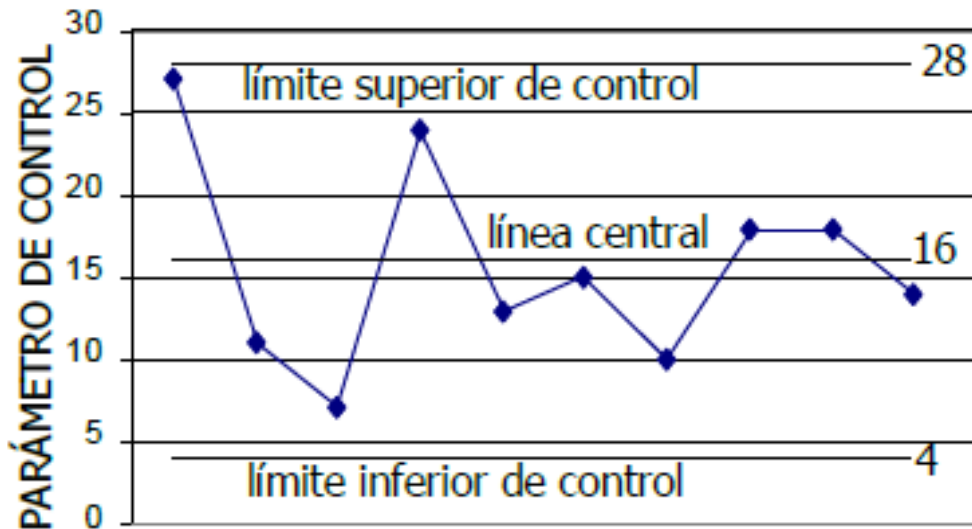
- Variabilidad propia del proceso
- Variabilidad total

### **2.5.6. Diagramas de control**

Los diagramas en el control estadístico de procesos industriales son bastante comunes. No es muy conveniente agrupar los datos, luego tabularlos y al final darse cuenta de que hay tendencias dudosas. Los diagramas de control ayudan a ir vigilando la tendencia de los datos conforme se van recopilando y pueden advertir sobre algún dato o tendencia sospechosa.

Para los diagramas de control es necesario hacer un plan en el muestreo, en función del ritmo de producción y en el lapso entre toma y toma de cada muestra. Esto es debido a que los errores en la maquinaria son función del tiempo y en el número de cantidades producidas.

Figura 7. Representación de un diagrama de control



Fuente: elaboración propia.

El límite superior es el valor máximo que puede tener el rango de valores de la población que se está analizando.

El límite inferior es el valor mínimo que puede tener el rango de valores de la población que se está analizando.

Ambos valores están estrechamente ligados con la capacidad del proceso de cumplir con las expectativas óptimas que se tienen. Ambos datos son acordados con el cliente, dados por alguna norma internacional, por una medida física que depende del acople de otra pieza. Cada proceso debe tener una especificación individual para cada variable de calidad estudiada.

La línea central o valor estándar es el valor de referencia que se desearía obtener si el proceso hipotéticamente no variara. Existen diversas técnicas para



encontrar el valor estándar de un conjunto de mediciones, pero están fuera del alcance de este documento.



### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Variables**

Las variables son todas aquellas magnitudes en un proceso que afectan los resultados. Las variables pueden ser medidas por un analista basándose en técnicas o instrumentos especiales. Las variables de un proceso también pueden ser medidas por instrumentos y de una forma automatizada y así agilizar el proceso y la recolección de datos para la toma de decisiones.

##### **3.1.1. Variables dependientes**

A continuación, se presentan todas las variables que miden de forma directa o indirecta el comportamiento de la producción de hipoclorito de sodio en la formulación primaria. En la tabla se desglosa el nombre de la variable, si es de factor controlable o no controlable y su origen o naturaleza en el proceso productivo. La formulación primaria se refiere a que el origen de la variable se encuentra en la formulación de hipoclorito de sodio al 10 %, es decir que; al hacer reaccionar el hidróxido de sodio con gas cloro en el tanque hermético se produce hipoclorito de sodio de manera estequiométrica.

Las concentraciones se han calculado previamente para llegar a una concentración ideal de 10 % como mínimo. Las variables de control estadístico son las que es necesario medir para llevar a cabo los objetivos planteados y las otras variables son las que dicta la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 necesarias para su cumplimiento.

Tabla II. **Variables dependientes y su origen en la investigación**

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Factor de control</b>	<b>Origen</b>
Kilos de gas cloro consumidos	Controlable	Formulación primaria
Presión de burbujeo de gas cloro	Controlable	Formulación primaria
Temperatura del hipoclorito de sodio producido	No Controlable	Formulación primaria
Tiempo de reacción en la formulación Primaria	Controlable	Formulación primaria
Tamaño de la población de la muestra	Controlable	Control estadístico
Ritmo de muestreo de la población	Controlable	Control estadístico
Mililitros titulados de tiosulfato de sodio	No controlable	COGUANOR NGO 30 035 H1
Concentración de hipoclorito de sodio formulación primaria	No controlable	COGUANOR NGO 30 035 H1
Probabilidad de éxito en la formulación primaria	No controlable	Control estadístico
Cambio de la concentración (estabilidad) hipoclorito de sodio	No controlable	COGUANOR NGO 30 035 H1
Probabilidad de éxito de la estabilidad	No controlable	Control estadístico

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Variables independientes**

Las variables independientes son aquellas que pueden ser manipuladas y afectan directamente a las variables dependientes. Las variables independientes pueden ser modificadas o controladas para delimitar el universo del estudio. En la tabla se desglosa el nombre de la variable, si es de factor controlable o no controlable y su origen o naturaleza en el proceso productivo. La formulación primaria se refiere a que el origen de la variable se encuentra en la formulación de hipoclorito de sodio al 10 %.

Tabla III. **Variables independientes y su origen en la investigación**

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Factor de control</b>	<b>Origen</b>
Galones del lote producido	Controlable	Formulación primaria
Kilos de soda cáustica	Controlable	Formulación primaria
Temperatura ambiente	No controlable	Formulación primaria
Tamaño de la alícuota a analizar	Controlable	COGUANOR NGO 30 035 H1

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Delimitación de campo de estudio**

El campo de estudio de la investigación se limitó a cuantificar la concentración del hipoclorito de sodio (NaClO) basándose en la metodología descrita por la norma COGUANOR NGO 30 035 H1. Así mismo, se hizo el estudio de estabilidad de la concentración del hipoclorito de sodio en los días estipulados y en las condiciones que se establecen.

En La propuesta de implementación de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 se realizaron las cuantificaciones de los lotes producidos con la misma metodología, mismos tiempos de formulación, misma receta de fabricación y con las mismas materias primas y sus calidades. La propuesta de implementación es una herramienta para la validación del proceso productivo y que podrá admitir o rechazar modificaciones al proceso productivo luego de implementada.

La presente investigación usó las instalaciones de la empresa y sus recursos, tanto físicos como de personal.

### **3.3. Recursos humanos disponibles**

Investigador: David Augusto de los Santos Chonay

Asesor: Ing. Walter Armando Mansilla

Profesional encargado en la planta: Ing. Sergio López

Terna evaluadora de la escuela de Ingeniería Química:

- Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
- Inga. Adela Marroquín González
- Ing. Sergio Alejandro Recinos

### **3.4. Recursos materiales disponibles**

Para realizar la propuesta de Implementación de la norma COGUANRO NGO 30 035 H1 es necesario contar como mínimo con los siguientes bienes por parte de la empresa. Esto es con el fin de asegurar que las instalaciones, equipos y la materia prima se encuentren disponibles al momento de necesitarlos.

#### **3.4.1. Reactivos para ensayo de concentración**

Indicador almidón: mezclar 0,5 gramos de almidón en 5 mL de agua destilada, fría. Adicionar 95 mL de agua destilada a 100 grados Celsius.

Tiulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ): disolver 25 gramos de tiosulfato de sodio pentahidratado en cristales en agua destilada. Aforar a 1 litro con agua destilada.

Yoduro de potasio (KI): se disuelven de 2 a 3 gramos yoduro de potasio en Cristales (libre de yodato) y se afora a 50 mL con agua destilada fría.

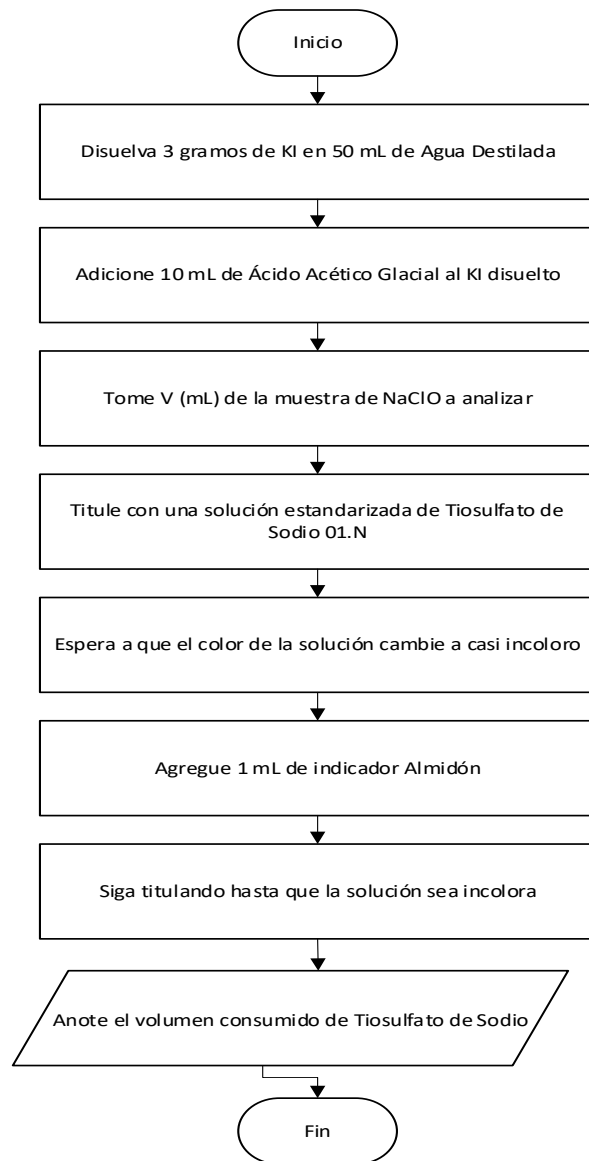
Ácido acético glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ): grado reactivo para ensayos químicos.

Muestras de hipoclorito de sodio: tomadas en las mismas condiciones

### 3.5. Técnica cuantitativa

La técnica cuantitativa se basa en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio.

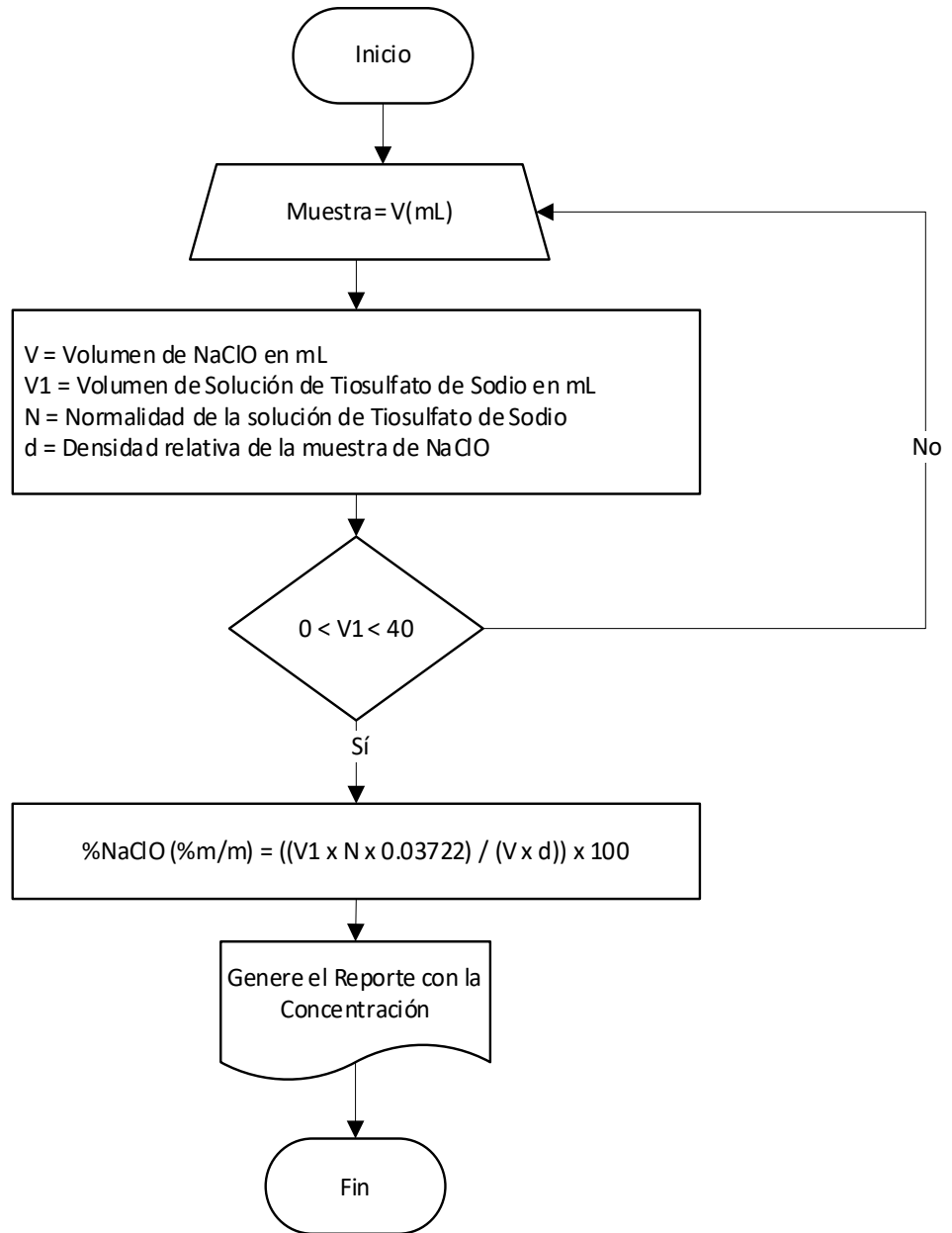
Figura 8. Diagrama de flujo de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1



Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Cálculos de la concentración de hipoclorito de sodio



Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Recolección y ordenamiento de la información

A continuación, se presentan los formatos para la recolección de datos de una forma secuencial, ordenada y metódica para las constantes y las variables en el proceso de la formulación primaria de hipoclorito de sodio (NaClO).

#### 3.6.1. Toma de datos de la formulación primaria

Debido al diseño del reactor y a la reacción de síntesis del hipoclorito de sodio, en la presente investigación es necesario que se varien varios parámetros constantes. Esto con el fin de realizar menos corridas y menos niveles de inspecciones. En la siguiente tabla se enlistan las constantes fijadas en esta investigación.

Tabla IV. Toma de datos de las constantes en lotes de producción

Documento RCDC-CTC-001

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

Fecha de Producción \_\_\_\_\_

Tamaño del Lote a Formular \_\_\_\_\_ Galones

Lote del Hipoclorito de Sodio a formular \_\_\_\_\_

**Toma de Datos de las Constantes en Cada lote de Producción**

Analista	Lote NaOH	Lote Cl <sub>2</sub>	Lote H <sub>2</sub> O	Kg NaOH	Kg Cl <sub>2</sub>	Galones H <sub>2</sub> O	Presión Cl <sub>2</sub>	Temperatura Ambiente	Supervisor
Analista i	Lote i	Lote y	Lote j	Kg i	Kg y	Galones j	Presión y	Temperatura i	Supervisor i

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Determinación del tamaño de la muestra**

Documento RCDC-CTC-002

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

Fecha de Producción \_\_\_\_\_

Tamaño del Lote a Formular \_\_\_\_\_ Galones

Lote del Hipoclorito de Sodio a formular \_\_\_\_\_

**Determinación del Tamaño de la Muestra en Función del tamaño del Lote**

Tamaño de la Población (N)		Variables del diseño Estadístico			
Galones a formular de Hipoclorito de Sodio (A)	Conversión a mL (N)= (A)*3785	Nivel Confianza (Za)	Probabilidad de Éxito (p)	Probabilidad de Fracaso (q)	Error Porcentual (d)
<b>Ai Galones</b>	<b>3785*Ai mL</b>	95%	95%	5%	5%

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

Cantidad de mL a analizar en función del lote de producción n =

---

Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Diseño de análisis de concentración de hipoclorito de sodio

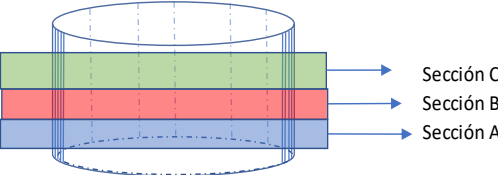
En la tabla siguiente se estructura la toma de datos que la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 requiere para la determinación de la concentración de hipoclorito de sodio.

Tabla VI. Cálculo de las concentraciones de hipoclorito de sodio

Documento RCDC-CTC-003

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

**Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa**



Lote de Hipoclorito de Sodio \_\_\_\_\_

Fecha de Producción \_\_\_\_\_

Tamaño del Lote a Formular \_\_\_\_\_

Muestra	Sección	mL. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1*N*0.03722)}{(V*d)}*100$
1	A	Vi	di	V1i	Ni	Ci
2	A	Vi+1	di+1	V1i+1	Ni	Ci+1
3	A	Vi+2	di+2	V1i+2	Ni	Ci+2
4	A	Vi+3	di+3	V1i+3	Ni	Ci+3
5	A	Vi+4	di+4	V1i+4	Ni	Ci+4
6	A	Vi+5	di+5	V1i+5	Ni	Ci+5
7	B	Vi+6	di+6	V1i+6	Ni	Ci+6
8	B	Vi+7	di+7	V1i+7	Ni	Ci+7
9	B	Vi+8	di+8	V1i+8	Ni	Ci+8
10	B	Vi+9	di+9	V1i+9	Ni	Ci+9
11	B	Vi+10	di+10	V1i+10	Ni	Ci+10
12	B	Vi+11	di+11	V1i+11	Ni	Ci+11
13	C	Vi+12	di+12	V1i+12	Ni	Ci+12
14	C	Vi+13	di+13	V1i+13	Ni	Ci+13
15	C	Vi+14	di+14	V1i+14	Ni	Ci+14
16	C	Vi+15	di+15	V1i+15	Ni	Ci+15
17	C	Vi+16	di+16	V1i+16	Ni	Ci+16
18	C	Vi+17	di+17	V1i+17	Ni	Ci+17

Fuente: elaboración propia.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de la planificación del muestreo sin homogenizar

A continuación, se muestran los resultados de la concentración de hipoclorito de sodio en las pruebas realizadas a 5 y 7 horas.

Tabla VII. **Muestreo en la formulación primaria MP07 sin homogenizar**

Muestra analizada/ número de lote	MP07-150119 5 Horas de agitación	MP07-150119 7 Horas de agitación
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,6605	10,2731
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,6930	10,2819
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,6587	10,2367
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,7247	10,2411
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,6569	10,2775
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,6912	10,2499
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,2008	10,2411
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,2052	10,2473
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1685	10,2731
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,2097	10,2446
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,2052	10,2455
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,2079	10,2731
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,0079	10,2393
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	9,9655	10,2731
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,0079	10,2740
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	9,9989	10,2731
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,0079	10,2420
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	9,9744	10,2446

Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Resultados de la planificación del muestreo lotes homogenizados

A continuación, se muestran los resultados de la concentración de hipoclorito de sodio en las pruebas realizadas con la solución homogenizada.

Tabla VIII. **Muestreo en la formulación primaria MP07-MP10**

Muestra analizada/ número de lote	MP07-150119	MP08-180119	MP09-220119	MP10-250119
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,2499	10,1801	10,1115	10,0812
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,2775	10,1827	10,1141	10,0829
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,2881	10,2149	10,1462	10,0803
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,2720	10,1977	10,1290	10,0925
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,2685	10,1626	10,0941	10,0984
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,2411	10,2166	10,0838	10,0942
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,2473	10,2122	10,1115	10,1159
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,2643	10,1568	10,1524	10,1717
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,2758	10,1977	10,1290	10,1211
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,2784	10,1889	10,1202	10,1150
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,2643	10,1827	10,1141	10,1413
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,2490	10,1801	10,1471	10,1445
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,2756	10,2299	10,1559	10,1550
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,2793	10,1629	10,0960	10,1325
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,2764	10,1889	10,1220	10,1246
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,2722	10,1655	10,1316	10,1021
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,2634	10,2021	10,1342	10,1351
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,2490	10,1889	10,1220	10,1211

Fuente: elaboración propia.

**Tabla IX. Muestreo en la formulación primaria MP11-MP14**

Muestra analizada/ número de lote	MP11-280119	MP12-310119	MP13-040219	MP14-060219
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,0829	10,1424	10,1445	10,1413
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0803	10,1215	10,0875	10,1188
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,0777	10,0926	10,0666	10,1317
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,0794	10,1013	10,0881	10,1396
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1386	10,1494	10,1521	10,1384
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,0994	10,0996	10,1175	10,1551
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,1237	10,0752	10,0943	10,2000
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,1664	10,0699	10,0889	10,1012
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1167	10,1283	10,1205	10,0412
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1404	10,0725	10,0919	10,1544
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1141	10,1459	10,0664	10,0896
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,1419	10,1013	10,1181	10,1440
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1515	10,1057	10,0671	9,9947
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1255	10,1101	10,1136	10,1008
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1159	10,0769	10,1157	10,1770
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,1021	10,1415	10,1127	10,0953
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1124	10,0725	10,1115	10,0669
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,1386	10,1415	10,1160	10,0507

Fuente: elaboración propia.

**Tabla X. Muestreo en la formulación primaria MP15-MP18**

Muestra analizada/ número de lote	MP15-060219	MP16-110219	MP17-140219	MP18-190219
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,0967	10,1253	10,0934	10,1649
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0758	10,1157	10,0862	10,1593
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,0911	10,0165	10,0569	10,1839
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,0829	10,0146	9,9873	10,1715
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1059	9,9919	10,0070	10,1462
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,0863	10,0602	9,9576	10,0554
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,0907	10,0353	10,0638	10,1020
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,0727	10,0793	10,0874	10,1289
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1577	10,0863	10,0865	10,1053
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1526	10,0666	10,0452	10,0681
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1339	10,1025	10,1200	10,1007
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,1208	10,0835	10,0014	10,1388
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,0962	10,0423	10,0211	10,0897
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1091	10,0475	10,0827	10,1530
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1057	9,9898	9,9898	10,1689
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,1490	10,0382	10,0276	10,1230
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1552	10,0424	9,9756	10,1853
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,1173	10,0939	9,9285	10,1560

Fuente: elaboración propia.



**Tabla XI. Muestreo en la formulación primaria MP19-MP22**

Muestra analizada/ número de lote	MP19-210219	MP20-260219	MP21-280219	MP22-040319
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,0099	10,1464	10,1069	10,0815
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0841	10,1005	10,1111	10,1108
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,0940	10,1068	10,0982	10,1245
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,2127	10,0596	10,1061	10,1569
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1779	10,0792	10,1495	10,1948
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,1052	10,0941	10,1380	10,1351
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,0566	10,1255	10,1248	10,1184
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,2078	10,1896	10,1670	10,0887
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1887	10,2094	10,1279	10,1485
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1835	10,1170	10,0933	10,1589
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1309	10,0410	10,1368	10,1302
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,0660	10,1427	10,0873	10,1177
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,0757	10,1654	10,1205	10,1164
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,0898	10,0664	10,1251	10,0936
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1661	10,0486	10,1726	10,1620
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,0837	10,1243	10,1513	10,1054
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,0294	10,1125	10,1666	10,1370
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,1327	10,1322	10,1115	10,0894

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XII. Muestreo en la formulación primaria MP23-MP26**

Muestra analizada/ número de lote	MP23-080319	MP24-120319	MP25-150319	MP26-180319
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,1164	10,0312	10,1086	10,0380
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,1270	10,0534	10,0643	10,0426
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,1476	10,0996	10,0889	10,0323
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,1706	10,0926	10,0797	10,0470
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1199	10,1147	10,0948	10,0605
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,1633	10,1125	10,0726	10,0777
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,1670	10,0957	10,0665	10,0901
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,0708	10,0796	10,0472	10,1152
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1531	10,1260	10,1131	10,0276
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1509	10,0606	10,0304	10,1046
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1137	10,0765	10,1129	10,1115
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,0875	10,0438	10,0826	10,1003
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1270	10,0892	10,0839	10,0986
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1013	10,0763	10,1184	10,0840
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1072	10,0321	10,0866	10,0755
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,1805	10,1038	10,0725	10,0343
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1119	10,0719	10,0766	10,0627
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,1599	10,1097	10,0369	10,0598

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIII. Muestreo en la formulación primaria MP27-MP30**

Muestra analizada/ número de lote	MP27-210319	MP28-260319	MP29-290319	MP30-020419
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,1015	10,1005	10,0859	10,1149
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0430	10,0889	10,0768	10,1239
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,0871	10,0793	10,1277	10,1594
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,1408	10,1280	10,1183	10,1446
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1357	10,1387	10,1028	10,1129
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,0925	10,1063	10,0970	10,1334
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,1274	10,1099	10,1178	10,0814
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,1606	10,0825	10,1352	10,1207
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,0738	10,0691	10,1412	10,1124
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,0519	10,0546	10,1129	10,1067
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,0686	10,1863	10,1145	10,0930
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,1134	10,1124	10,1078	10,1658
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1035	10,0974	10,1069	10,0899
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1262	10,1250	10,0892	10,0998
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,0677	10,1500	10,1263	10,1105
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,2009	10,1320	10,1263	10,0960
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1343	10,1348	10,0829	10,1353
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,0844	10,0679	10,1250	10,0733

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XIV. Muestreo en la formulación primaria MP31-MP34**

Muestra analizada/ número de lote	MP31-040419	MP32-090419	MP33-120419	MP34-150419
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,1405	10,1131	10,0896	10,0602
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,1368	10,1360	10,1384	9,9762
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,1202	10,1567	10,0858	10,0740
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,0949	10,1390	10,1503	10,0416
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,1428	10,1100	10,1257	10,1001
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,1259	10,0899	10,1498	10,0656
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,0929	10,1264	10,0977	10,1423
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,0804	10,1404	10,1287	10,0767
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,0957	10,1307	10,1370	10,1490
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1195	10,1359	10,1095	10,1154
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1478	10,1388	10,1285	10,1415
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,1668	10,0904	10,1535	10,0832
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1488	10,1557	10,1280	10,1503
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,0966	10,1652	10,1654	10,0625
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1390	10,1305	10,1494	10,1522
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,1447	10,1292	10,1707	10,1165
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,0827	10,1000	10,1323	10,1177
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,1060	10,1108	10,1382	10,0576

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XV. Muestreo en la formulación primaria MP35-MP38**

Muestra analizada/ número de lote	MP35-160419	MP36-220419	MP37-250419	MP38-280419
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,1139	10,1005	10,0856	10,1159
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0820	10,0737	10,1081	10,0744
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,1258	10,0902	10,0615	10,1283
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,1011	10,1107	10,0764	10,1390
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,0983	10,1141	10,1595	10,1066
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,1411	10,1014	10,1050	10,0937
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,0741	10,0945	10,1350	10,1004
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,1304	10,0987	10,1555	10,0653
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,1074	10,1275	10,1284	10,1387
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1392	10,0963	10,1672	10,0715
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1126	10,1462	10,0951	10,1454
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,1030	10,1448	10,1420	10,1301
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1007	10,1153	10,1152	10,1266
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1868	10,0446	10,0800	10,0886
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,0718	10,0293	10,0897	10,0709
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,1121	10,0975	10,0944	10,0890
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1547	10,0727	10,0935	10,1592
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,0688	10,0970	10,1529	10,1375

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XVI. Muestreo en la formulación primaria MP39-MP40**

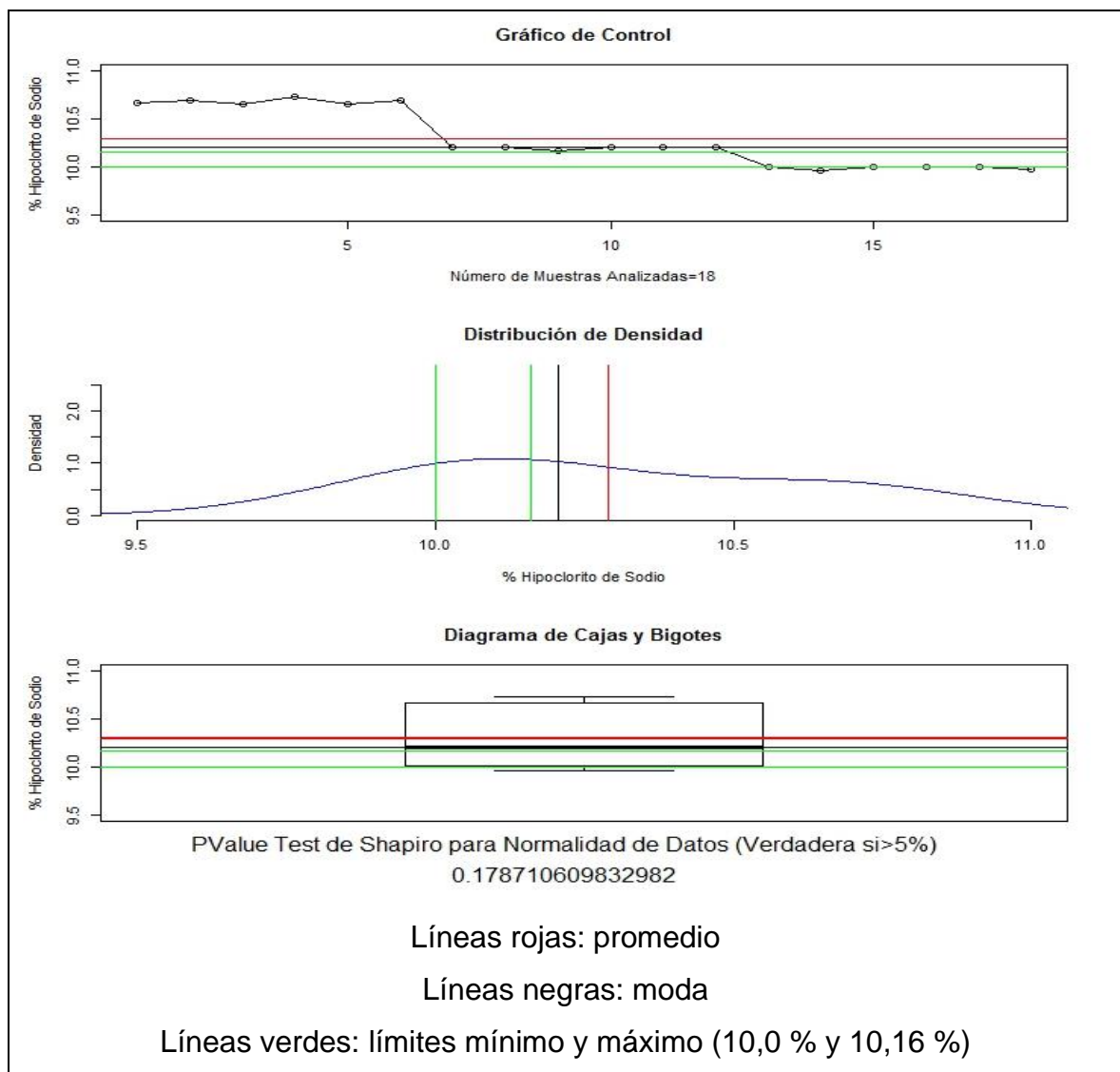
Muestra analizada/ número de lote	MP39-020519	MP40-060519
Muestra 1 % hipoclorito de sodio	10,1120	10,1041
Muestra 2 % hipoclorito de sodio	10,0779	10,0971
Muestra 3 % hipoclorito de sodio	10,0577	10,1033
Muestra 4 % hipoclorito de sodio	10,1029	10,1060
Muestra 5 % hipoclorito de sodio	10,0872	10,0692
Muestra 6 % hipoclorito de sodio	10,1141	10,0762
Muestra 7 % hipoclorito de sodio	10,1379	10,0942
Muestra 8 % hipoclorito de sodio	10,1075	10,1269
Muestra 9 % hipoclorito de sodio	10,0800	10,1281
Muestra 10 % hipoclorito de sodio	10,1250	10,1041
Muestra 11 % hipoclorito de sodio	10,1130	10,1086
Muestra 12 % hipoclorito de sodio	10,0795	10,0963
Muestra 13 % hipoclorito de sodio	10,1580	10,0962
Muestra 14 % hipoclorito de sodio	10,1141	10,1118
Muestra 15 % hipoclorito de sodio	10,1018	10,1168
Muestra 16 % hipoclorito de sodio	10,0962	10,1211
Muestra 17 % hipoclorito de sodio	10,1074	10,1215
Muestra 18 % hipoclorito de sodio	10,0978	10,1021

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Resultados del plan estadístico del muestreo sin homogenizar

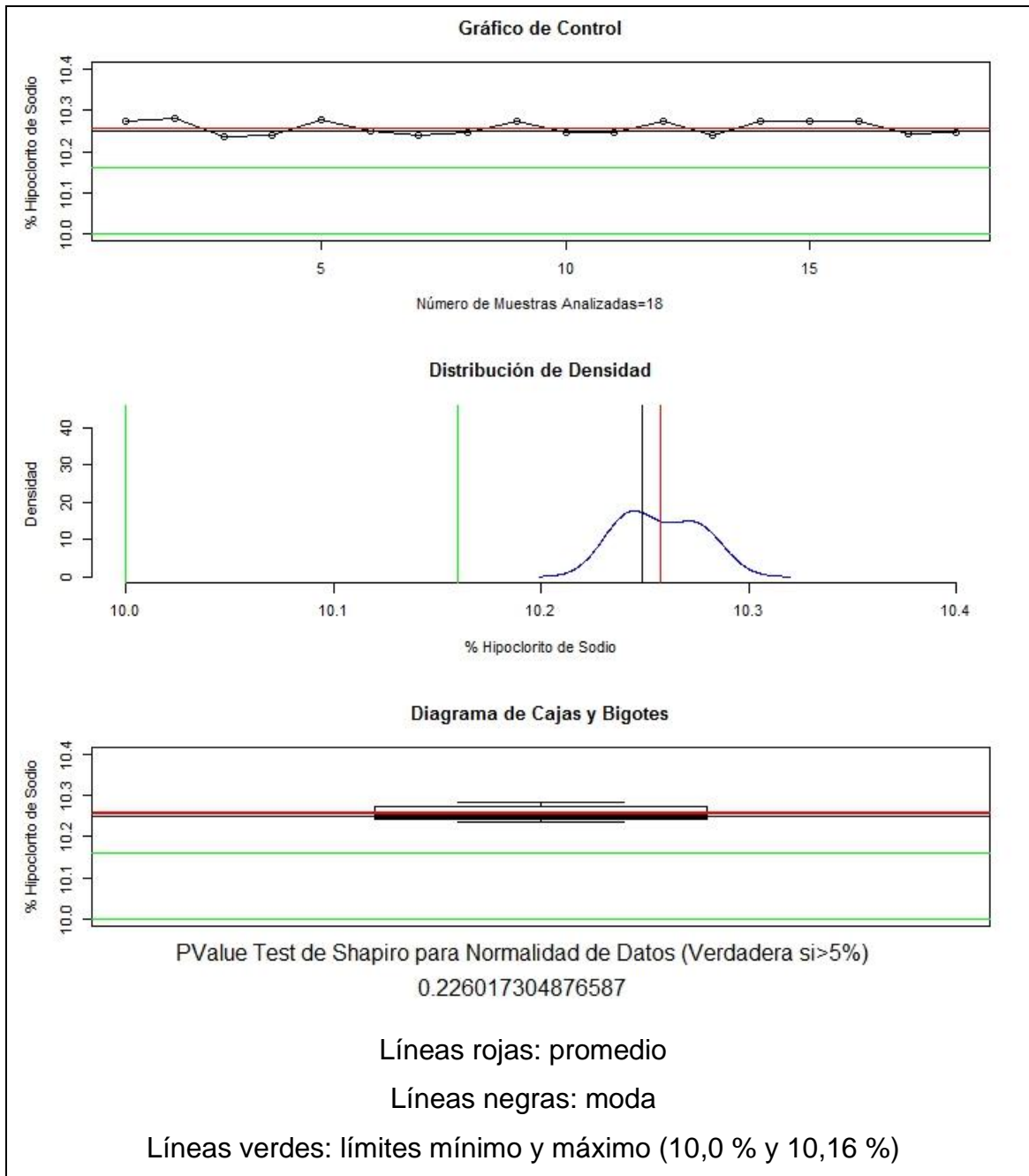
A continuación, se presentan los resultados de los lotes de producción estudiados sin haber sido homogenizados en el tanque de reacción.

Figura 10. Liberación MP07-150119 5 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Liberación MP07-150119 7 horas de agitación



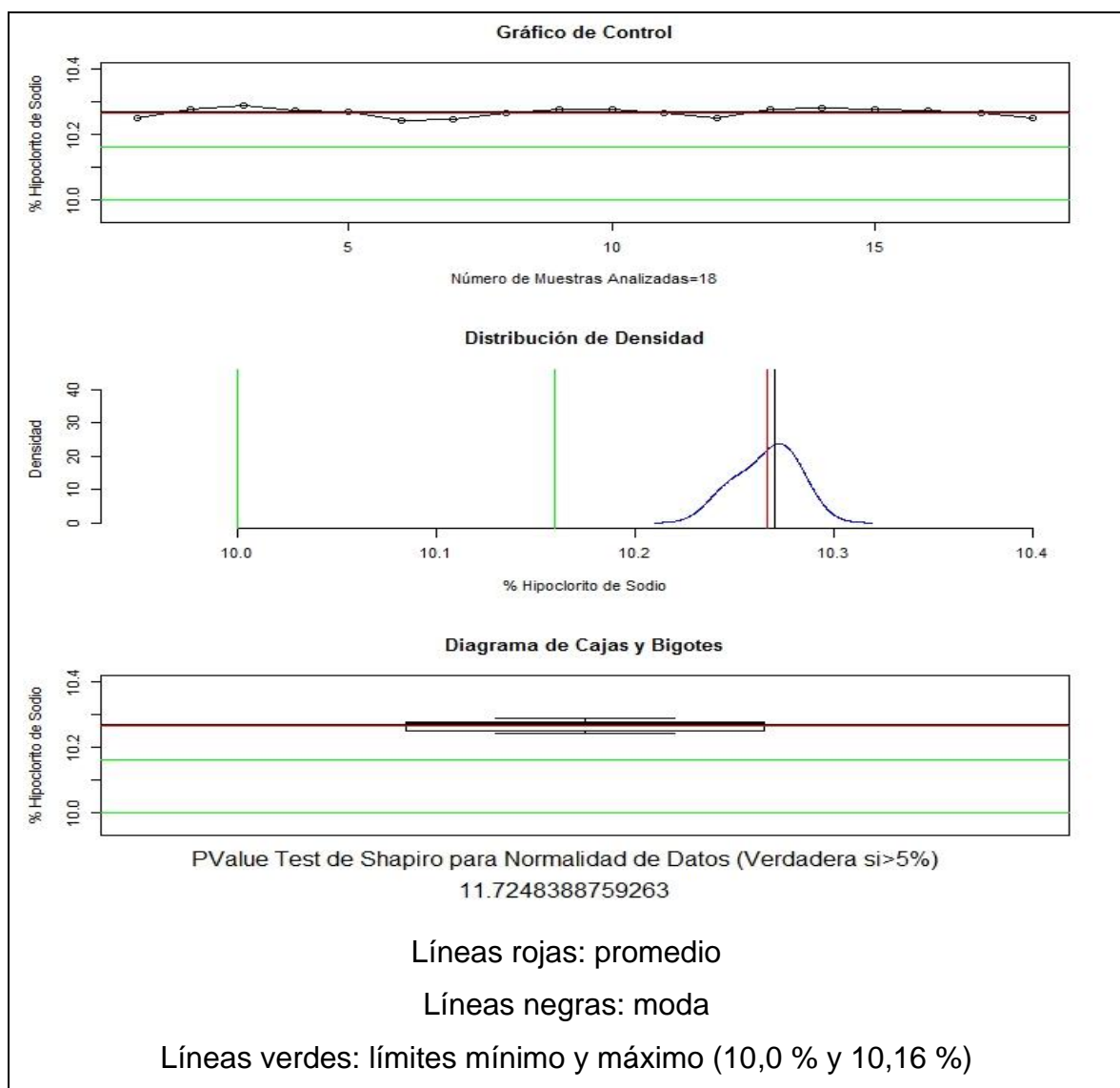
Fuente: elaboración propia.



#### 4.4. Resultados del plan estadístico del muestreo homogenizado

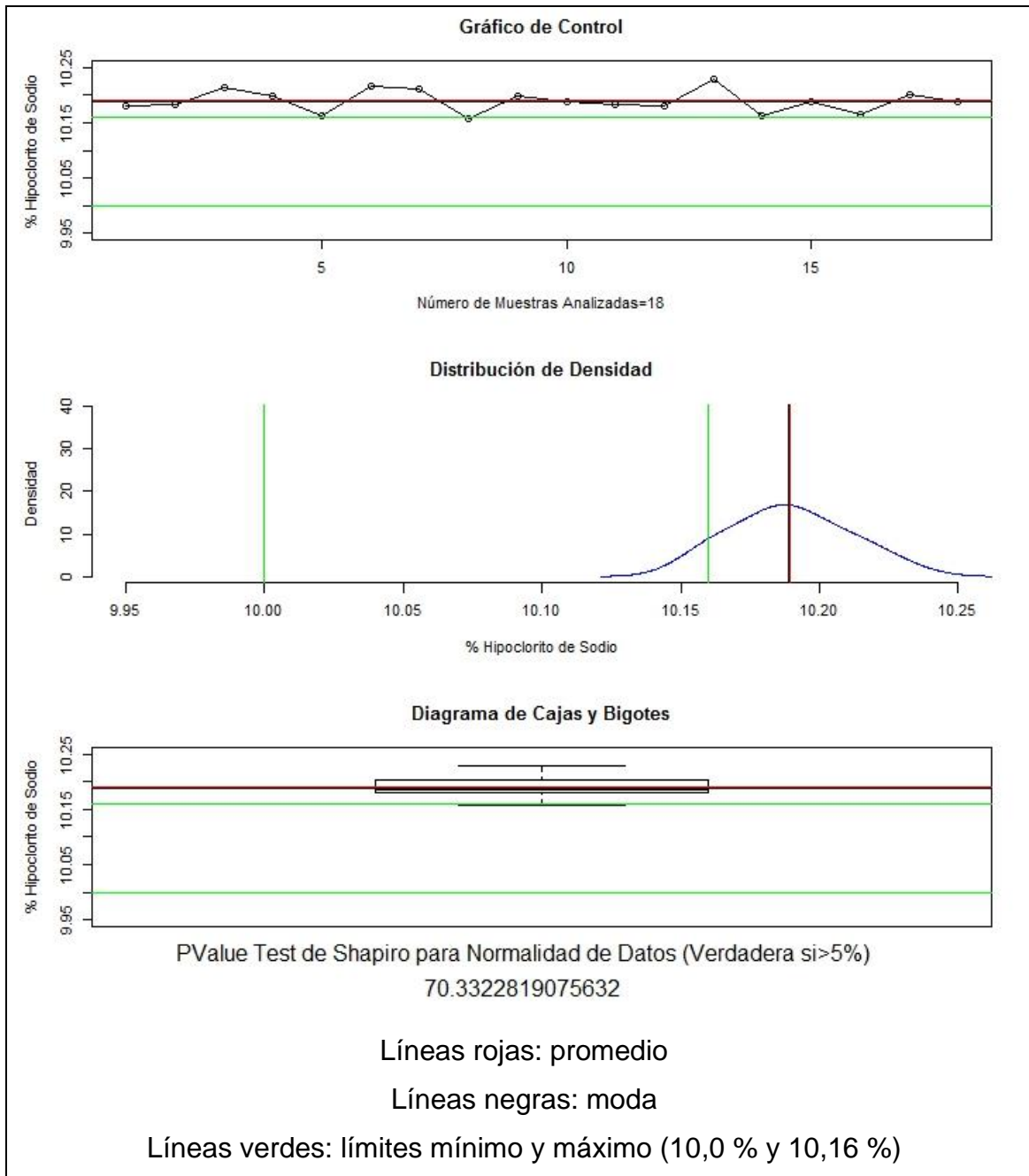
A continuación, se presentan los resultados de los lotes de producción estudiados homogenizados en el tanque de reacción.

Figura 12. Liberación MP07-150119 8 horas de agitación



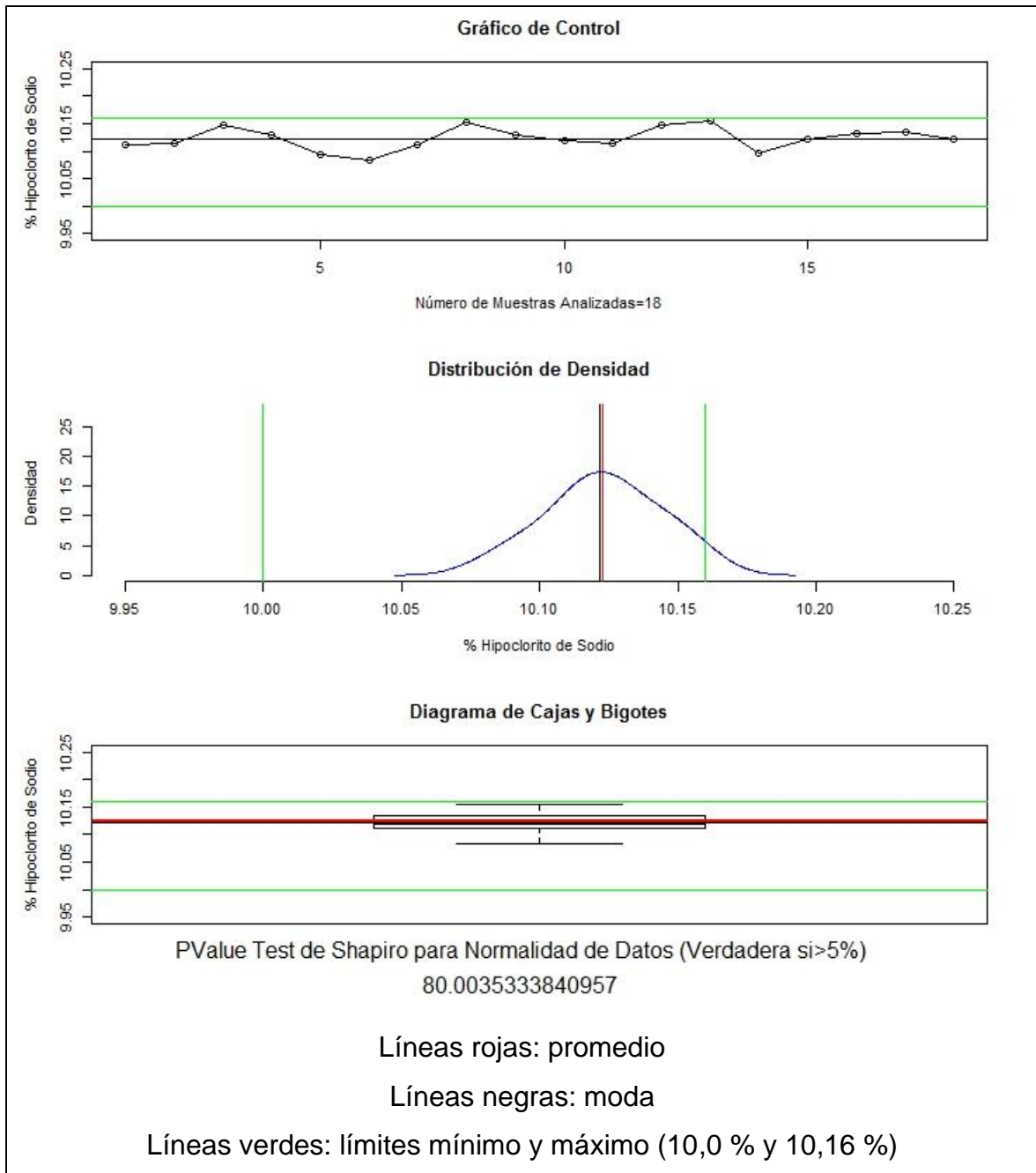
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Liberación MP08-180119 8 horas de agitación



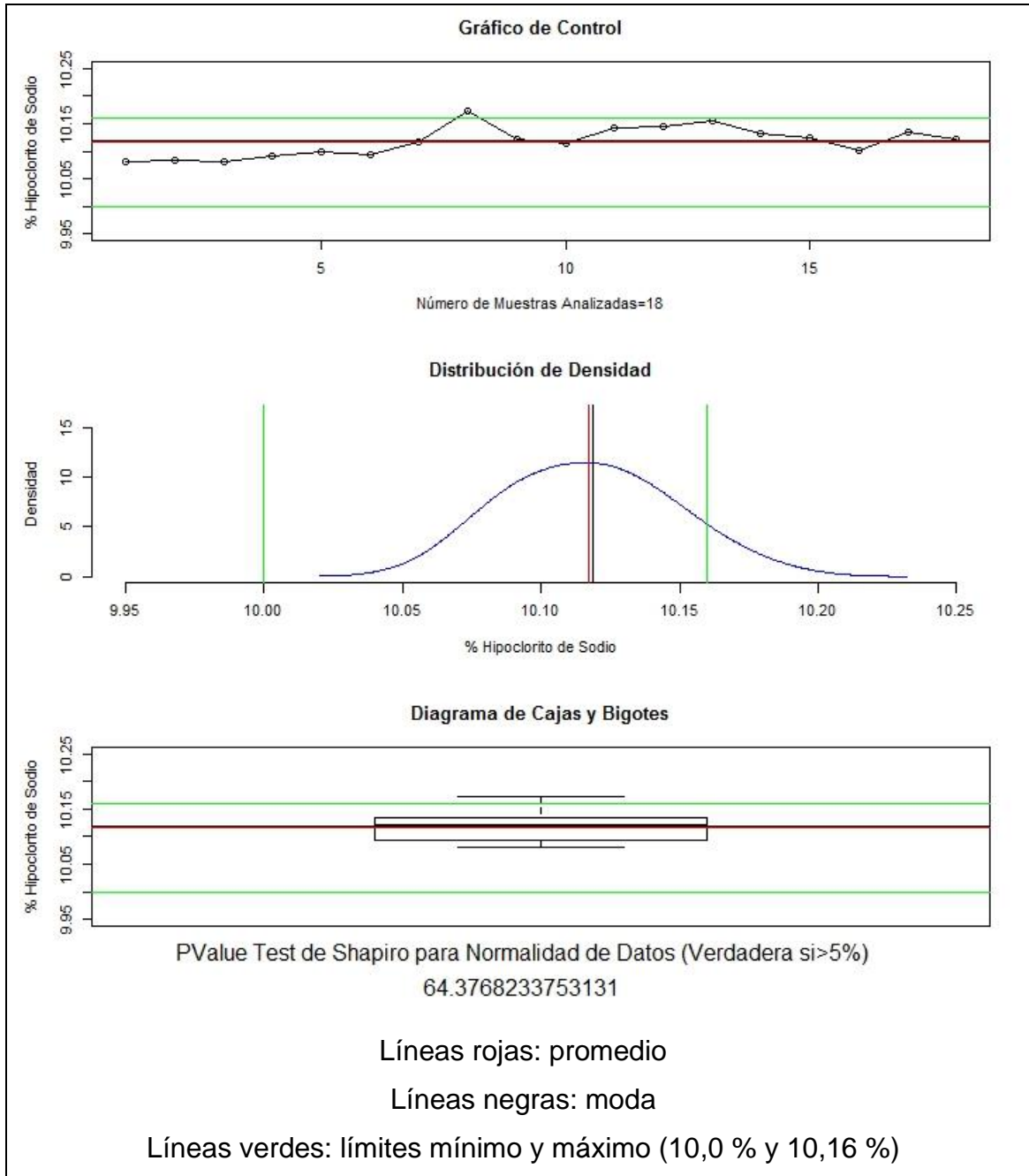
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Liberación MP09-220119 8 horas de agitación



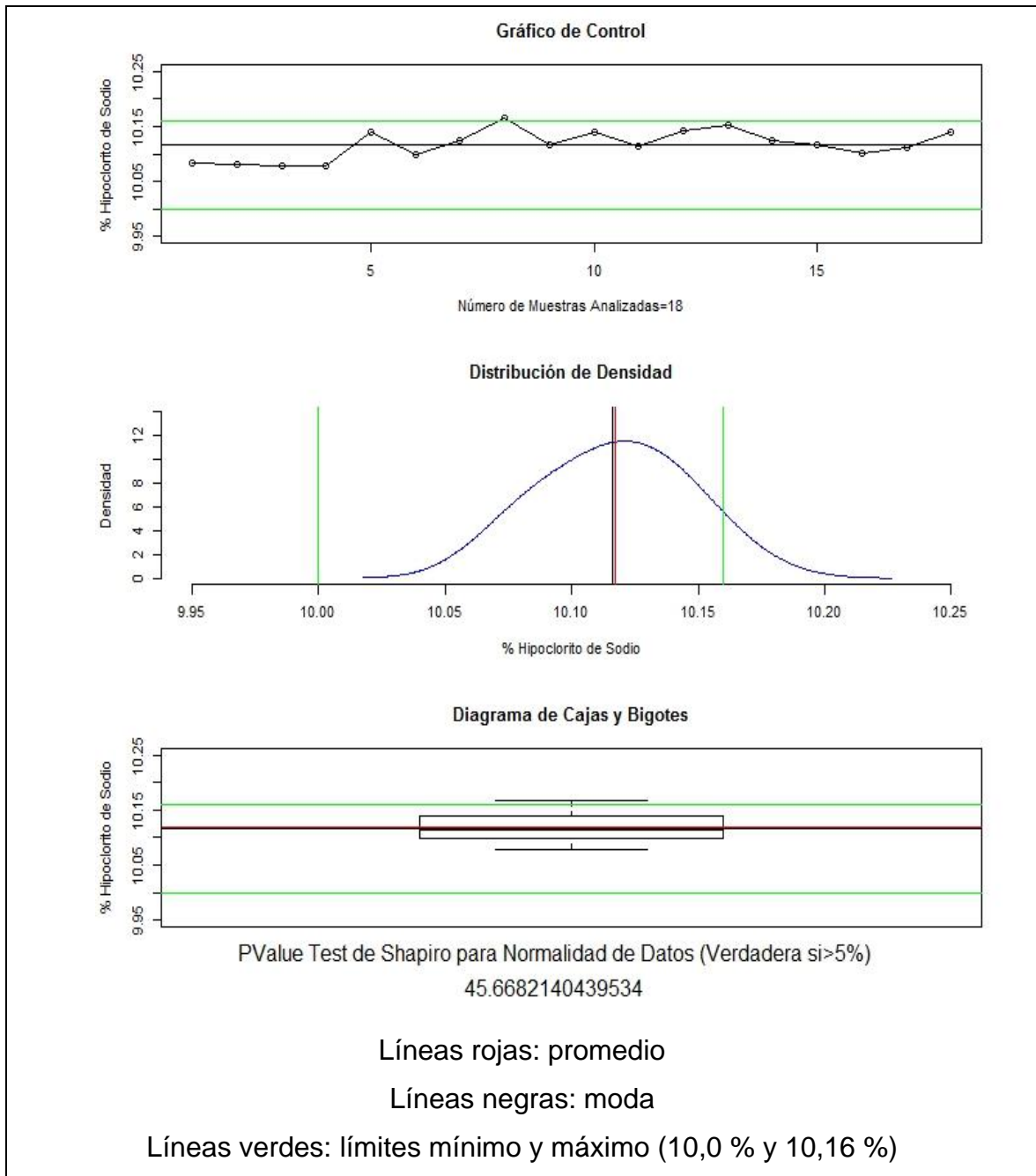
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Liberación MP10-250119 8 horas de agitación



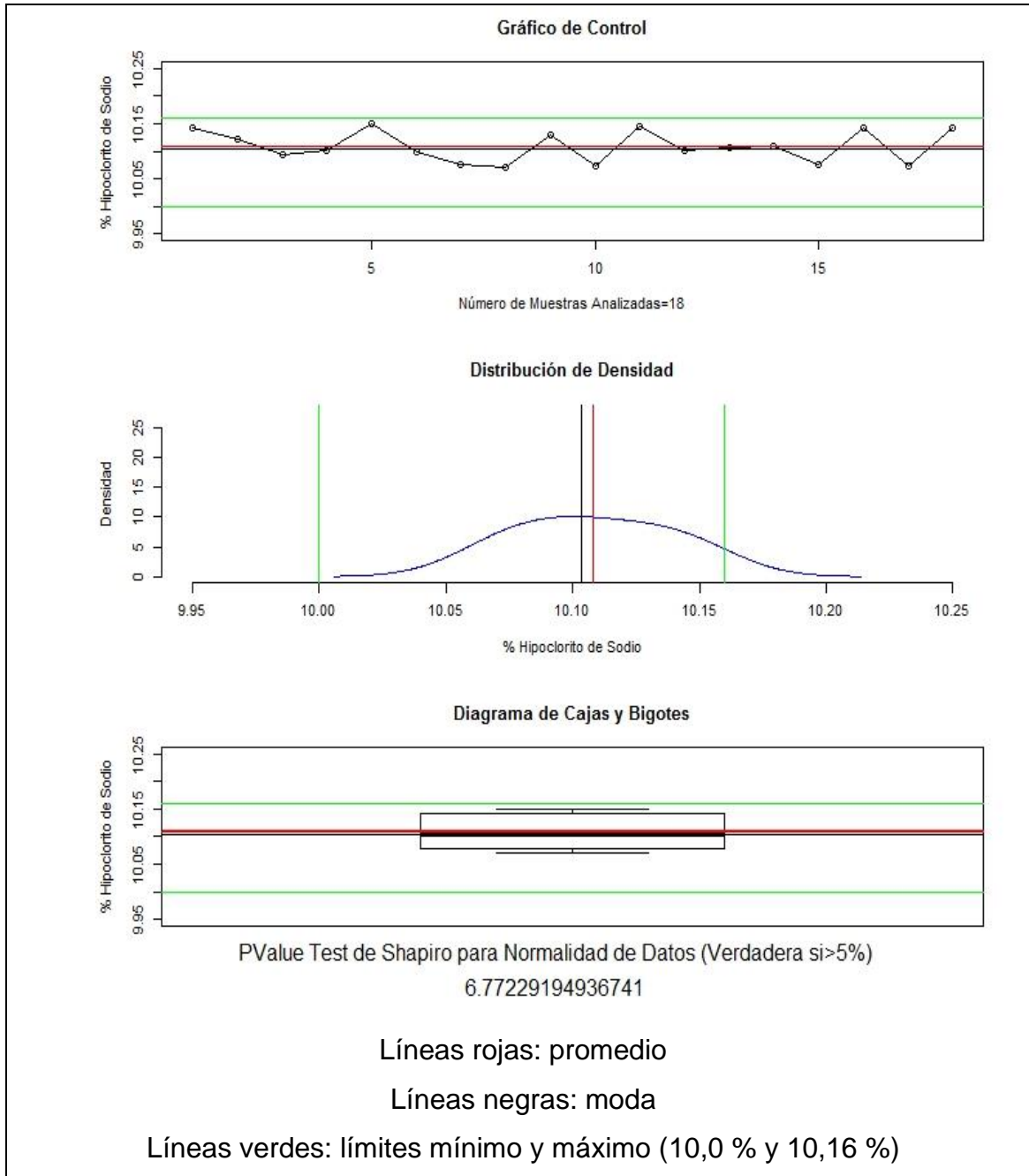
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Liberación MP11-280119 8 horas de agitación



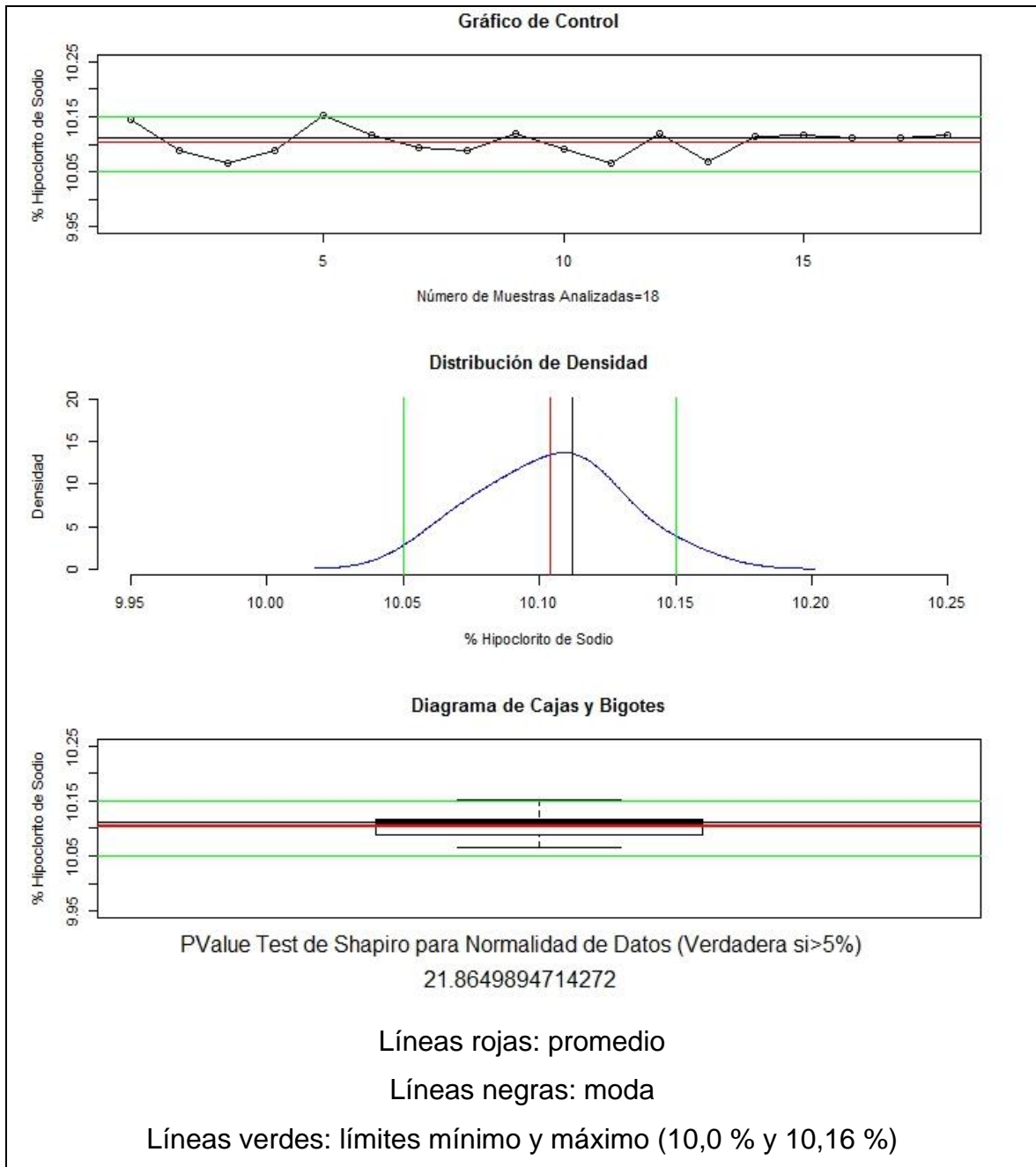
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Liberación MP12-310119 8 horas de agitación



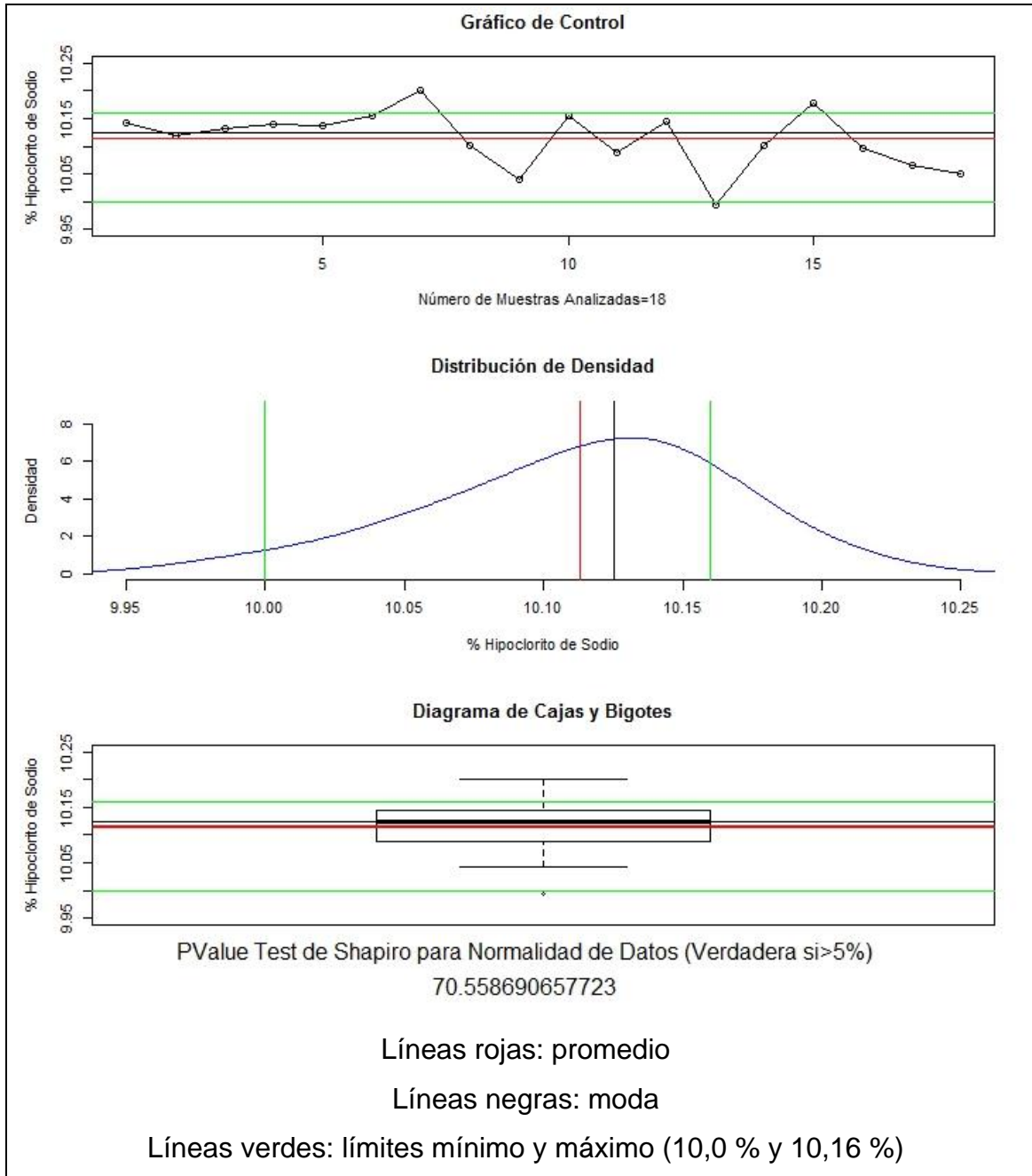
Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Liberación MP13-040219 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

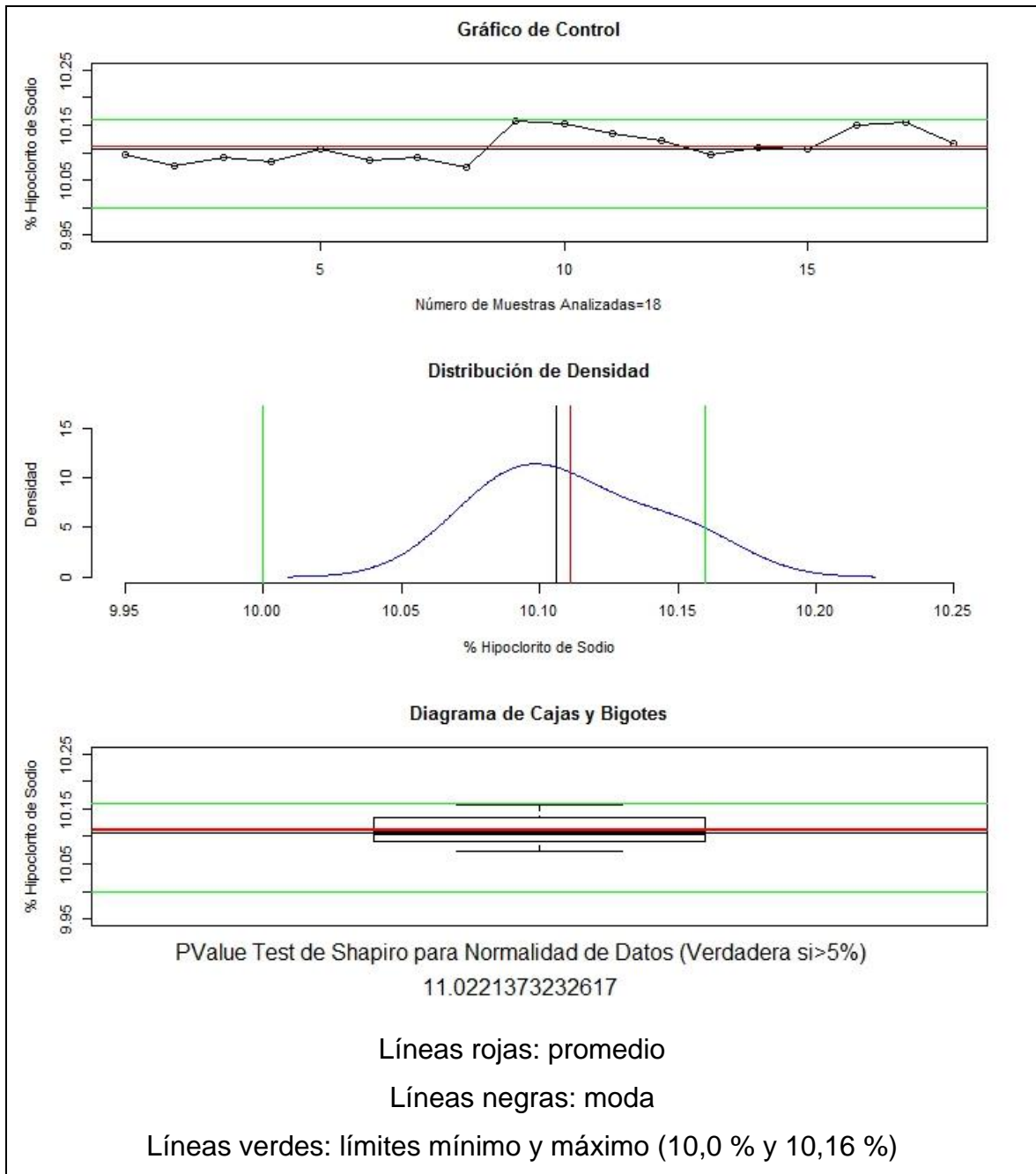
Figura 19. Liberación MP14-060219 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

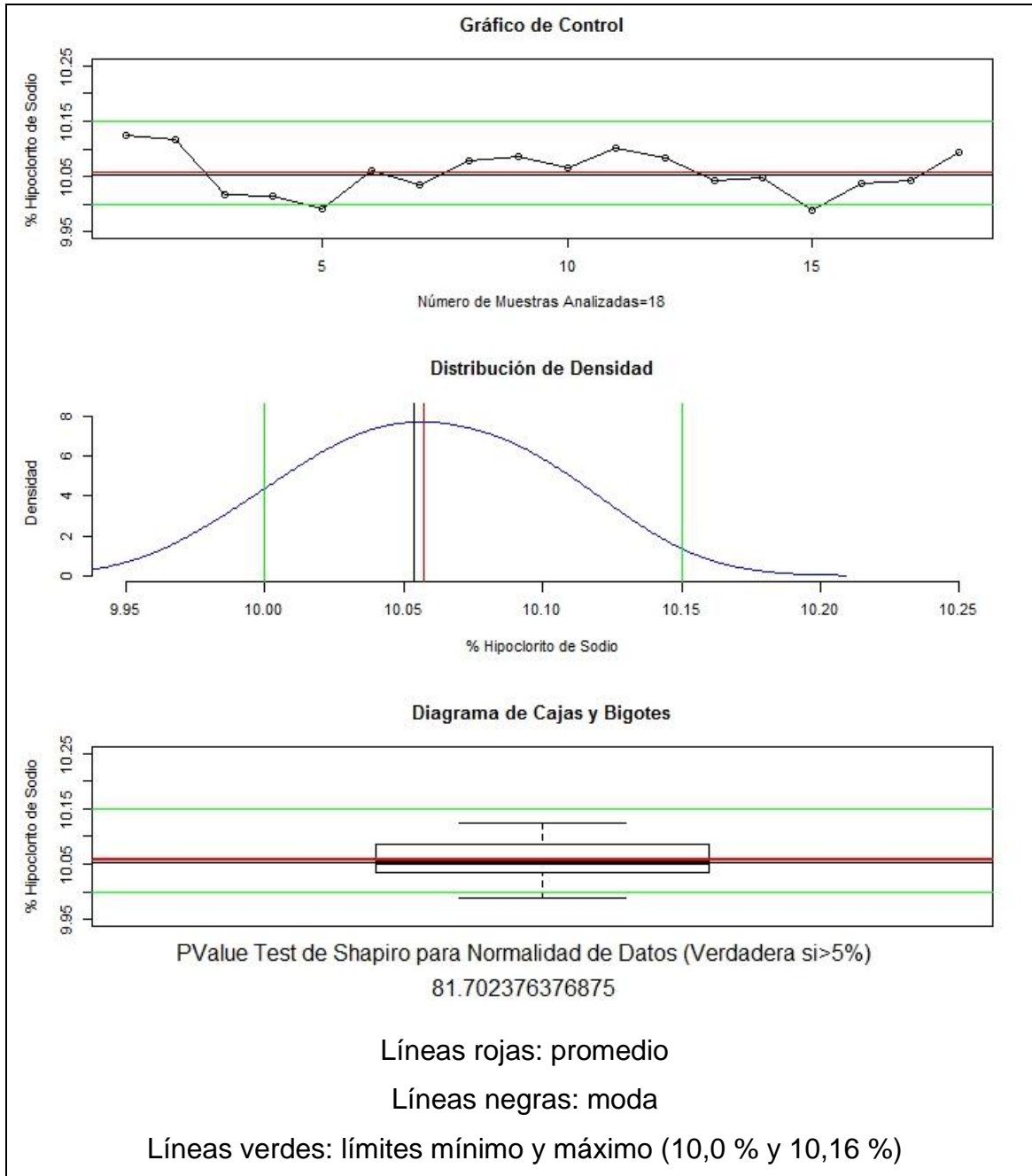


Figura 20. Liberación MP15-070219 8 horas de agitación



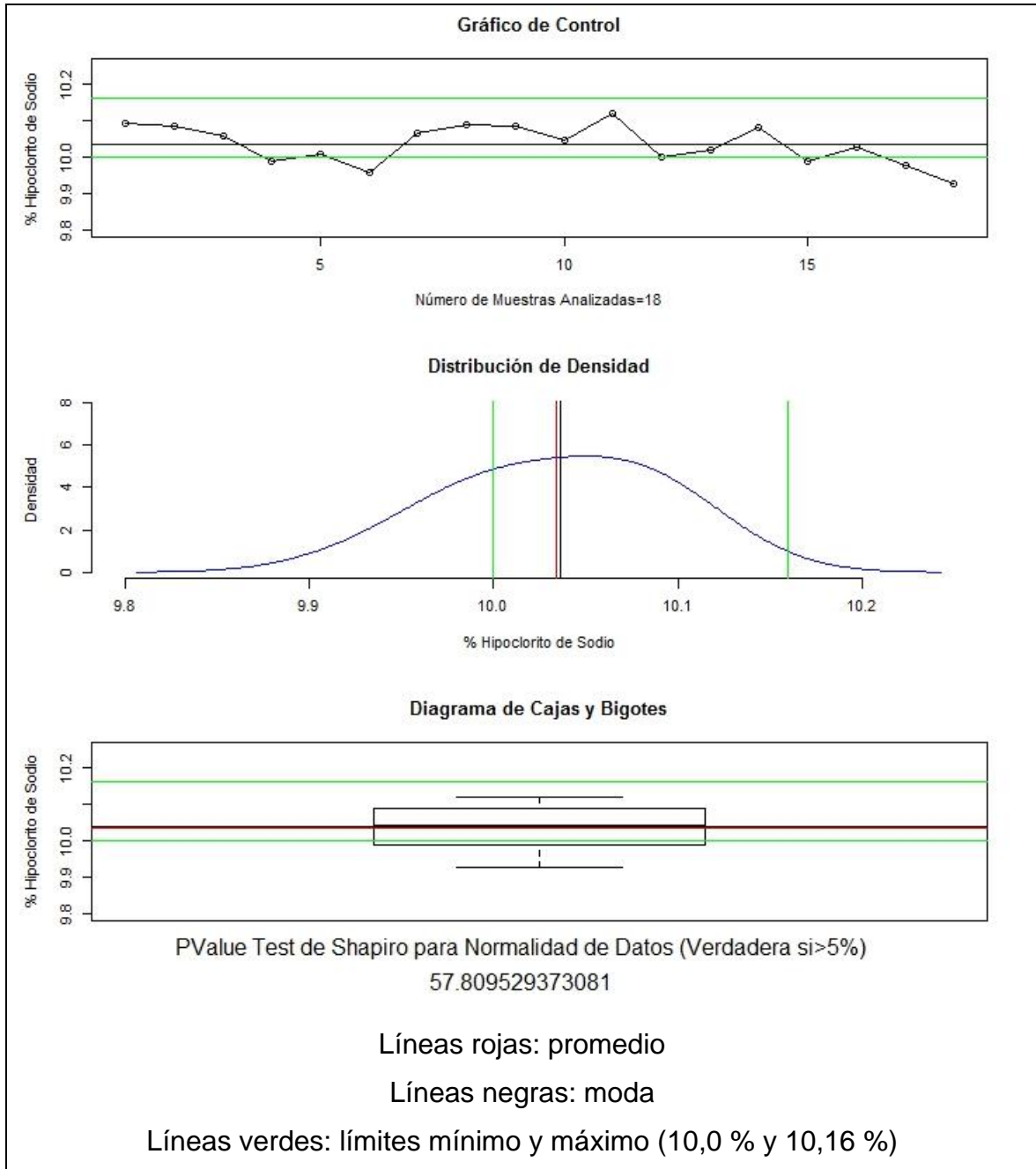
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. Liberación MP16-110219 8 horas de agitación



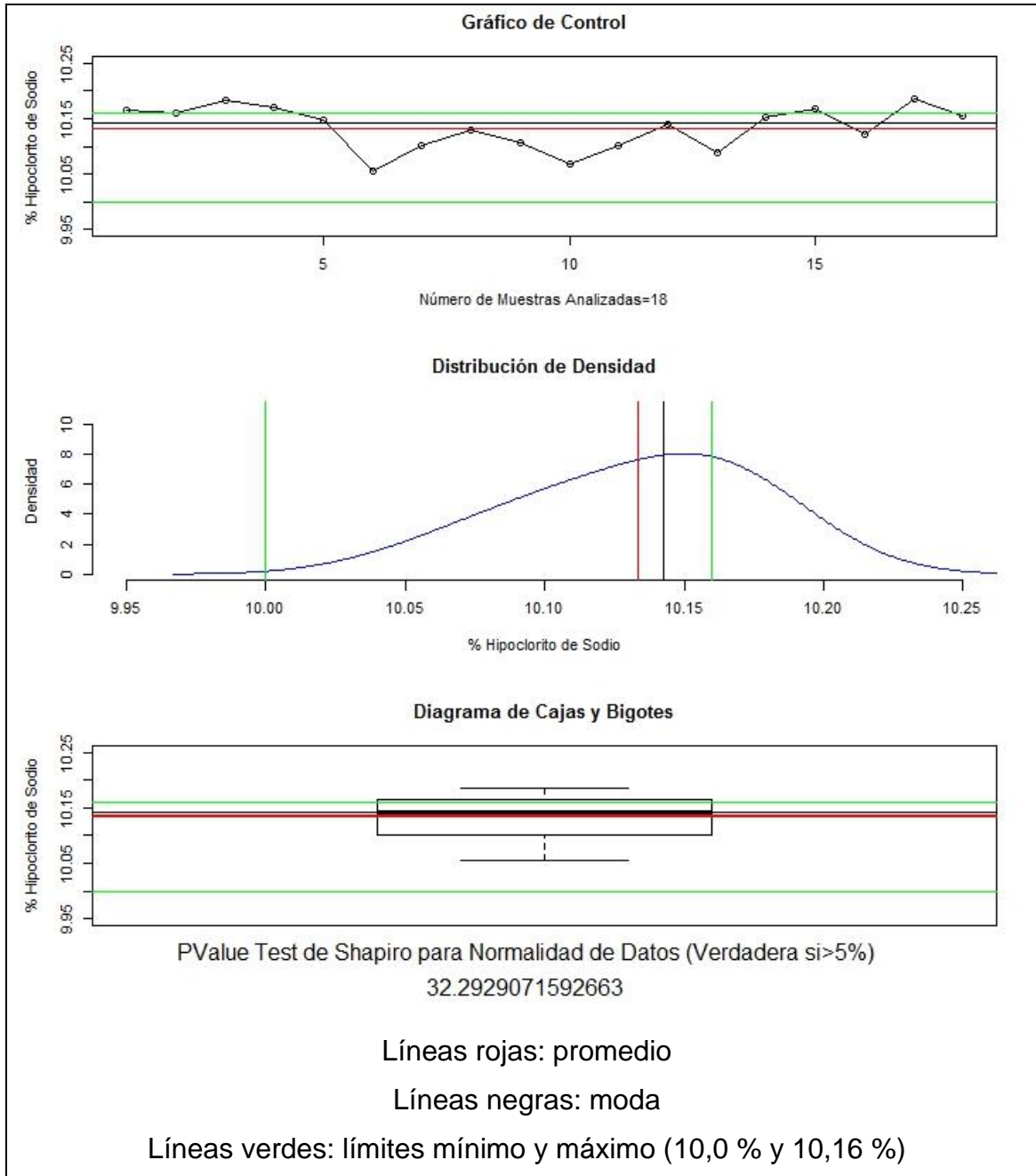
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Liberación MP17-140219 8 horas de agitación



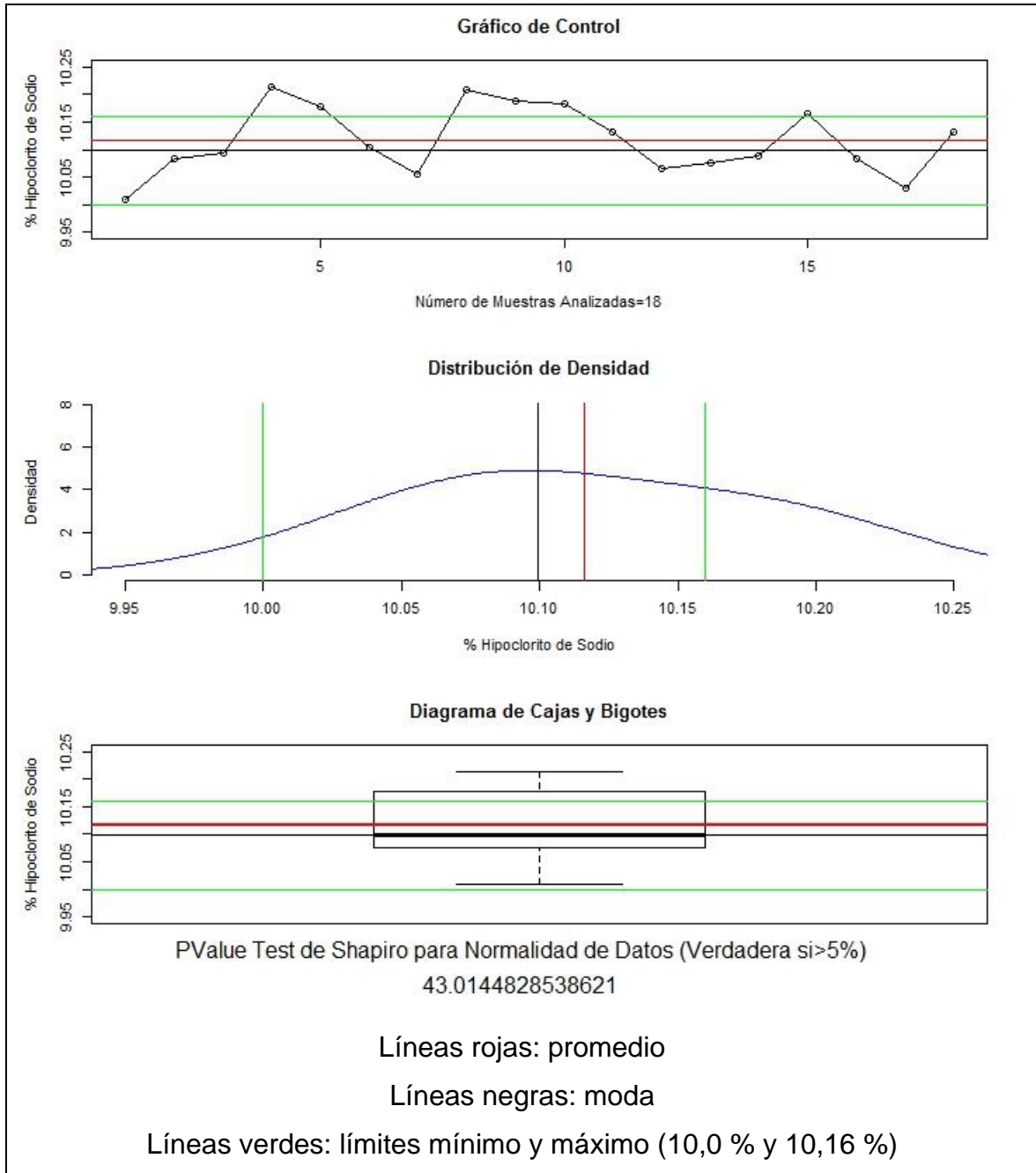
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Liberación MP18-190219 8 horas de agitación



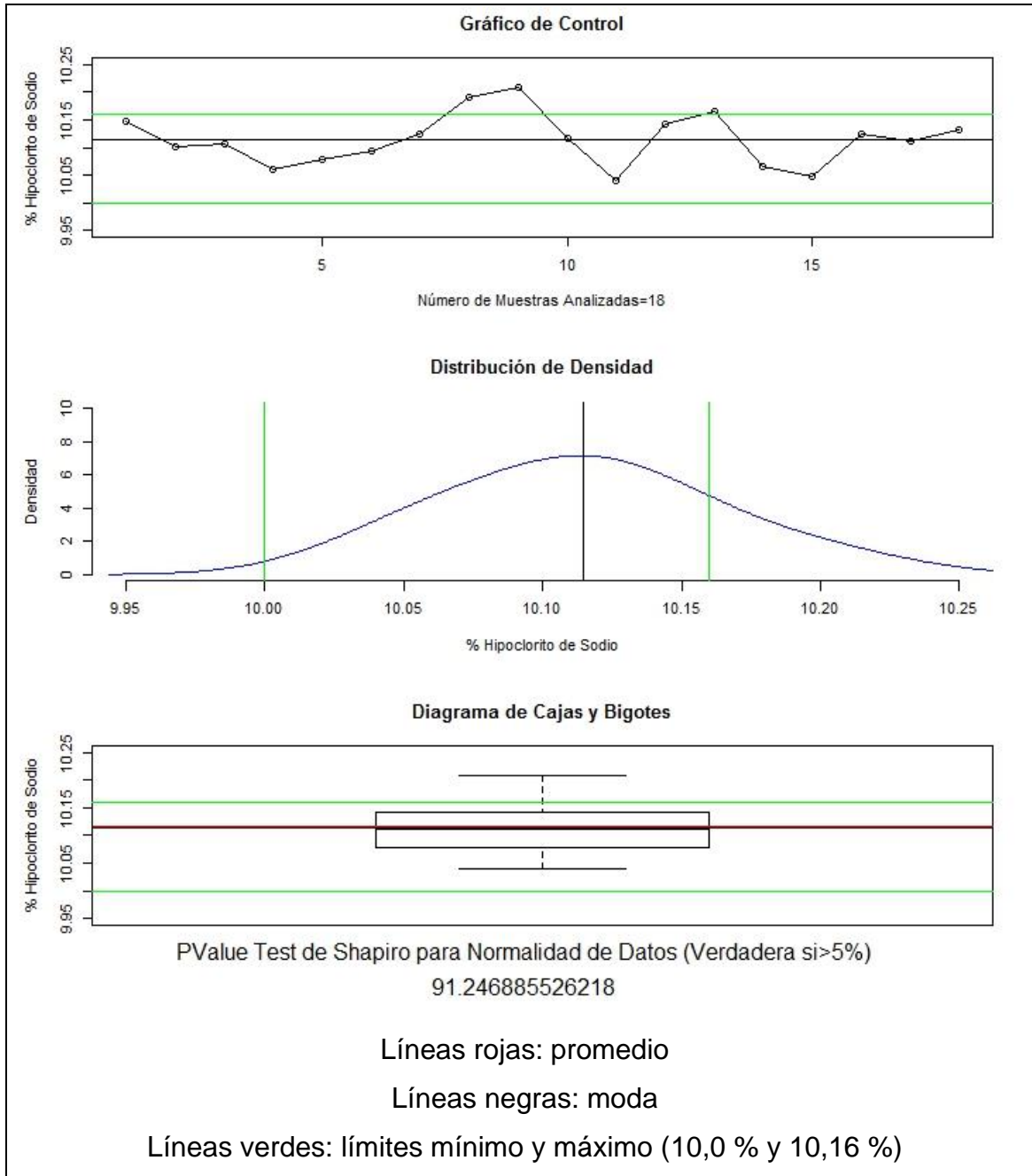
Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Liberación MP19-210219 8 horas de agitación



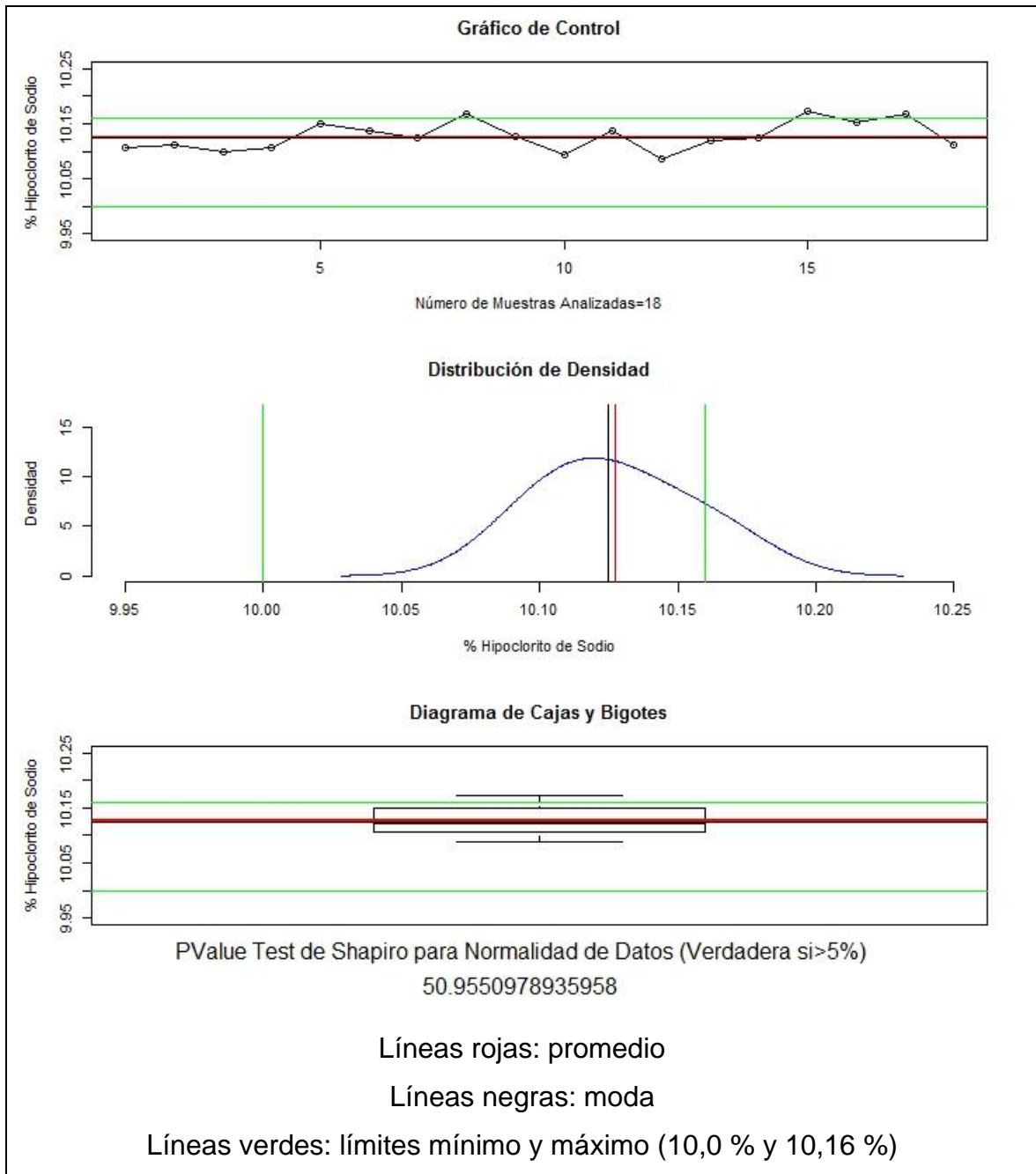
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. Liberación MP20-260219 8 horas de agitación



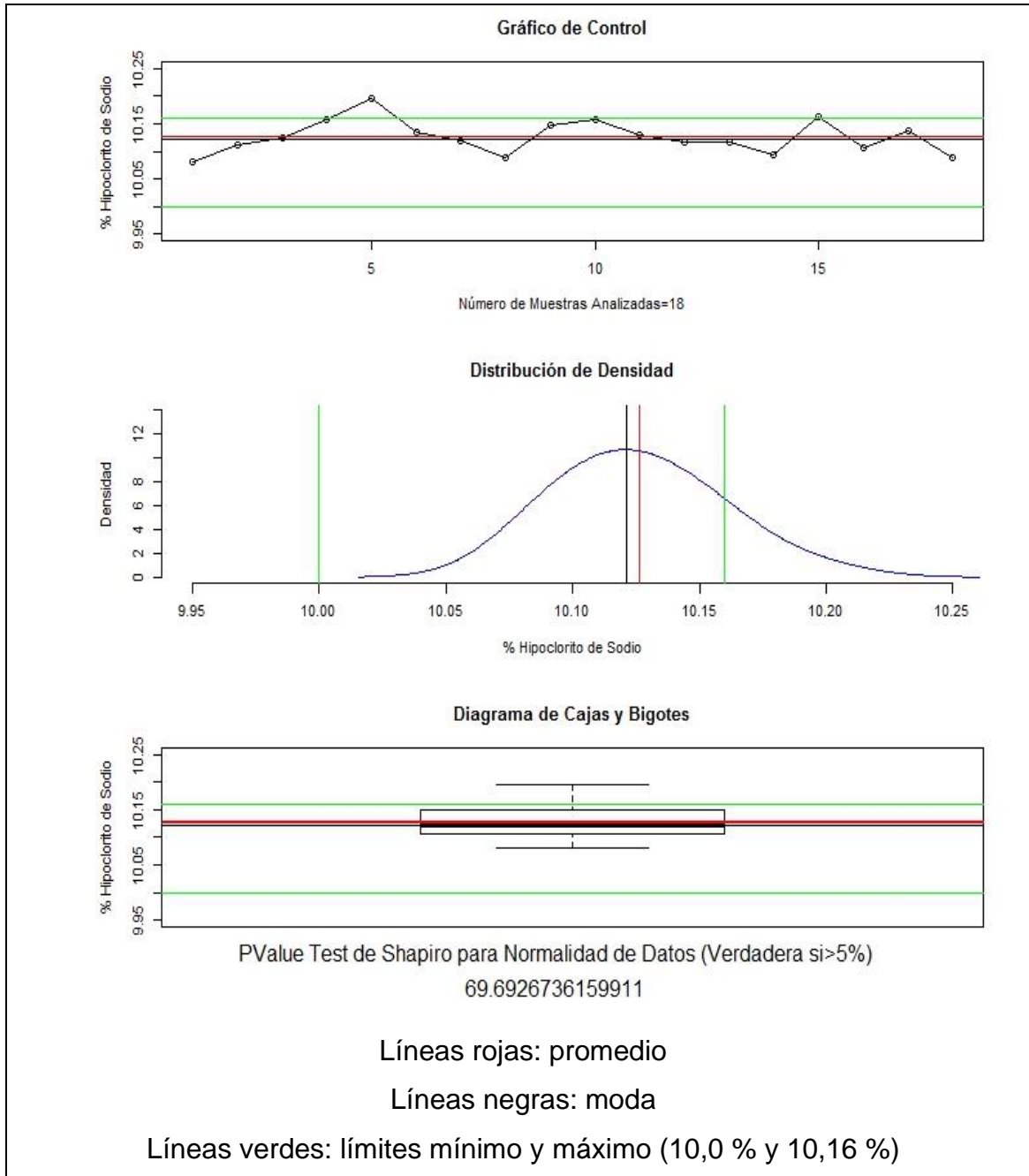
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Liberación MP21-280219 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

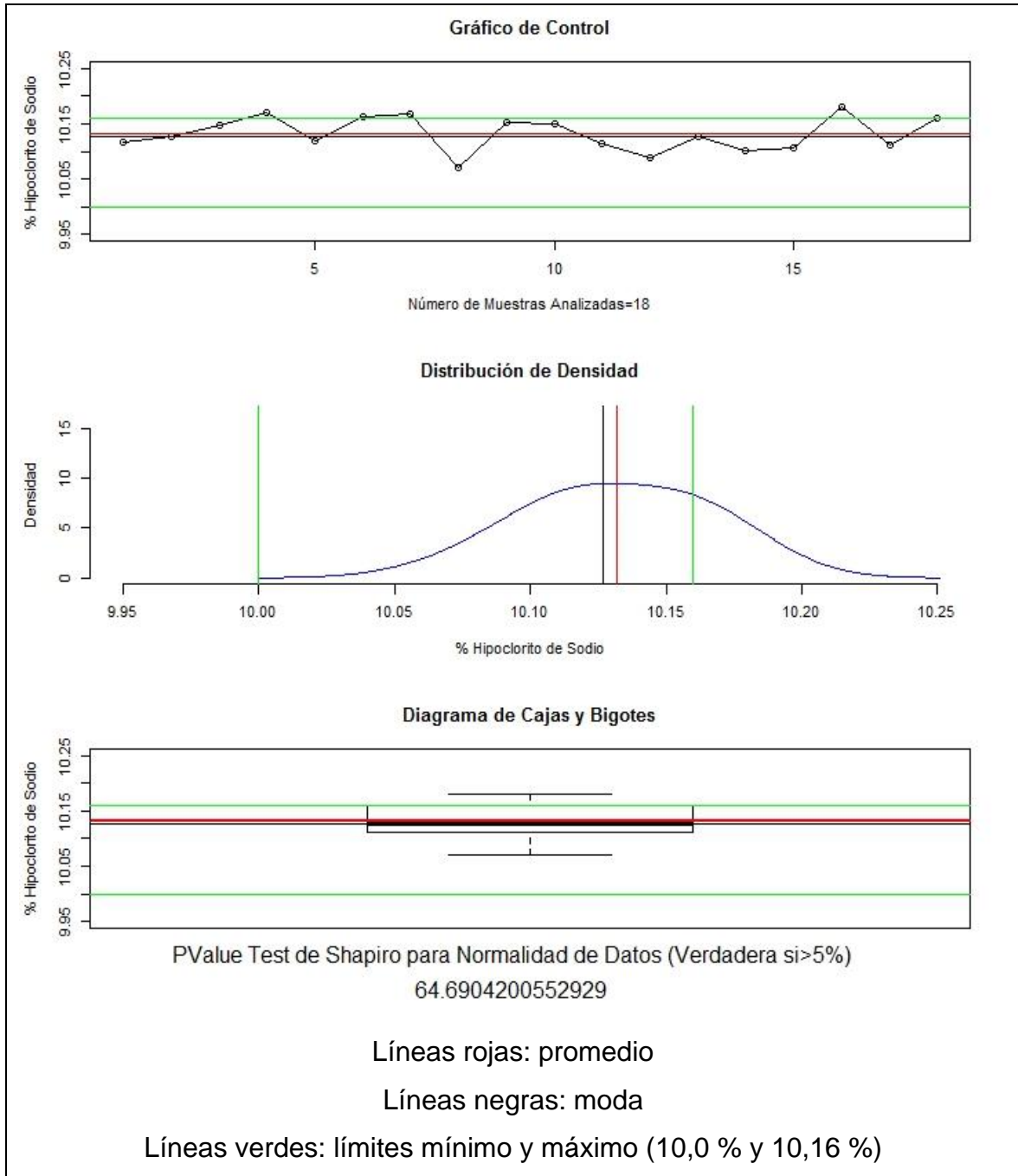
Figura 27. Liberación MP22-040319 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

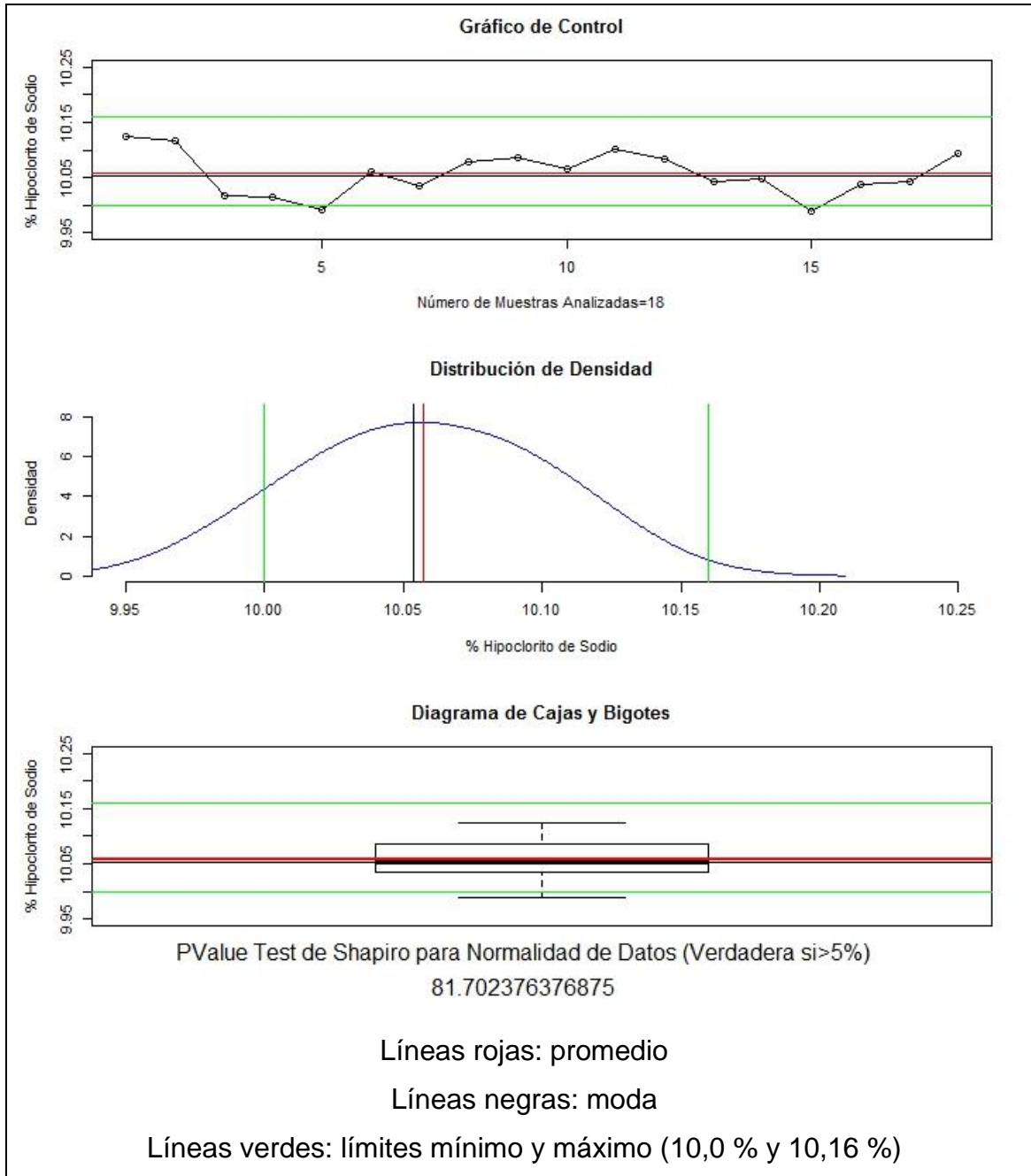


Figura 28. Liberación MP23-080319 8 horas de agitación



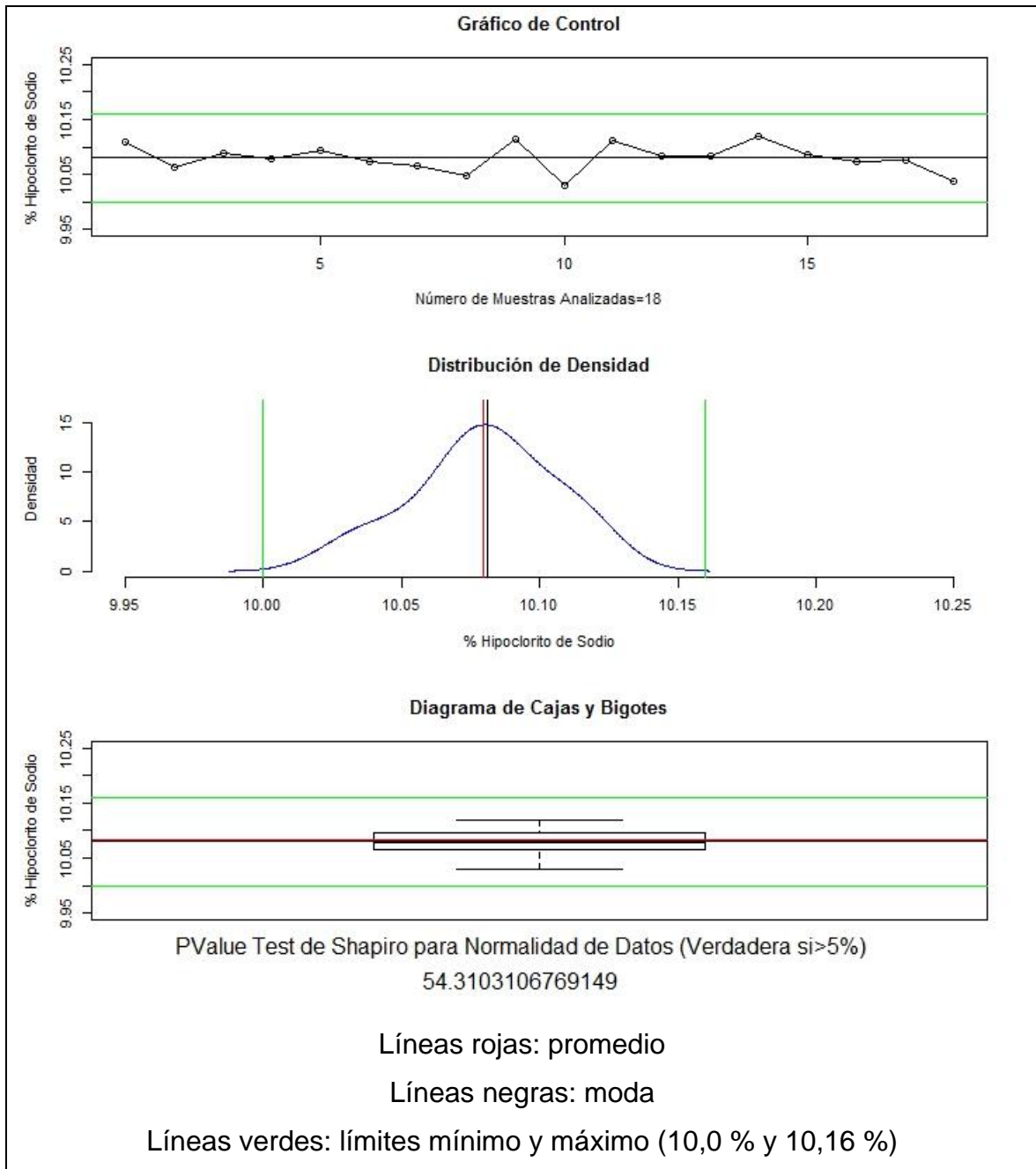
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. Liberación MP24-120319 8 horas de agitación



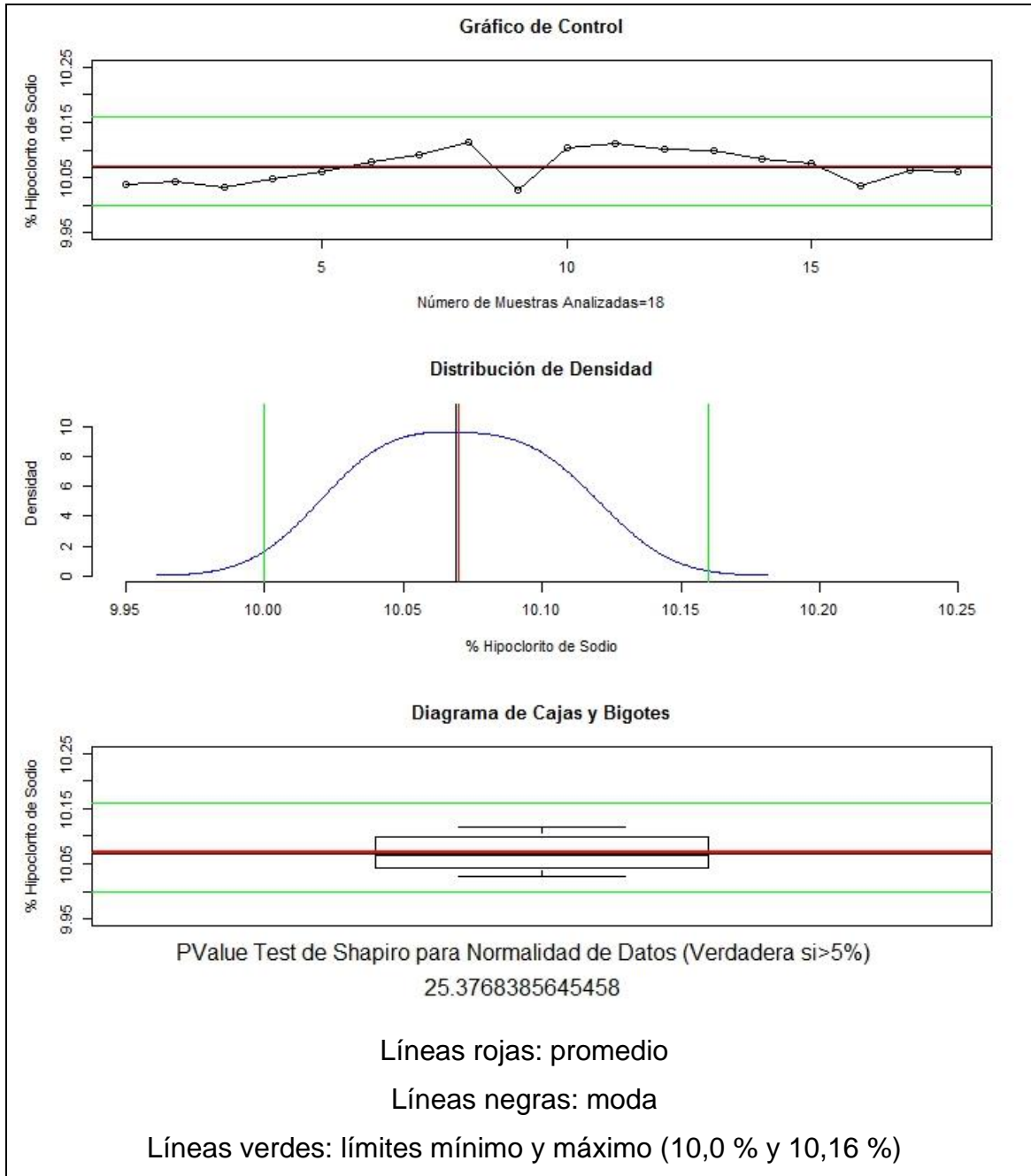
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. Liberación MP25-150319 8 horas de agitación



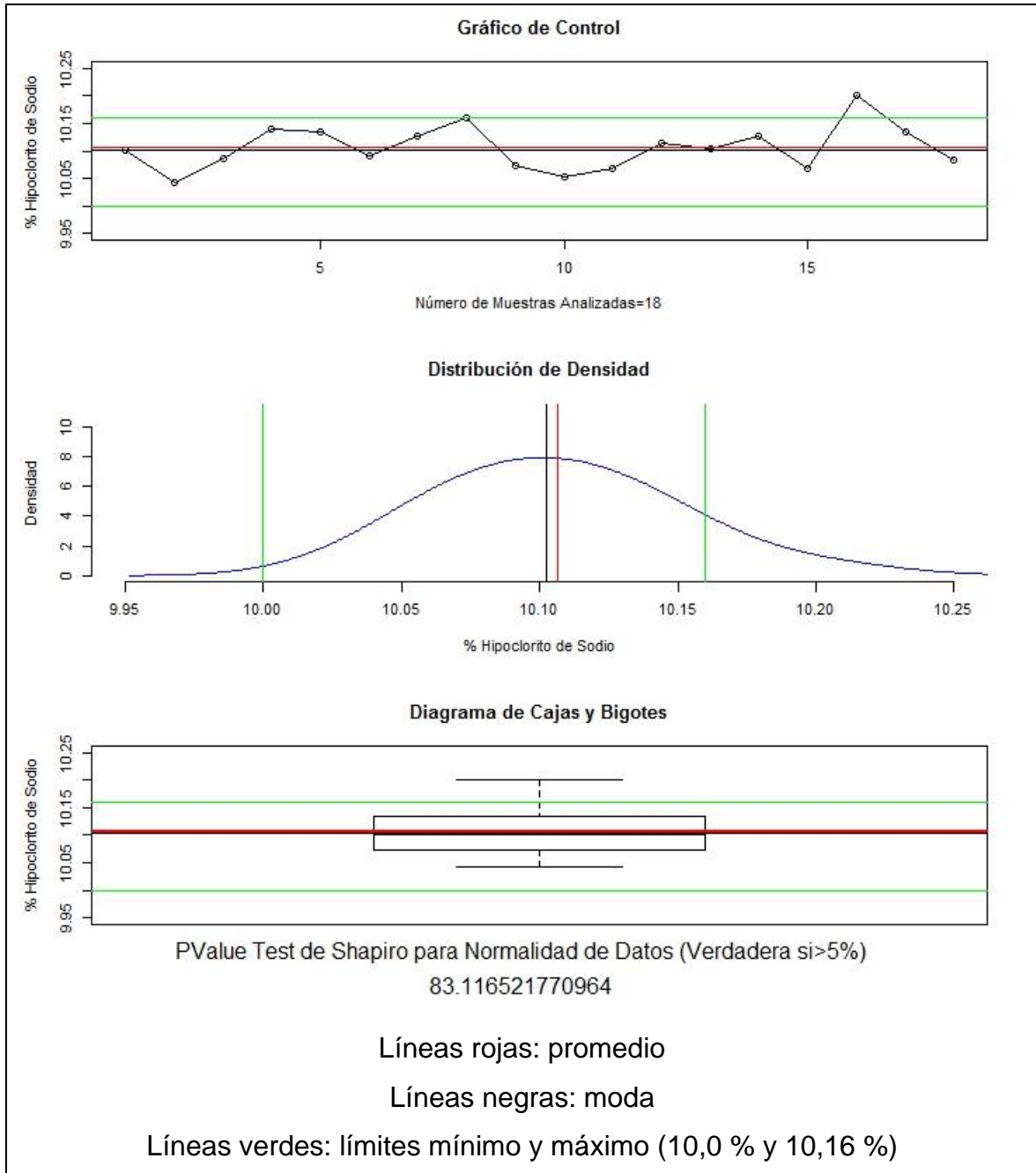
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. Liberación MP26-180319 8 horas de agitación



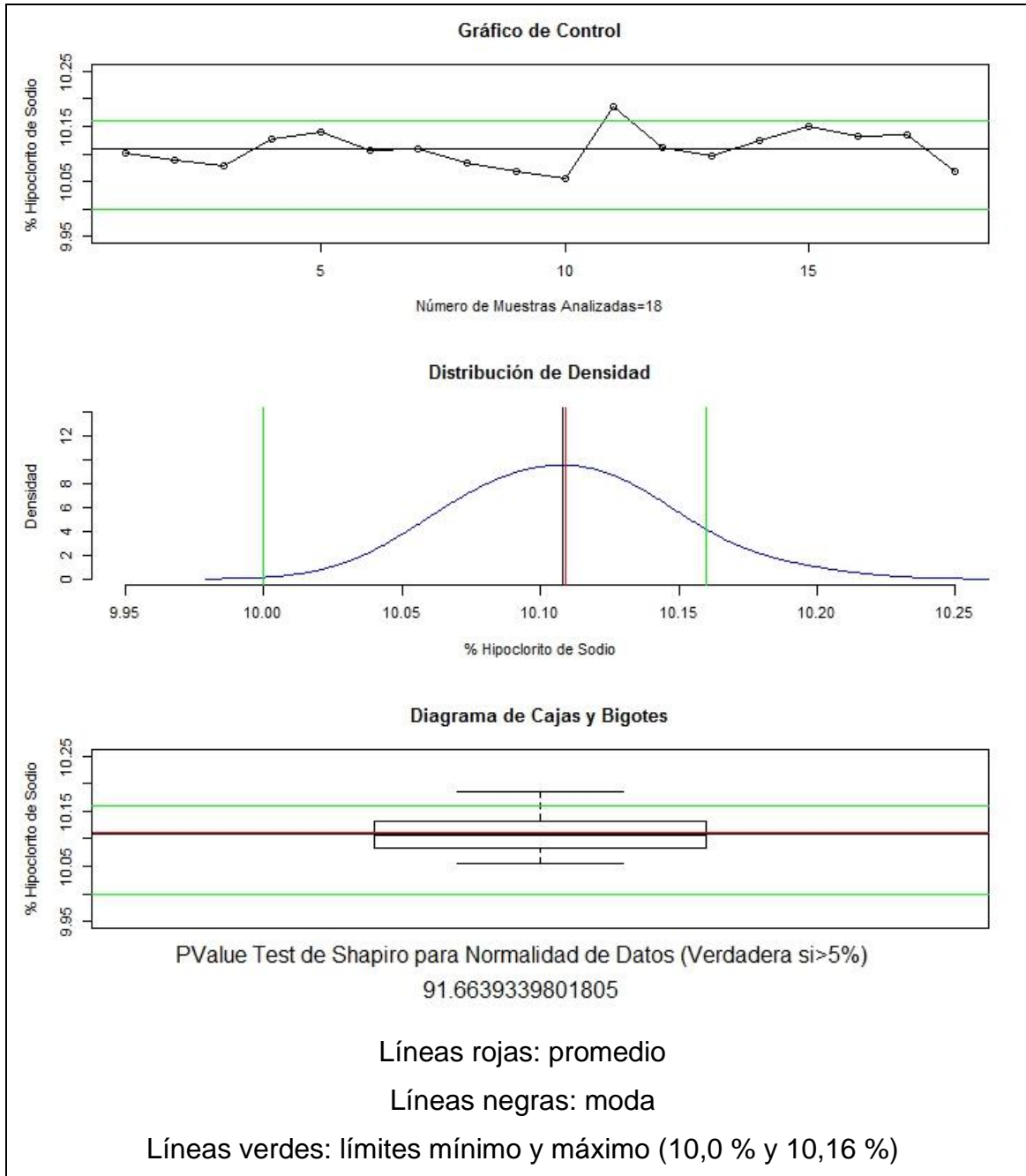
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Liberación MP27-210319 8 horas de agitación



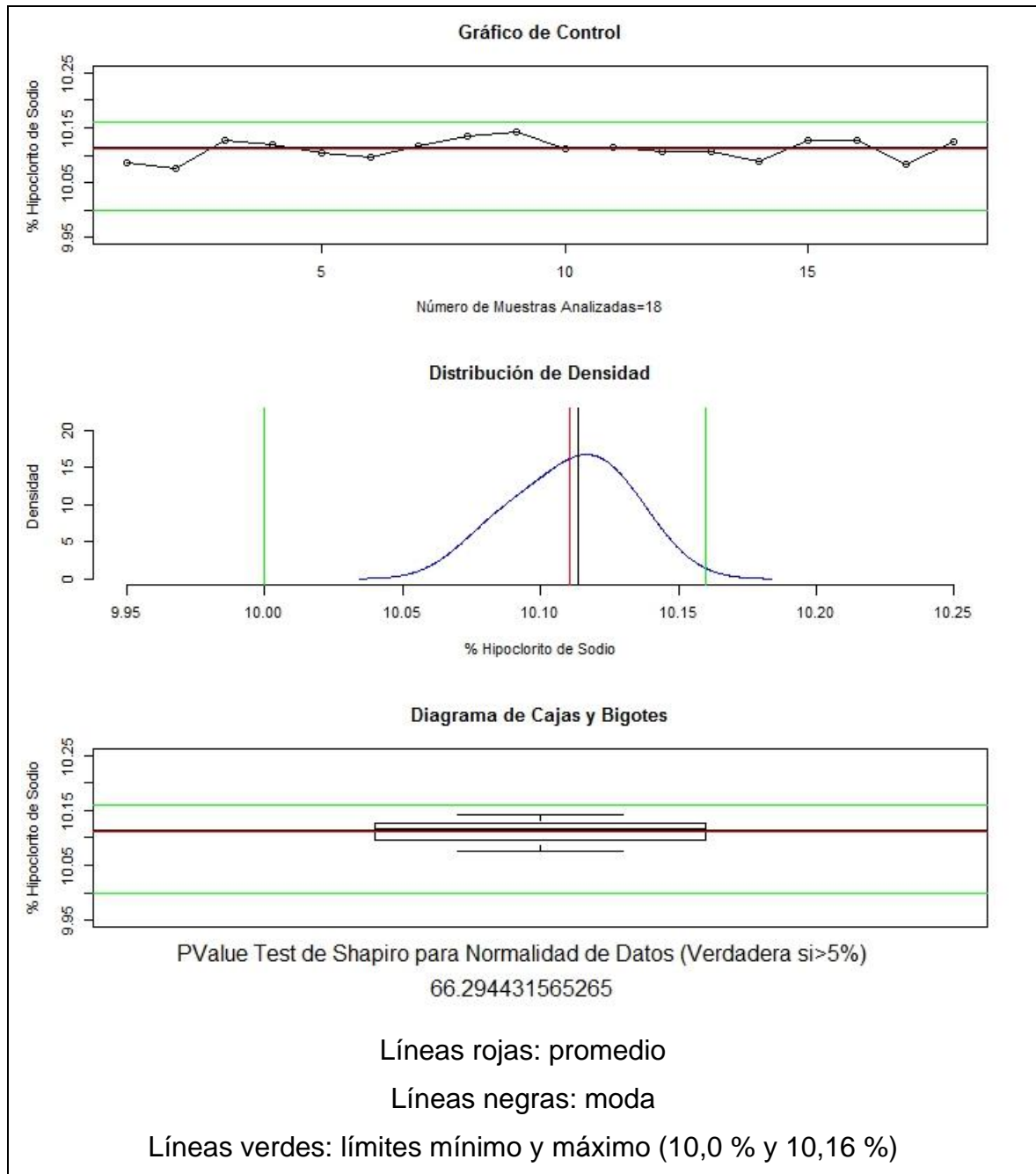
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Liberación MP28-260319 8 horas de agitación



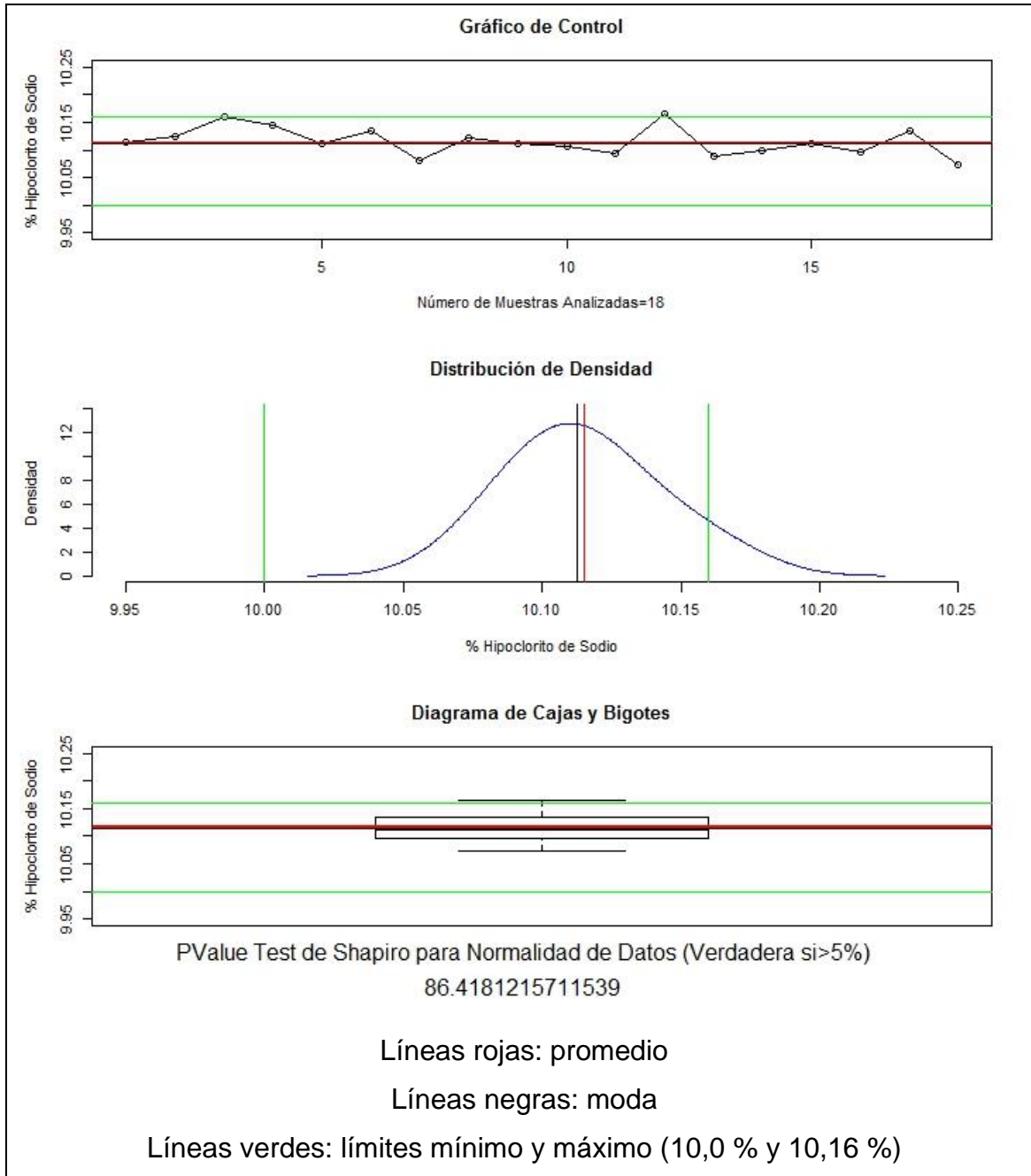
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Liberación MP29-290319 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

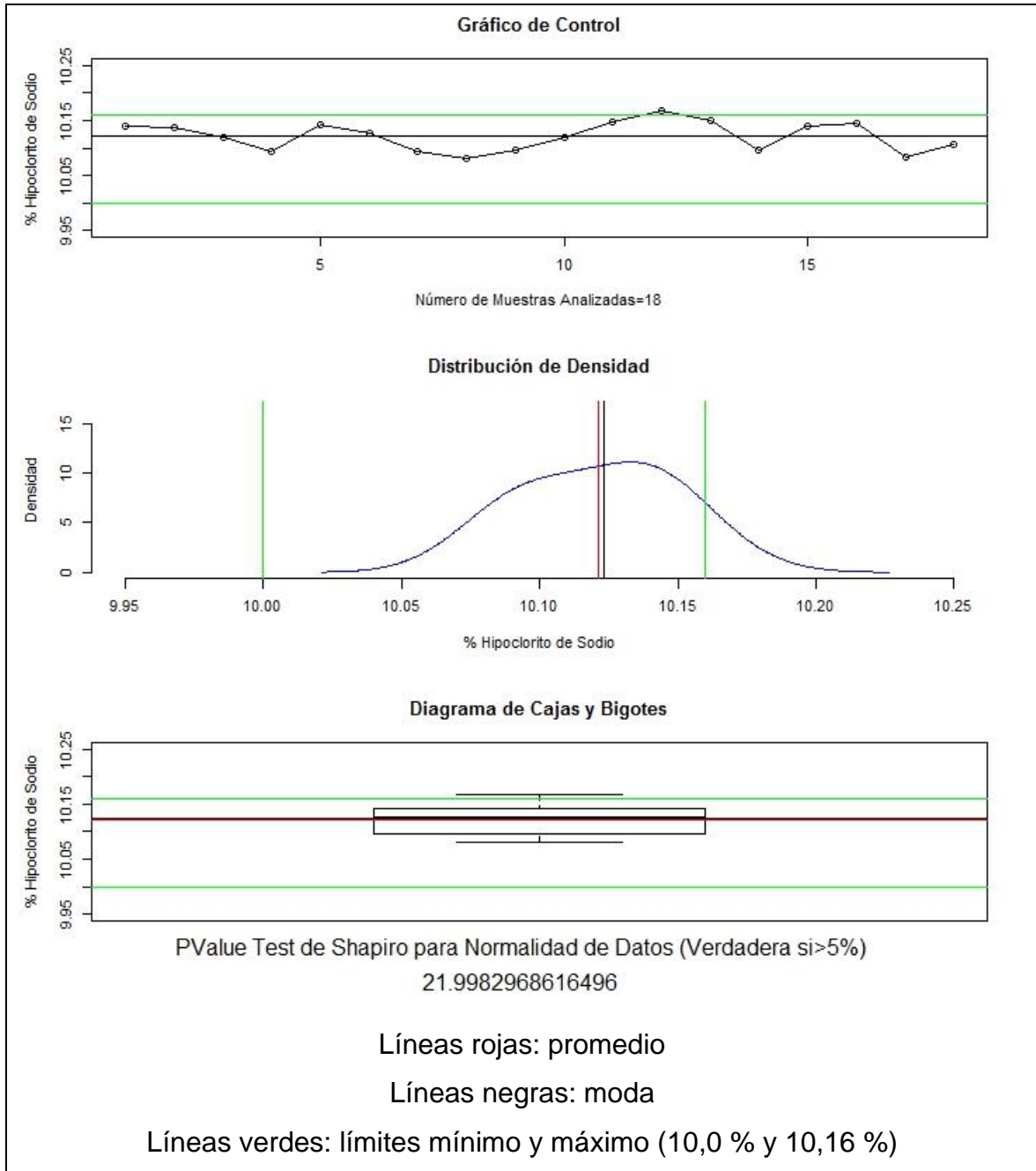
Figura 35. Liberación MP30-020419 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

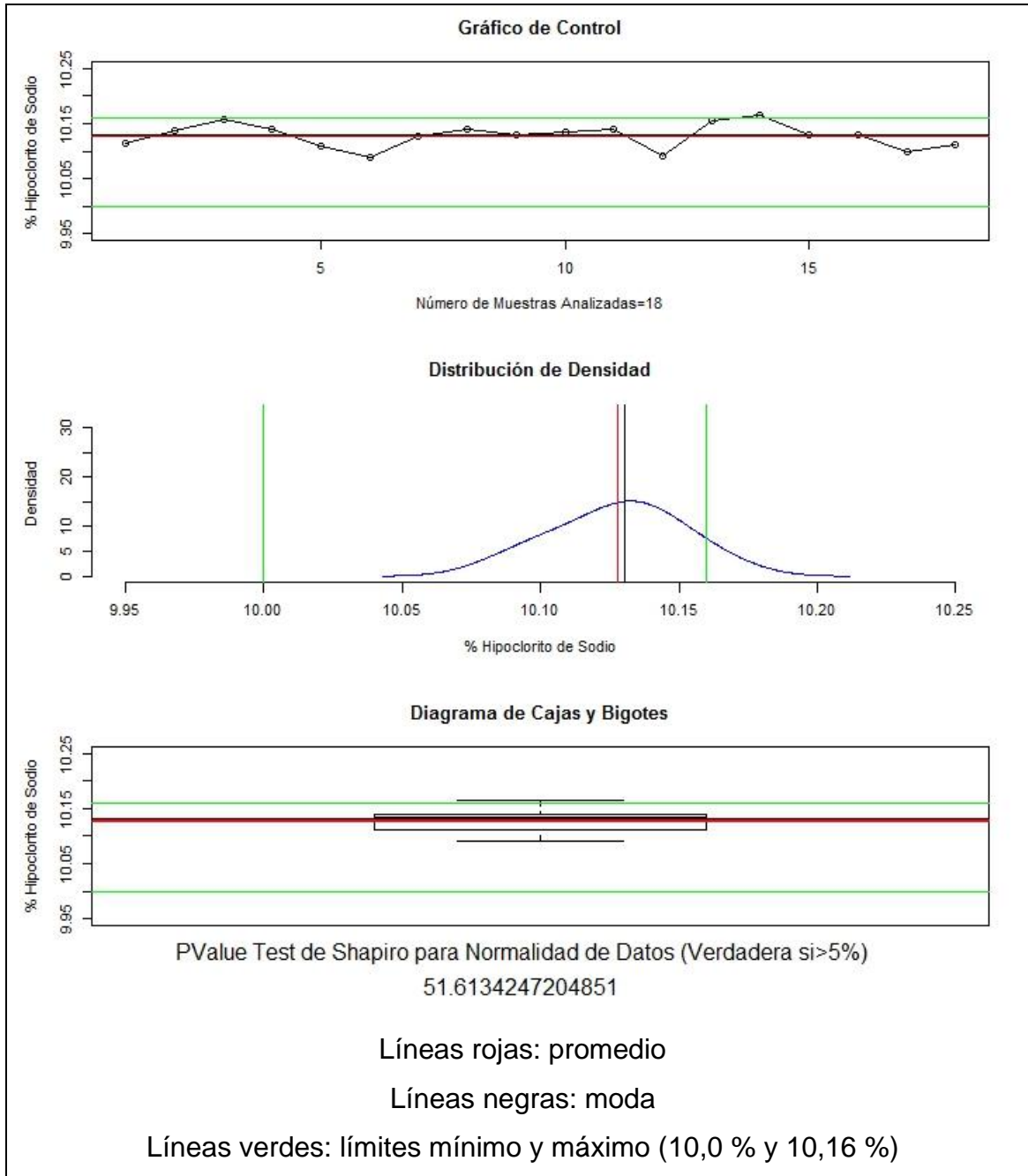


Figura 36. Liberación MP31-040419 8 horas de agitación



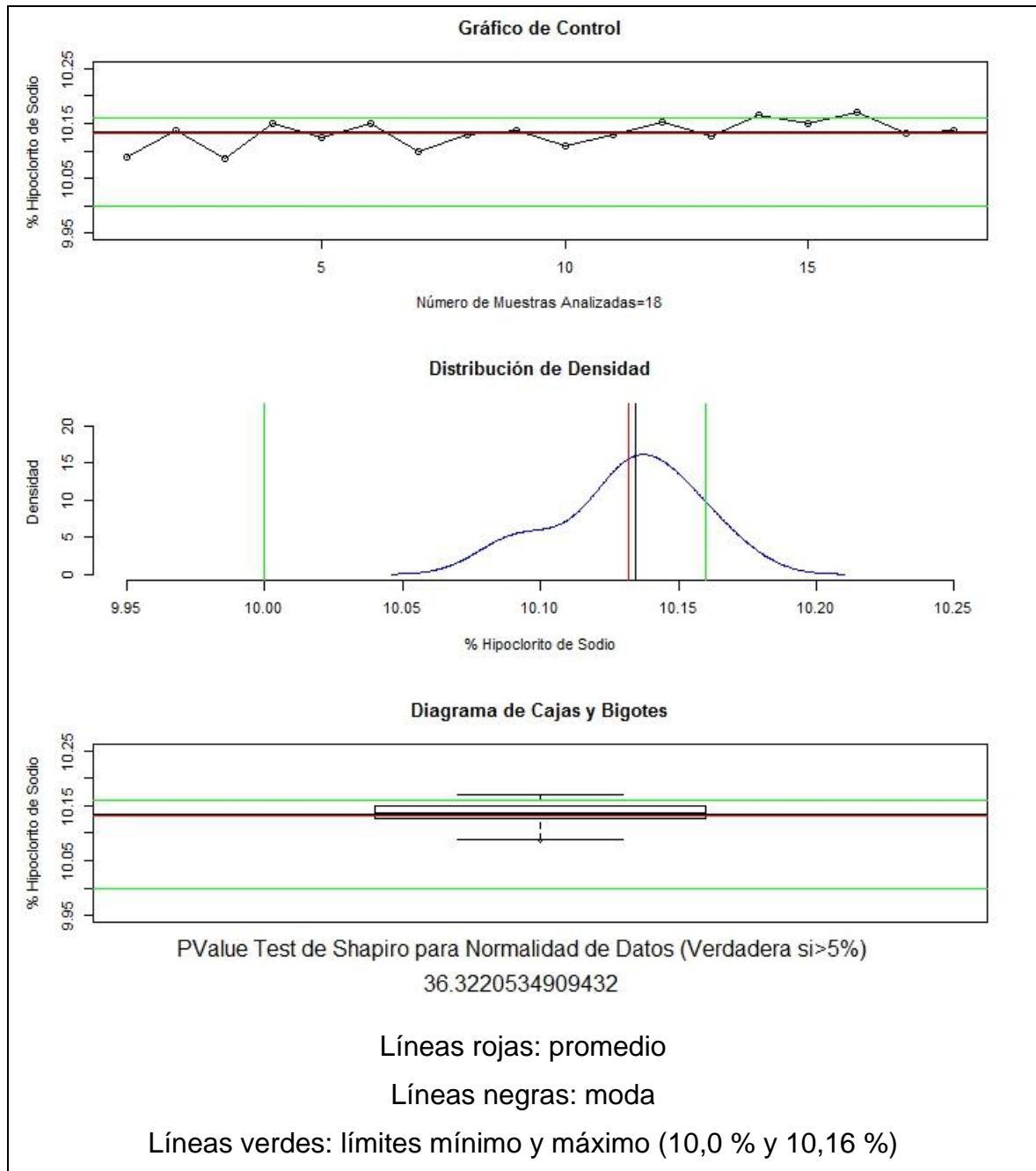
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Liberación MP32-090419 8 horas de agitación



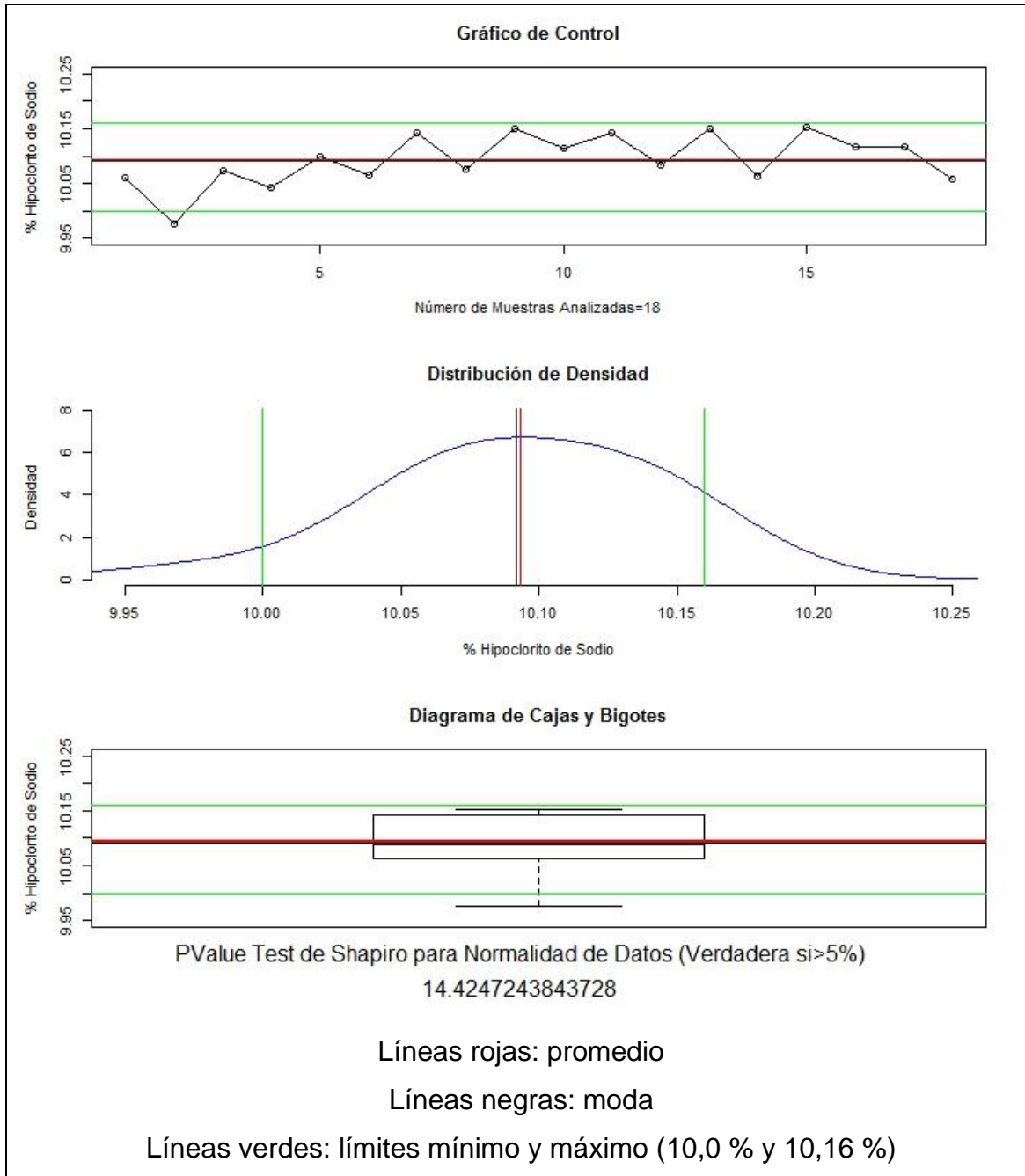
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Liberación MP33-120419 8 horas de agitación



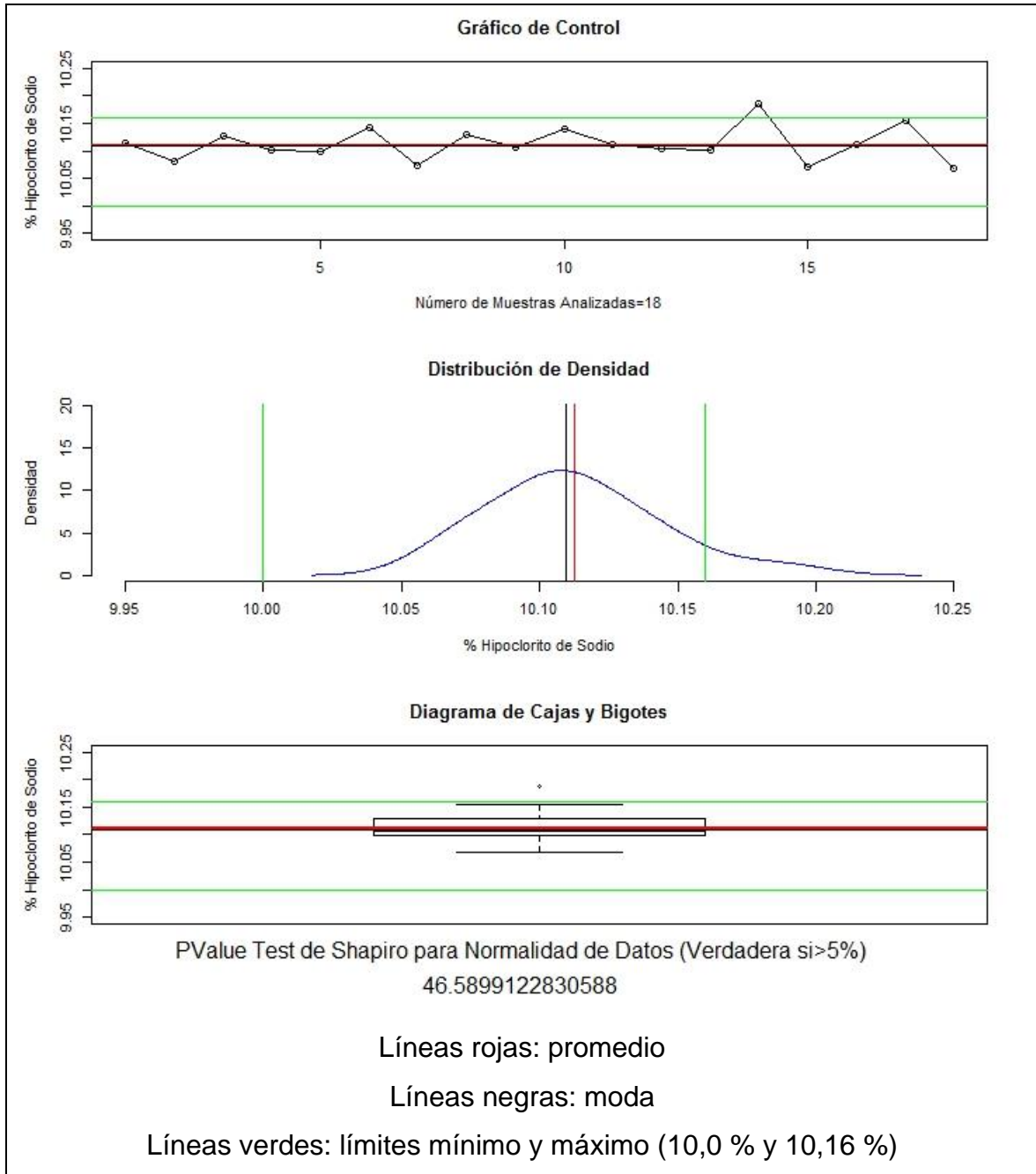
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Liberación MP34-150419 8 horas de agitación



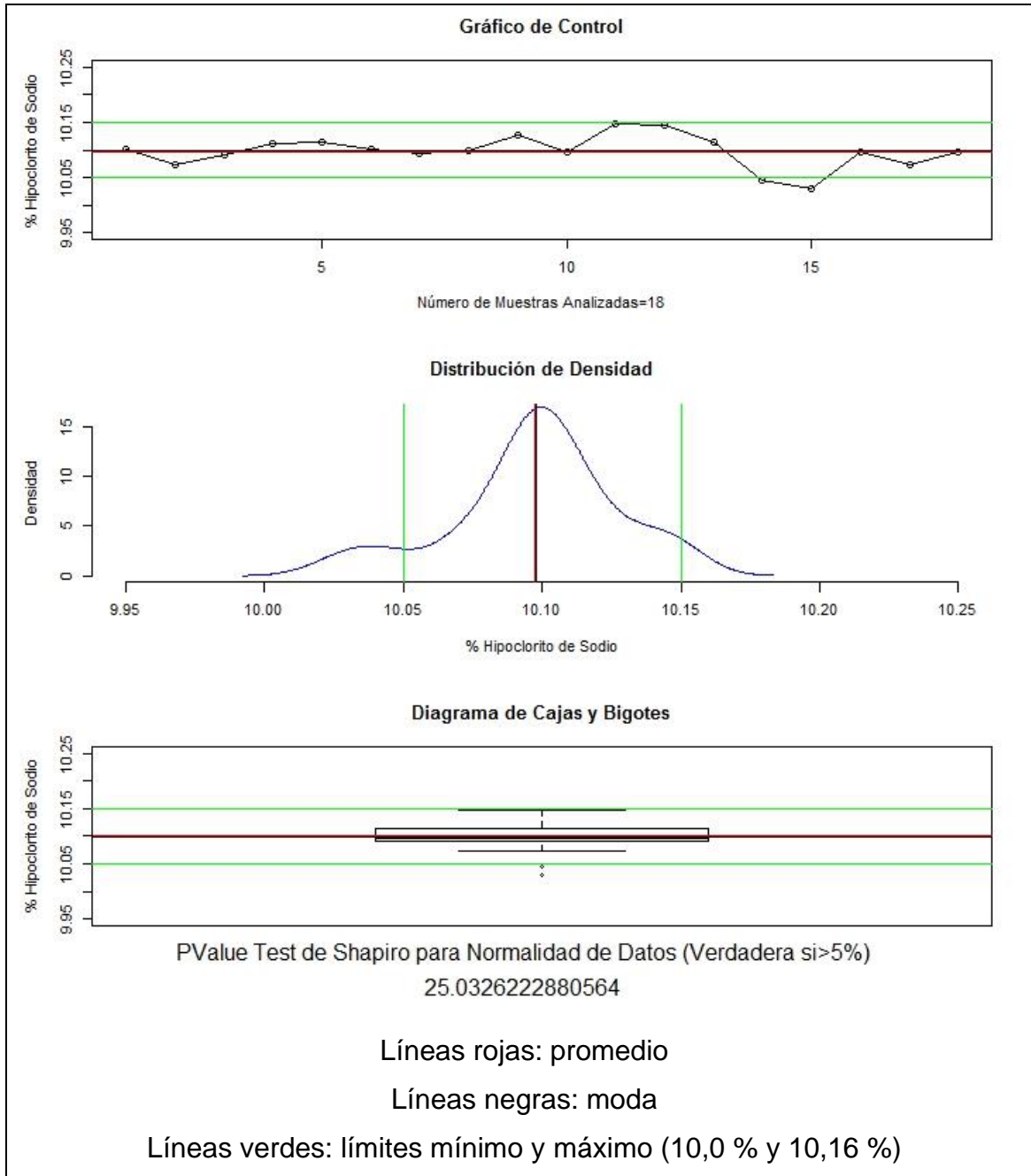
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Liberación MP35-160419 8 horas de agitación



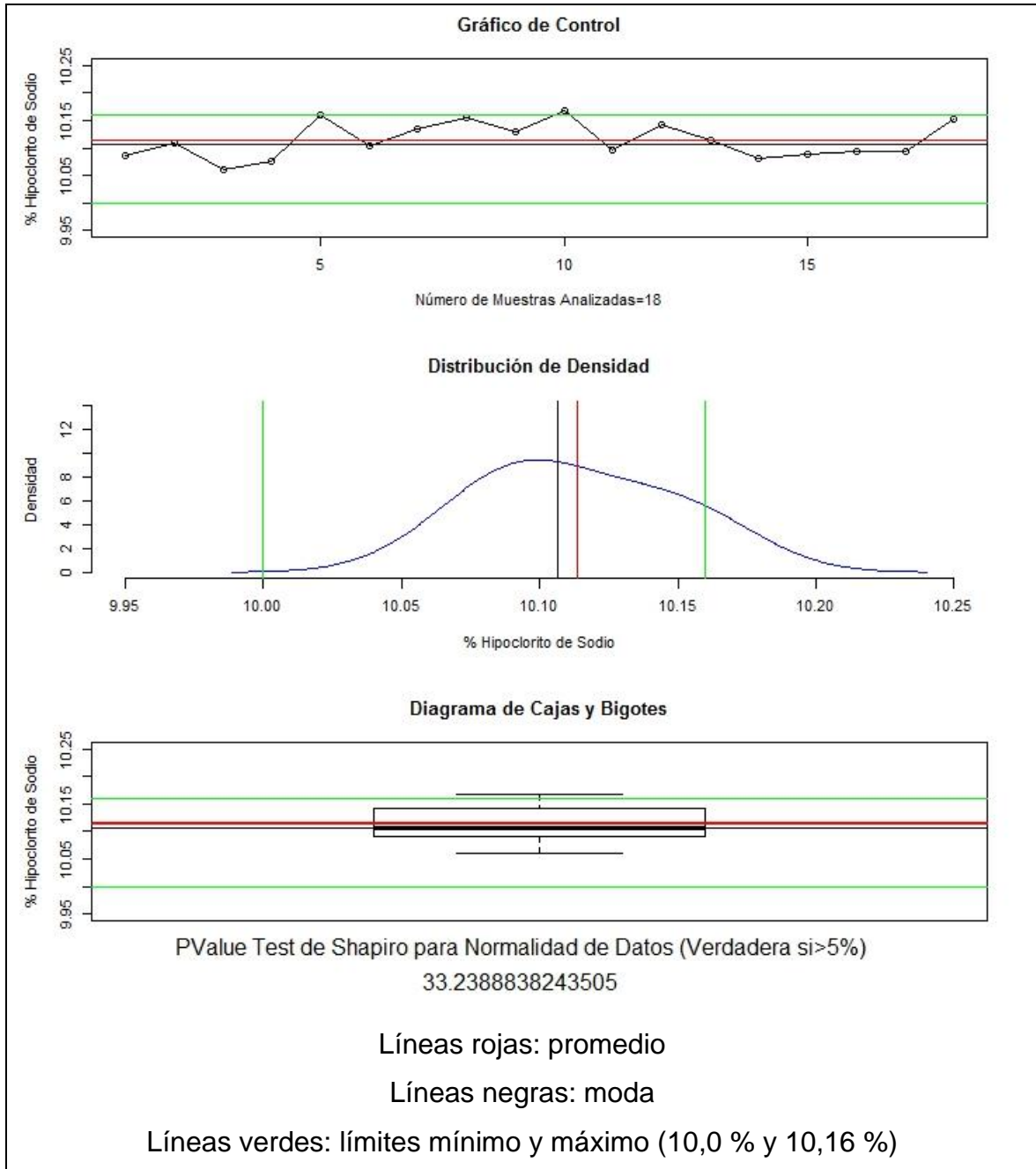
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Liberación MP36-220419 8 horas de agitación



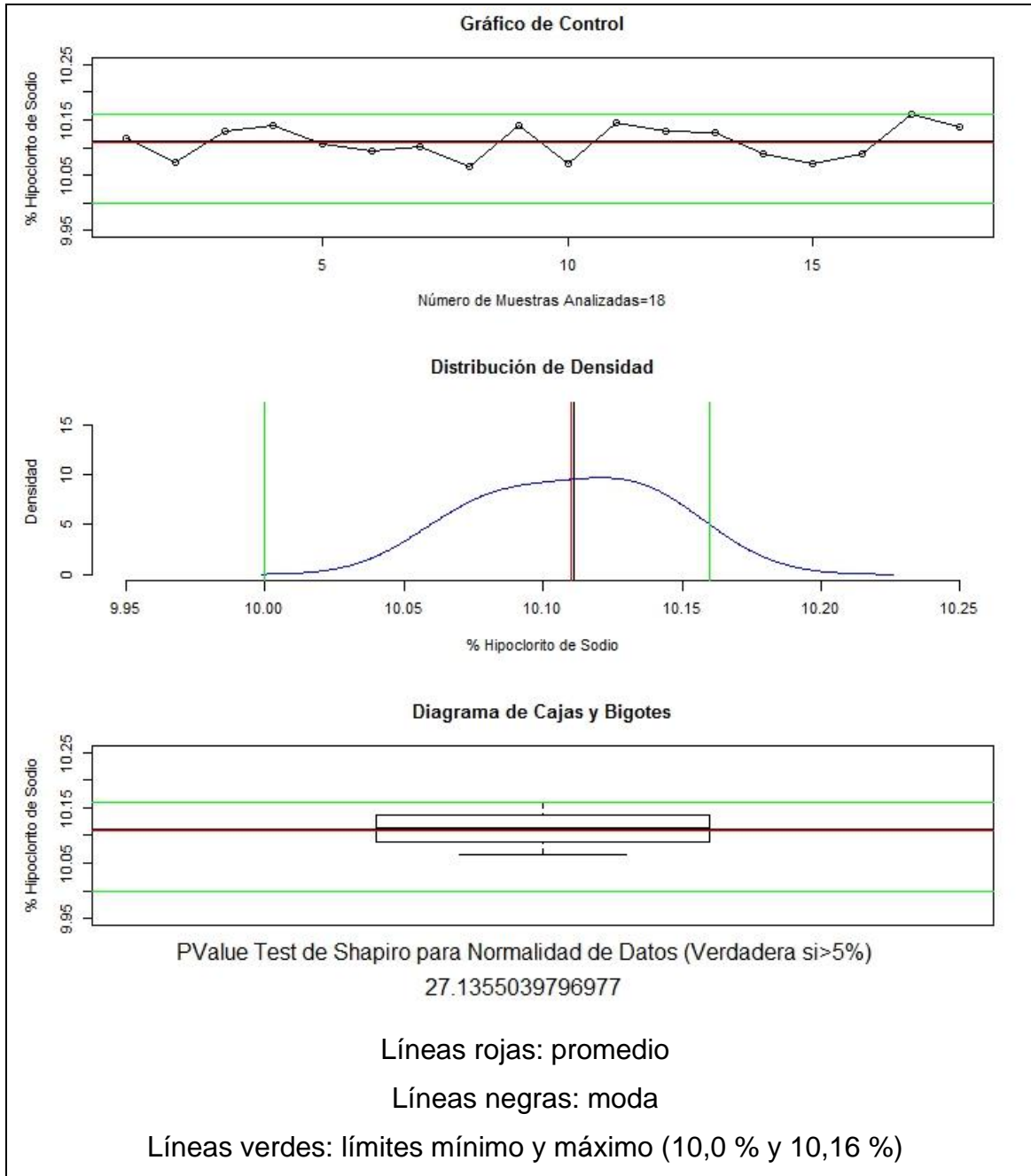
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Liberación MP37-250419 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

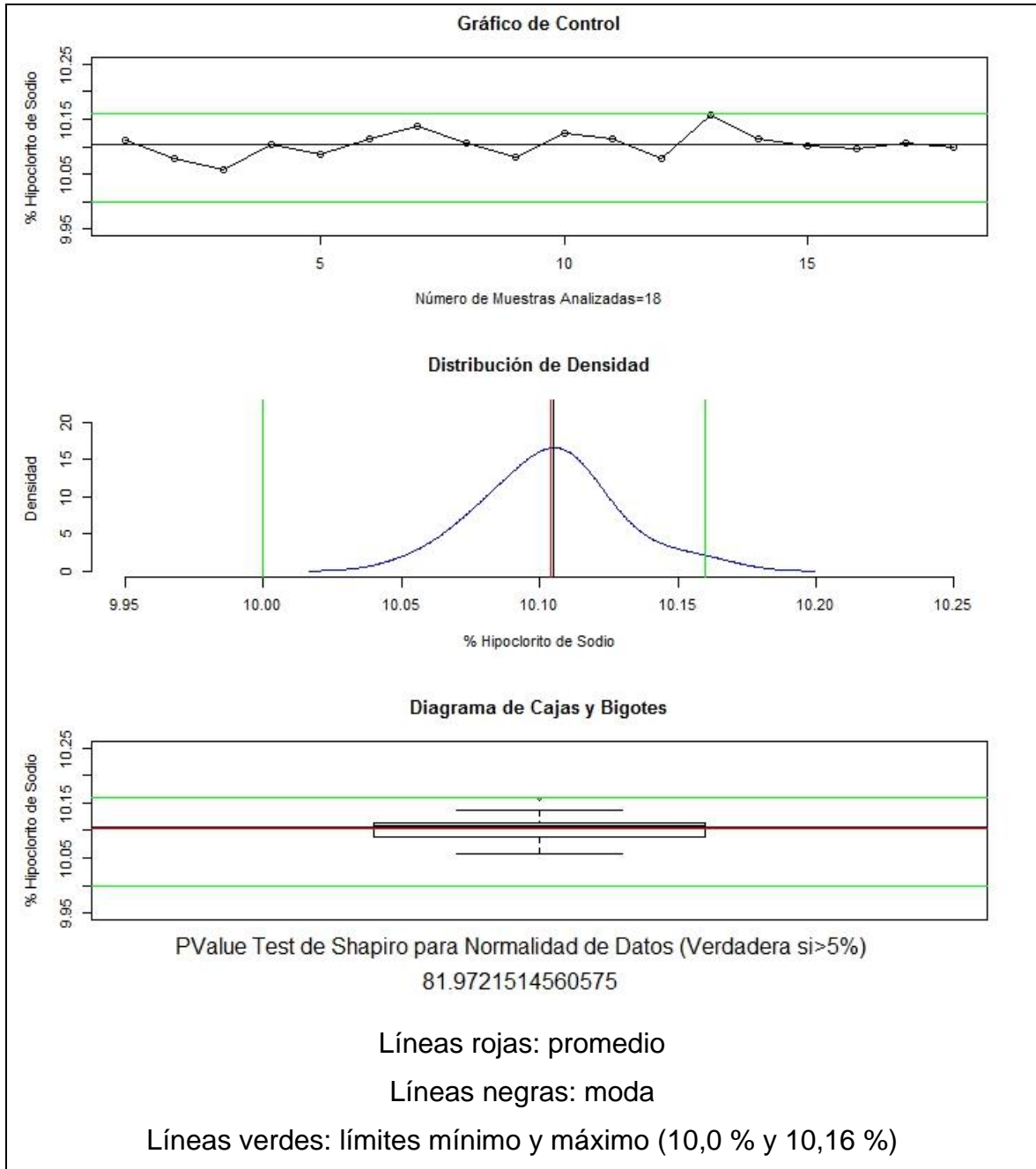
Figura 43. Liberación MP38-280419 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

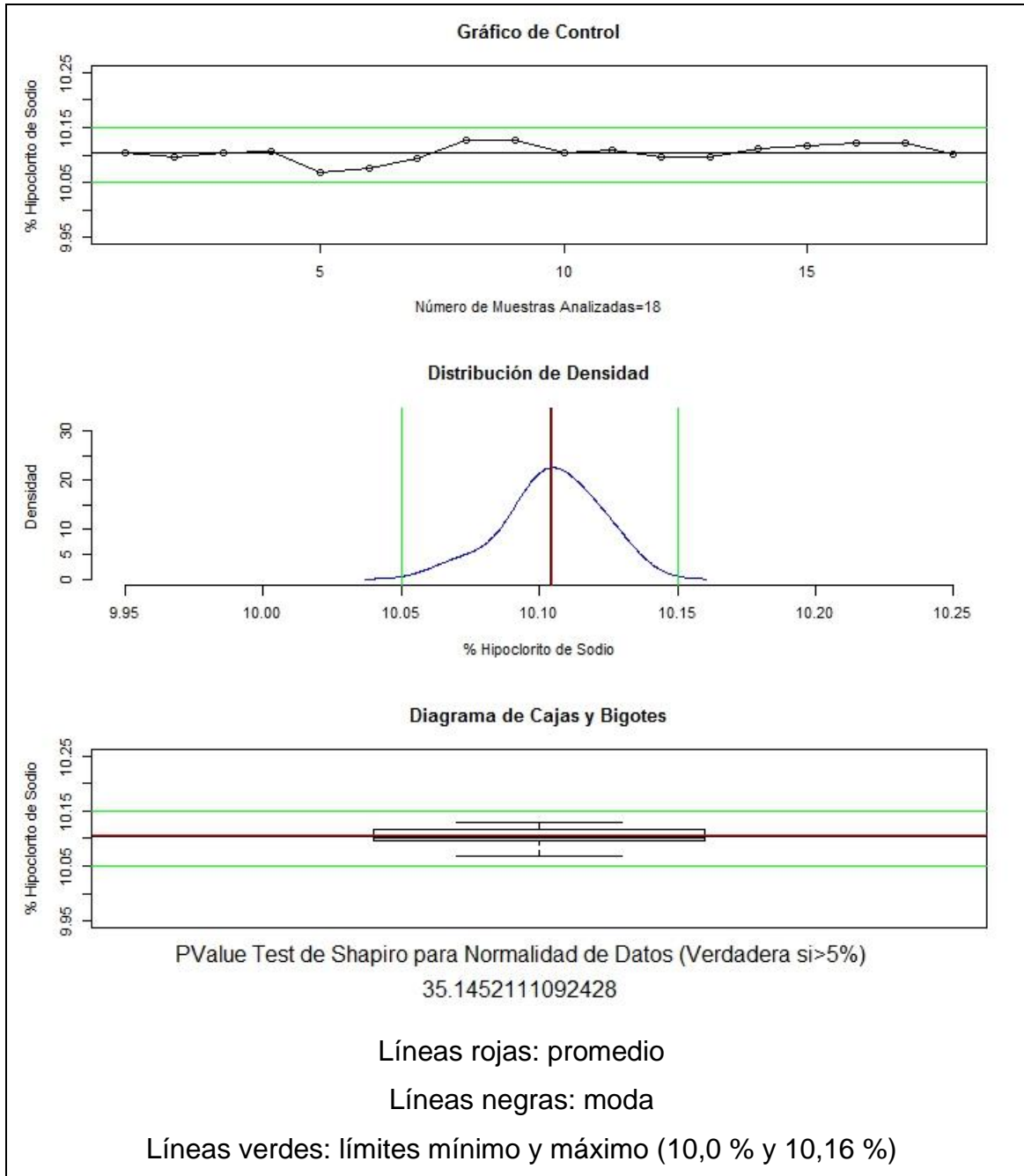


Figura 44. Liberación MP39-020519 8 horas de agitación



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. Liberación MP40-060519 8 horas de agitación

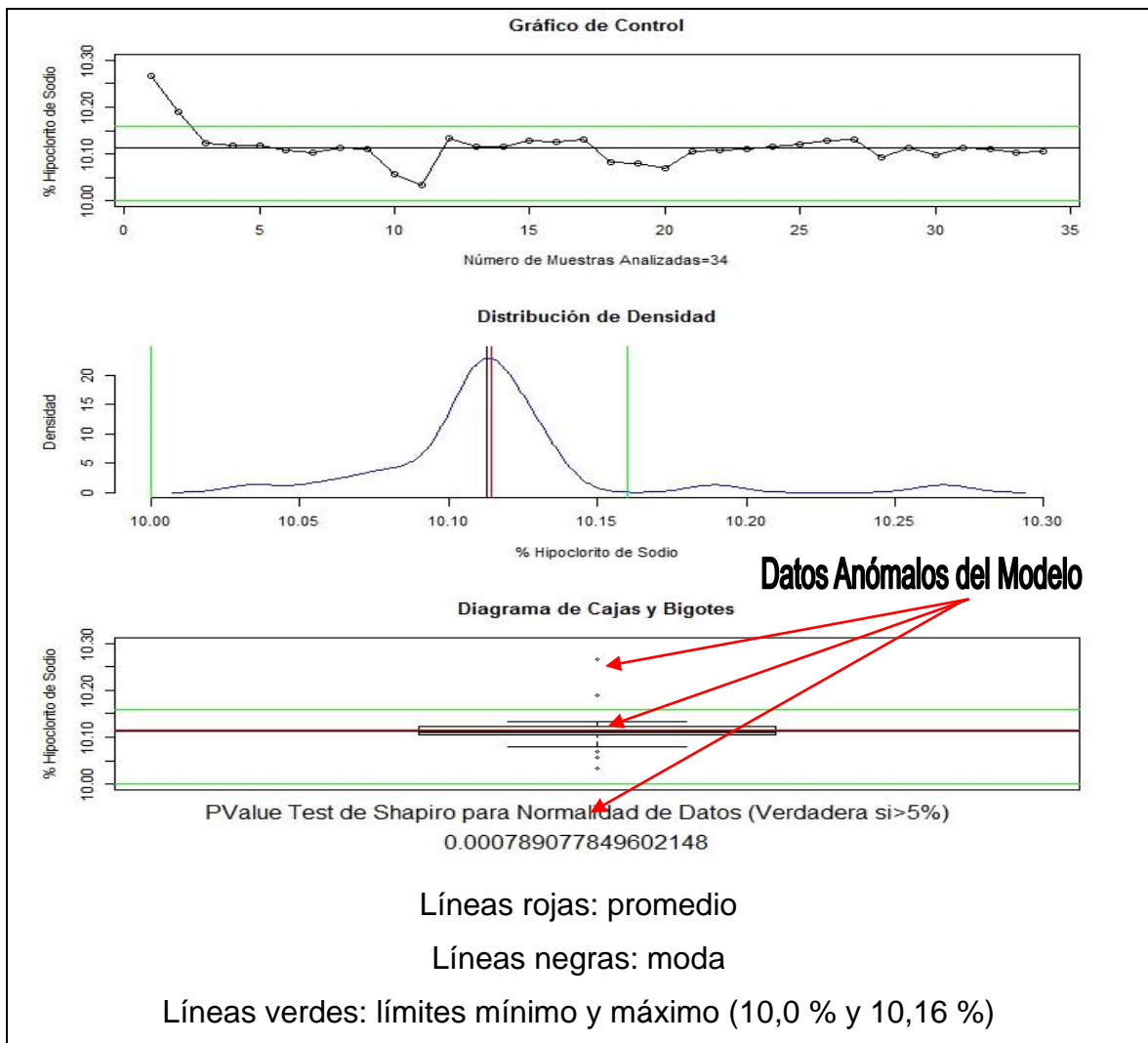


Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Graficado del promedio de todos los lotes ensayados a 8 horas

Se calcularon los promedios de los lotes analizados y se procedió a realizar el gráfico de control, la distribución de densidad y el diagrama de cajas y bigotes.

Figura 46. **Graficado del promedio de todos los lotes ensayados**

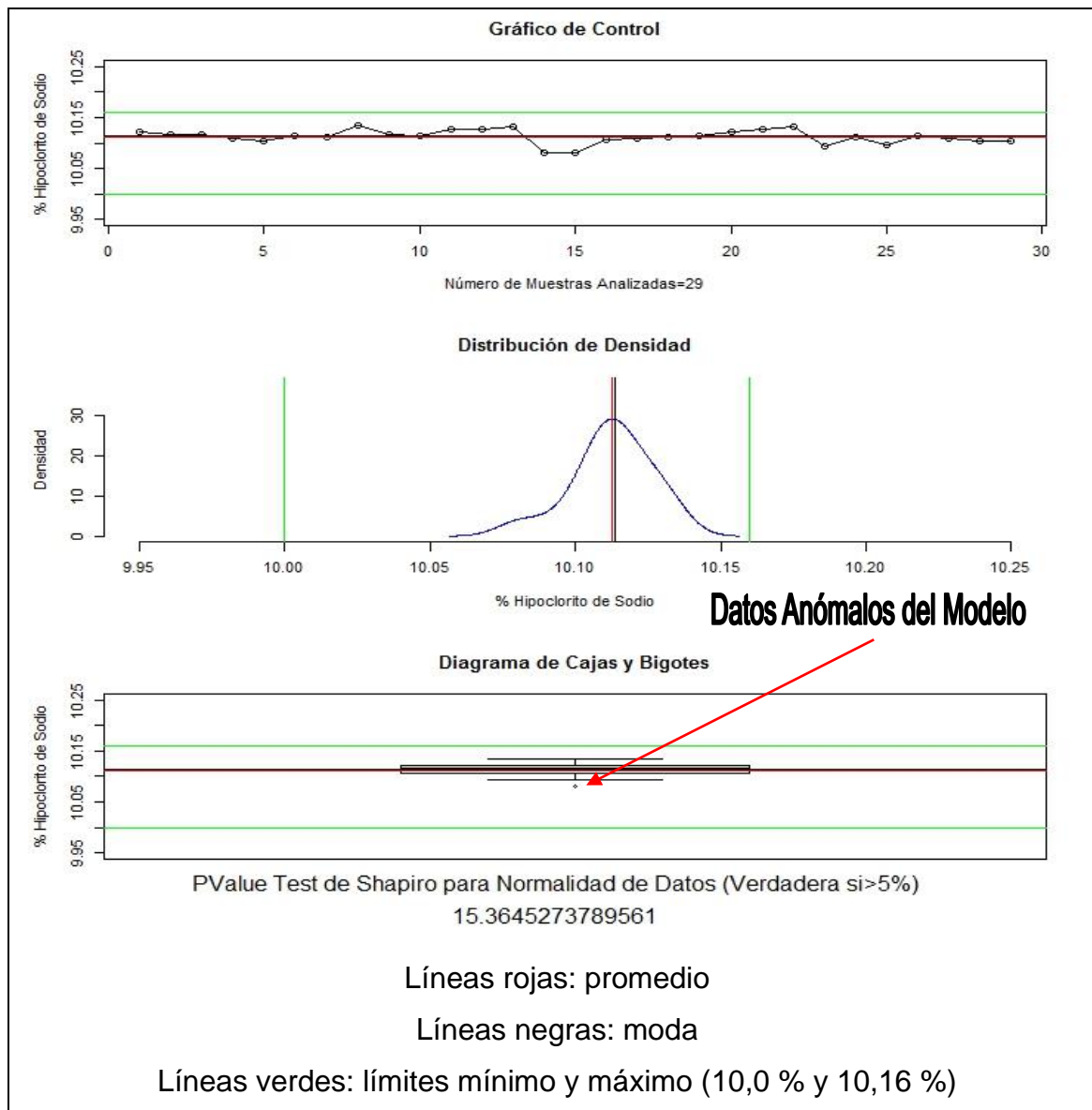


Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Depurado del modelo de formulación primaria

Se procedió a depurar el modelo encontrado de todos los promedios, eliminando los datos anómalos detectados.

Figura 47. **Graficado de todos los lotes ensayados y depurados**

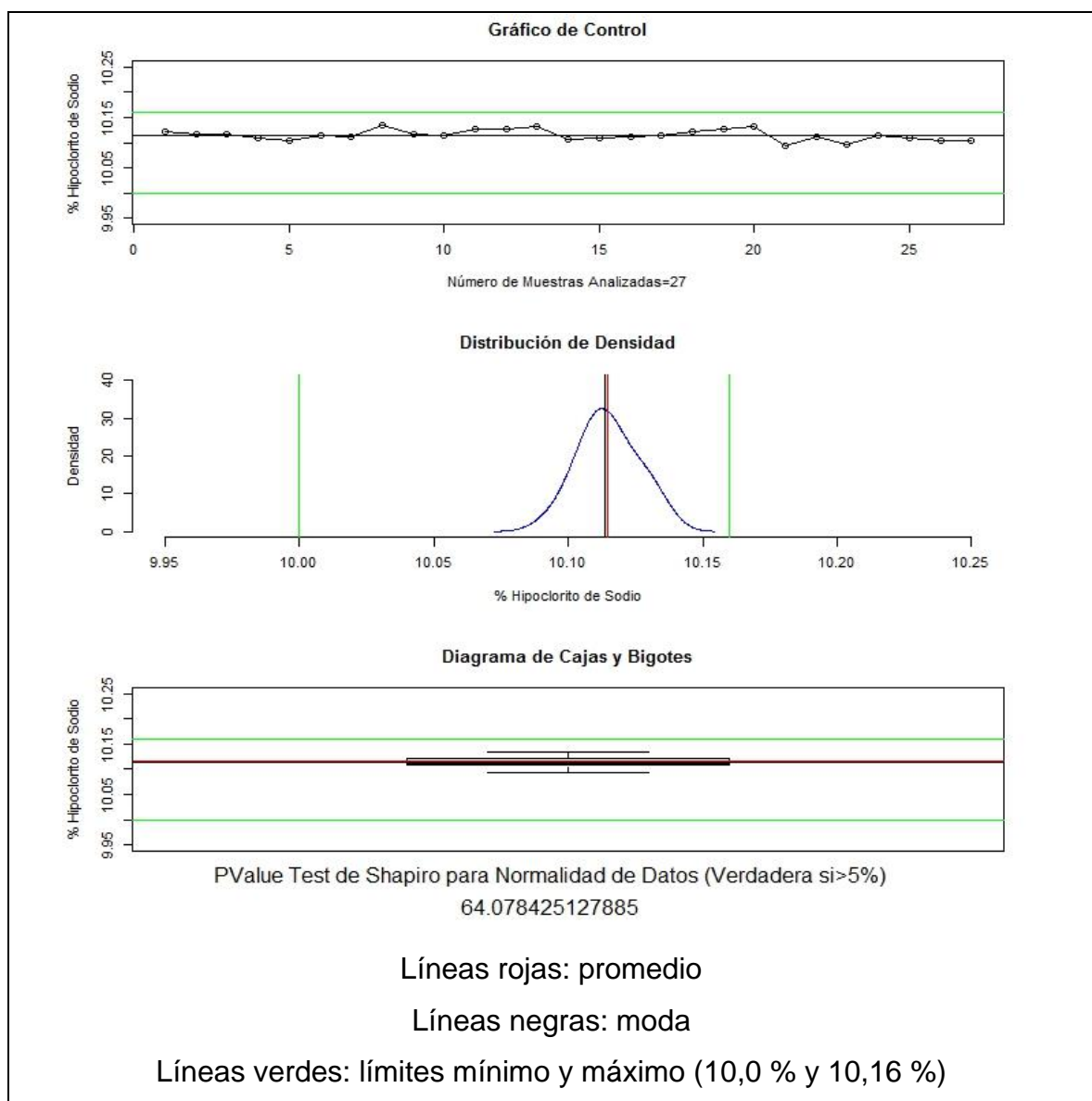


Fuente: elaboración propia.

#### 4.7. Segundo depurado del modelo de la formulación primaria

Se procedió a la segunda depuración del modelo en la formulación primaria, eliminando los datos anómalos encontrados.

Figura 48. Segundo depurado del modelo de la formulación primaria



Fuente: elaboración propia.

#### 4.8. Estudio de estabilidad

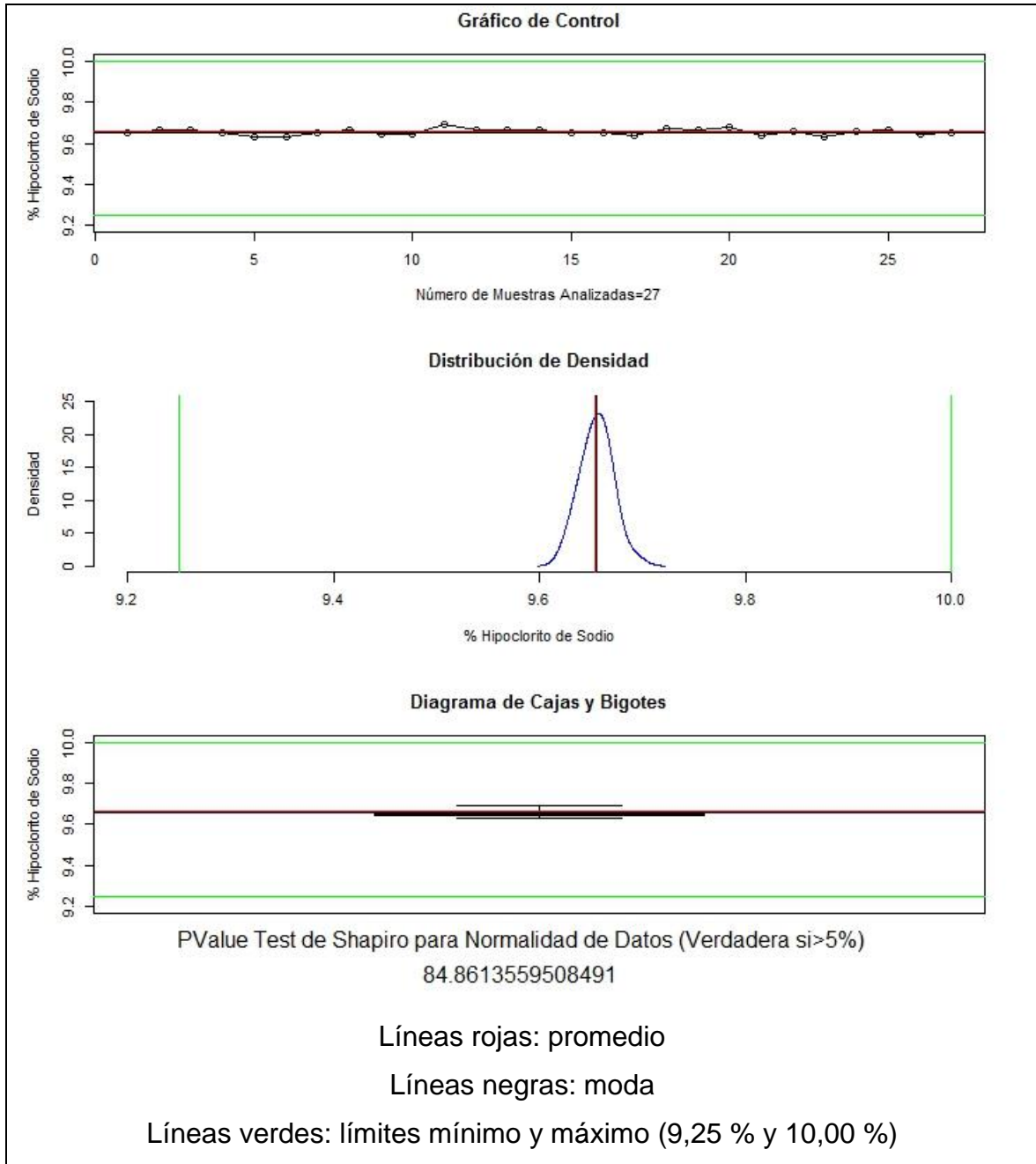
A continuación, se presentan los resultados de la concentración en el estudio de estabilidad de los lotes que no presentaron datos anómalos en la formulación primaria.

Tabla XVII. **Resultados del plan de análisis del estudio de estabilidad**

Lote	Concentración inicial	Concentración final
MP09-220119	10,12 %	9,65 %
MP10-250119	10,12 %	9,67 %
MP11-280119	10,12 %	9,67 %
MP12-310119	10,11 %	9,65 %
MP13-040219	10,10 %	9,63 %
MP14-060219	10,11 %	9,63 %
MP15-060219	10,11 %	9,65 %
MP18-190219	10,13 %	9,66 %
MP19-210219	10,12 %	9,65 %
MP20-260219	10,11 %	9,64 %
MP21-280219	10,13 %	9,69 %
MP22-040319	10,13 %	9,67 %
MP23-080319	10,13 %	9,66 %
MP27-210319	10,11 %	9,66 %
MP28-260319	10,11 %	9,65 %
MP29-290319	10,11 %	9,65 %
MP30-020419	10,12 %	9,64 %
MP31-040419	10,12 %	9,67 %
MP32-090419	10,13 %	9,66 %
MP33-120419	10,13 %	9,68 %
MP34-150419	10,09 %	9,64 %
MP35-160419	10,11 %	9,66 %
MP36-220419	10,10 %	9,63 %
MP37-250419	10,11 %	9,66 %
MP38-280419	10,11 %	9,67 %
MP39-020519	10,10 %	9,64 %
MP40-060519	10,10 %	9,65 %

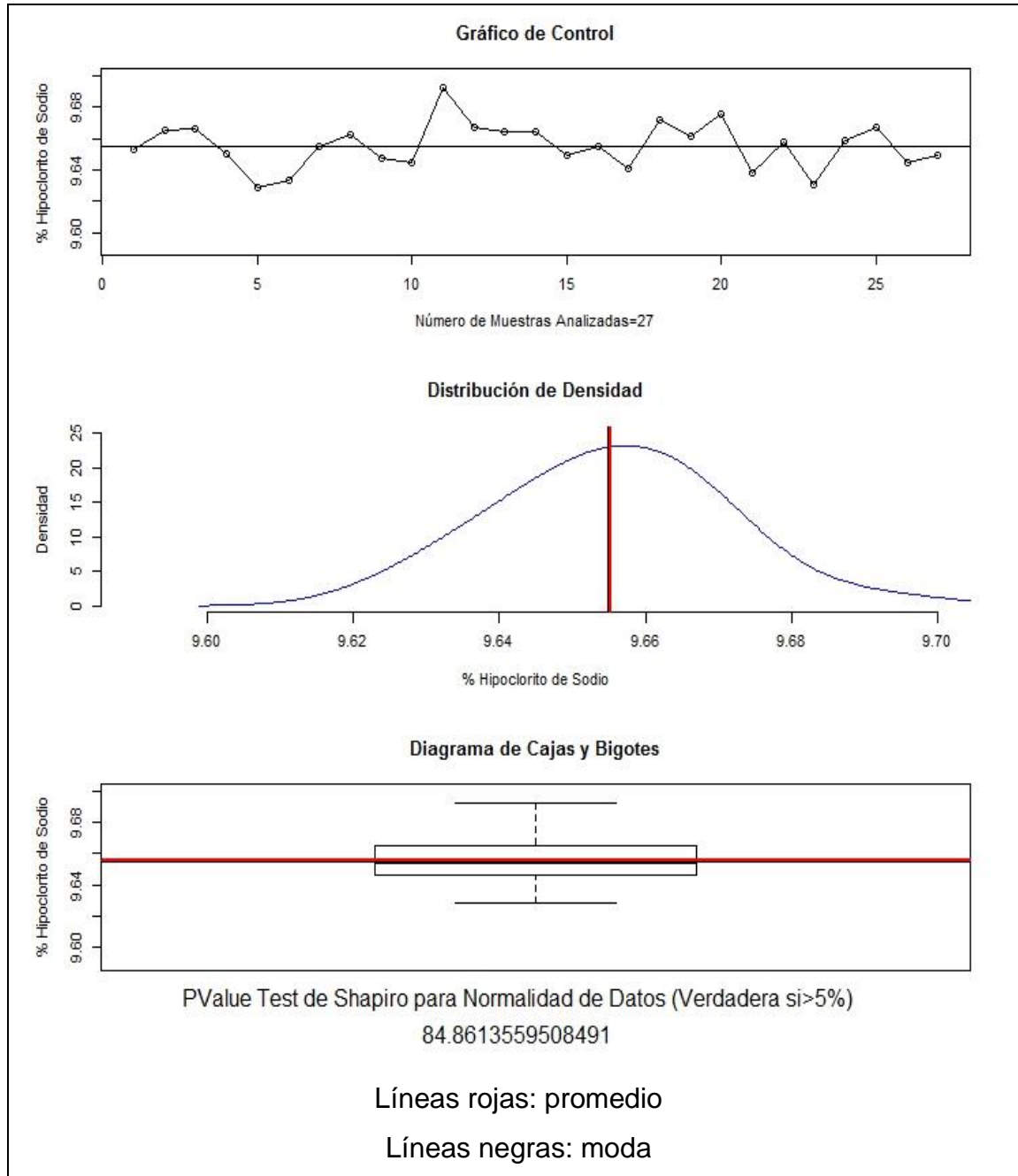
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Modelado del estudio de estabilidad de los lotes depurados**



Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Acercamiento del modelado del estudio de estabilidad**



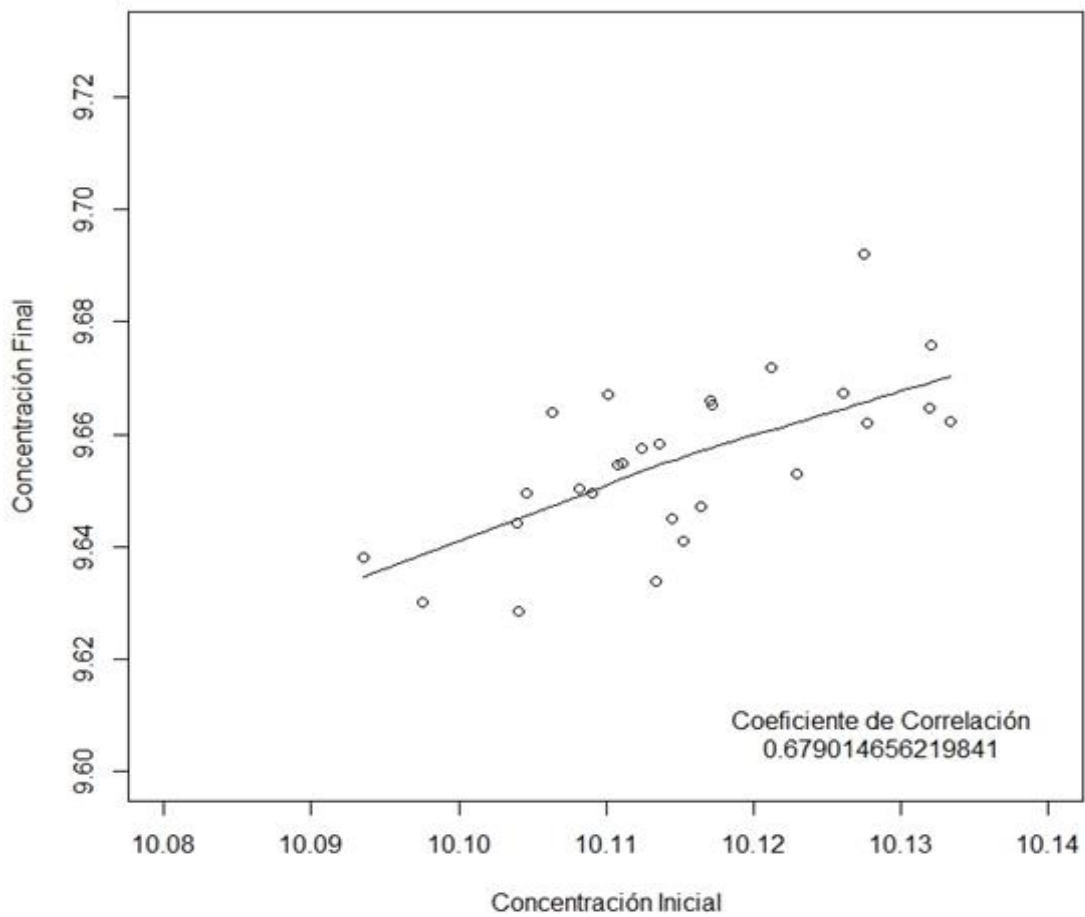
Fuente: elaboración propia.



#### 4.9. Correlación de variables

Se procedió al graficado de la concentración inicial y la concentración final para determinar el coeficiente de correlación.

Figura 51. **Correlación de las variables de porcentaje de concentración**



Fuente: elaboración propia.



## 5. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Mediante la propuesta de implementación de la Norma COGUANOR NGO 30 035 H1 se pretende homologar los resultados de los clientes, que ya tenían implementada la norma y, validar que la metodología de cuantificación de hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) cumpliera con los requisitos a nivel nacional y los requisitos de formulación.

Se hizo el cálculo para la determinación de la cantidad de muestra que se debía analizar, dando como resultado para el lote de 50 toneles una muestra de 18 mL (ver cálculo en el apéndice 1). Teniendo ese resultado y sabiendo que por diseño de la norma COGUANOR NGO 30 05 H1 (anexo1) no es posible titular más de 40 mL de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), se diseñó una distribución de recolección de muestra para que ésta fuera lo mayormente representativa y que cubriera la totalidad del lote analizado. Se partió en 6 secciones horizontales (cada 60 grados) el reactor cilíndrico y en 3 secciones verticales (la altura del reactor dividida en 3) dando un total de 18 muestras analizadas por lote producido.

En los resultados del apéndice 2 y 3 y en la tabla VII muestreo en la formulación primaria MP07 sin terminar de homogenizar, se puede observar que el tiempo de agitación del proceso original no era suficiente para llegar a una concentración de equilibrio homogénea y, teniendo como prueba de validación estadística el test de Shapiro, que prueba todos los valores analizados y señala si el conjunto de datos tiene un coeficiente mayor al 5 % tienen un comportamiento estadístico normal. En estos conjuntos de datos se obtuvieron un 0,1787 % para los datos con 5 horas de agitación y un

0,2260 % para 7 horas de agitación el proceso. Ya que el lote de producción no cumplía con los criterios de liberación estadística se tuvo que aumentar el tiempo de agitación y reacción para cumplir con el test de Shapiro.

De la figura 10. Liberación MP07-150119 5 horas de agitación se puede observar en el gráfico de control el comportamiento errático y sesgado de cada sección analizada. La concentración con esas características tiene una moda y un promedio en cada Estrato muestreado y, al tomar una muestra al azar en cualquier parte del lote, esta no representa la totalidad del lote producido. El comportamiento erróneo en el gráfico de control confirma los datos obtenidos en la distribución de densidad ya que refleja un comportamiento Multimodal no marcado dando como resultado un valor de 0,1787 % para el valor del test de Shapiro al comprobar su comportamiento normal.

En la figura 11. Liberación MP07-150119 7 horas de agitación con 2 horas más de agitación, se puede apreciar un comportamiento en el gráfico de control errático, es decir, los puntos tienen tendencias muy marcadas a subir y bajar respecto de su medida central, esto según las reglas de control estadístico, reflejan que el proceso se encuentra fuera de control y no tiene un comportamiento normal, que se refleja en la distribución de densidad y obteniendo un valor de 0,2260 % para el test de Shapiro.

Luego de aumentar el tiempo de agitación y reacción a 8 horas, se logró encontrar que el test de Shapiro aplicado a esas 18 muestras analizadas estaba por arriba del 5 % (un 11,7248 %) y se procedió a liberar ya que cumplía con los criterios estadísticos preestablecidos.

Este lote, aunque cumplía con el criterio estadístico de liberación, no cumplía con los límites superiores de producción según figura 12. Liberación

MP07-150119 8 horas de agitación. Se liberó el lote con una concentración mayor a lo establecido sabiendo que esto beneficia al cliente a expensas de los costos de la empresa productora.

A partir de ese lote (MP07-150119) se adaptaron todas las variables para producir a un ritmo de 50 toneles a cada 8 horas (de reacción y agitación) y en el lote siguiente (MP08-180119) se ajustó el proceso centrando las variables de reacción y centrando la concentración (promedio y moda) adentro de los valores de frontera de diseño ofrecidos al cliente sin perjudicar los intereses de la empresa productora. A partir de este lote se lograron obtener valores arriba del 5 % del test de Shapiro para la normalidad de los datos analizados en el lote.

A todos los lotes analizados se les aplicó el mismo criterio de análisis estadístico para hacer la liberación del lote de producción. En cada lote analizado se llevaron a cabo las 18 titulaciones para garantizar la homogeneidad del lote producido. Puede observarse en la figura 12. Liberación MP07-150119 8 horas de agitación y en figura 13. Liberación MP08-180119 8 horas de agitación que los valores, aunque se encuentren con un modelo estadístico normal, no se encuentran centrados conforme a lo que la empresa tiene como meta en los límites.

Estos límites son una base comercial para cumplir con el porcentaje mínimo que debe llegarle al cliente más un excedente contemplado por las mermas hacia el ambiente por agitación, desestabilización térmica (concentración mínima de 10,00 % y concentración máxima de 10,16 %) estas concentraciones son las rectas verticales de color verde en todas las gráficas.

En ambos lotes de producción, al verificar los diagramas de cajas y Bigotes se observa que no existe ningún dato sospecho en el modelo mismo, es

decir; que se puede descartar que exista algún dato que pudiera haber sido contaminado por el error en la toma de la muestra, en el análisis de la concentración y que todos los resultados son congruentes con la uniformidad de los reactivos.

Se puede observar en todas las gráficas que los valores de la moda y el promedio están muy cercanos y se encuentran en la parte central de la distribución de densidad, esto significa que las gráficas no tienen un sesgo marcado en el comportamiento de los datos.

Luego de haber analizado todos los lotes, al verificar su comportamiento estadístico y asegurarse que cumplieran con el test de Shapiro mayor al 5 %, se tabularon todos los valores promedios y se procedieron a analizar para hacer el modelo estadístico del proceso productivo. En la figura 46. Trazado de todos los lotes ensayados se puede observar en el gráfico de control que el patrón se encuentra fuera de control estadístico, teniendo valores por encima de los límites tolerados y un comportamiento errático y sistemático.

En esa misma figura en la sección de la distribución de densidad se puede observar que los valores son multimodales por encima de los valores de frontera máximos. Al hacer el cálculo del test de Shapiro se obtiene un valor de 0,00078 %. En el diagrama de cajas y bigotes se pueden identificar rápidamente los datos anómalos del modelo y que no representan al comportamiento típico del proceso de producción. Estos valores deben eliminarse y ser motivo de un estudio y análisis de causa raíz para que no vuelvan a suceder (estudio que se encuentra fuera del alcance de esta investigación).

En la figura 47. Trazado de todos los lotes ensayados y depurados se eliminaron todos los datos anómalos detectados en la figura 46 y se puede comprobar en el gráfico de control la estabilidad, respecto de la medida central, el comportamiento normal del modelo.

En el diagrama de distribución de densidad se comprueba visualmente que el modelo cumple con los valores establecidos para ambas fronteras y que posee un valor del test de Shapiro de 15,36 % comprobando así, que el conjunto de datos tiene un comportamiento, en términos estadísticos: normal. Pese a haber cumplido con lo anterior, al analizar el diagrama de cajas y bigotes, se puede observar la aparición de un dato anómalo, el cual debe ser eliminado y, por ende, hacer una iteración más para recalcular un modelo estadístico nuevo.

En la figura 48. Trazado de todos los lotes ensayados, depurados y afinados se volvió a hacer la iteración eliminando el dato que se encontró anómalo en figura 47. Trazado de todos los lotes ensayados y depurados en dónde se puede verificar en el gráfico de control que ningún dato se encuentra por fuera de los límites de diseño de la concentración (límites delimitados por las líneas verdes horizontales) y al hacer la verificación visual se obtiene que la media y la moda tiene un valor muy parecido.

En la sección de la distribución de densidad su puede observar que el proceso se encuentra levemente por encima de la concentración objetivo establecida ( $10,10 \% < 10,1149 \%$ ) de hipoclorito de sodio en la concentración (teniendo a la moda con un valor de  $10,1136 \%$ ) siendo los valores muy cercanos. En el diagrama de cajas y bigotes no se encuentran valores estadísticos anómalos y los valores mínimos y máximos se encuentran por adentro de los límites de diseño. Al realizar el test de Shapiro se determinó un

valor de 64,08 % de comportamiento normal del conjunto de datos. Este conjunto de datos analizados cumple con todas las pruebas necesarias (estadísticas y de diseño) y es el modelo que se usará de comparativa al implementar la norma, ya que contempla las variaciones intrínsecas y naturales del proceso productivo con estas condiciones de formulación.

Luego de haber analizado la concentración inicial, se procedió a guardar una muestra representativa de cada lote analizado y validado estadísticamente bajo las condiciones que dicta la norma COGUANOR NGO 30 05 H1 (anexo1) durante 14 días para luego, volver a analizar el porcentaje de hipoclorito de sodio con la misma metodología.

El fin de esta prueba es validar la estabilidad del hipoclorito de sodio. El valor mínimo aceptado por la norma COGUANOR NGO 30 05 H1 (anexo1) de una concentración inicial de hipoclorito de sodio al 10,0 % es de 9,25 % luego de 14 días, es decir, la concentración máxima permitida de variación es 0,75 % en la figura 49. Modelado del estudio de estabilidad de los lotes depurados se puede observar cómo el proceso en el gráfico de control se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 (de 10,0 % a 9,25 %) y el valor de la moda y el promedio son muy parecidos (9,6548 % y 9,6553 % respectivamente).

En la distribución de densidad se puede observar el comportamiento de los datos y la estabilidad cumple holgadamente con los límites de la norma, ya que la probabilidad de encontrar un valor fuera de los límites es casi cero. El valor de la prueba de Shapiro es de 84,86 % de normalidad del conjunto de datos de los lotes analizados.



El conjunto de datos de los lotes analizados cumple con las pruebas (Estadísticas y de diseño) y es el modelo que se usará de comparativa al implementar la norma, ya que contempla las variaciones intrínsecas y naturales del proceso productivo con estas condiciones de formulación y estabilización del hipoclorito de sodio (NaClO).

En figura 51. Correlación de las variables de porcentaje de concentración se determinó la relación de las variables de concentración Inicial y la estabilidad (concentración final luego de 14 días bajo las condiciones de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1) obteniendo un valor para el coeficiente de correlación de 0,6790 que representa una relación lineal entre ambas variables.

Esto implica que, la concentración inicial tiene un efecto directamente proporcional sobre la estabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO); esta afirmación es únicamente válida para las condiciones de almacenamiento de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 y a 14 días después de haber sido formulado el lote.



## 6. LOGROS OBTENIDOS

Se determinó que la cantidad de muestra necesaria para que el lote tuviera un nivel de confianza mínimo del 95 % en la homogenización en el reactor de 2 750 galones de capacidad en cada lote producido, es de 18 mL distribuidos de manera que, la muestra representara al lote completo.

Se obtuvieron los límites inferiores y superiores, así como la concentración objetivo, ofrecida por la empresa productora y envasadora y se diseñaron las pruebas estadísticas para la liberación del lote producido.

Se logró determinar que el comportamiento de los lotes producidos tiene un comportamiento estadístico normal y que debe cumplir con el test de Shapiro para garantizar la homogeneidad del lote. Durante este proceso se detectó que el tiempo de 5 horas de formulación que la empresa tenía estipulado para la producción no permitía llegar a una concentración homogénea y, por la diferencia de concentraciones en las diferentes profundidades del reactor, se tenía una diferencia en las concentraciones iniciales no aceptables ya que el valor de la prueba de Shapiro mostraba un porcentaje menor al 5 %.

Se logró determinar que el tiempo óptimo para la formulación era de 8 horas, 3 horas más de las que la empresa había determinado en su proceso, para que la homogenización tuviera como máximo un 5 % de probabilidad de fracaso en las desviaciones de las muestras analizadas para un mismo lote producido y que, en su mayoría, los resultados de laboratorio representaran a la reacción global formulada.

Luego de ajustar las variables: presión de burbujeo de gas cloro, velocidad de agitación en el reactor y porcentaje de abertura de la tubería de gas cloro se analizaron 33 lotes, analizando 18 muestras en cada lote en la formulación primaria, se obtuvo una homogeneidad estadística en cada lote de muestras analizadas; de cada lote producido y determinando que la media muestral y la moda muestral tenían un valor porcentual muy similar.

Se determinó un modelo estadístico predictivo basado en el comportamiento de los 33 lotes analizados, siendo comparados estadísticamente su comportamiento y se eliminaron los datos estadísticamente anómalos para la depuración del modelo. Luego de 2 iteraciones en la depuración del modelo, se construyó a partir de los datos de 27 lotes que cumplía con un comportamiento estadístico normal al hacer la comparativa de uno de los lotes con otros lotes del conjunto.

Basado en el análisis histórico se logró determinar el modelo de producción que facilitará la implementación de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 en la formulación primaria y que ésta, cumpla con la estabilidad (decaimiento negativo máximo de la concentración respecto de la formulación primaria) respecto del comportamiento de 27 lotes producidos y que es capaz de predecir la estabilidad luego de 14 días, a las condiciones dictadas por la norma, del hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ) sabiendo la concentración en la formulación primaria.

## CONCLUSIONES

1. El plan de análisis propuesto para la determinación de hipoclorito de sodio (NaClO), con tamaño de muestra de 18 mililitros distribuidos en todo el reactor y siguiendo la metodología de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 permitieron que los lotes analizados cumplieran con un valor arriba del 5 % para el test de Shapiro garantizando la homogenización de los 50 toneles de la formulación primaria de hipoclorito de sodio.
2. Se determinó que para este proceso de formulación de hipoclorito de sodio (NaClO) el test de Shapiro tiene una relación no lineal con el tiempo de reacción del hipoclorito de sodio, es decir, conforme se incrementa el tiempo de reacción; el test de Shapiro aumenta su valor considerablemente; determinándose que el tiempo menor de cumplimiento es de 8 horas de reacción con lo que garantiza la Homogeneidad de los 50 toneles producidos.
3. El plan de análisis de la concentración de hipoclorito de sodio (NaClO) basado en la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para la determinación de hipoclorito de sodio permitió validar que los lotes, producidos y liberados bajo los criterios estadísticos del Test de Shapiro y el criterio de rango de variación permitida en la formulación primaria, cumplieran con el decaimiento de concentración máximo permitido por dicha norma, es decir, luego de 14 días de haber formulado el hipoclorito de sodio su concentración no sufrió una degradación mayor al 0,75 %.

4. El control estadístico de los resultados de la estabilidad del hipoclorito de sodio permitió construir un modelo con un coeficiente de correlación de 0,6790 para la pronta predicción del cumplimiento de la estabilidad de la concentración del hipoclorito de sodio determinándose con la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para este modelo de producción.
5. El par de datos obtenidos de control estadísticos, para la formulación primaria y para el estudio de estabilidad de hipoclorito de sodio, son la base de los criterios para la aceptación y liberación de futuros lotes formulados con este proceso.
6. A pesa que el tiempo de formulación se aumentó de 5 a 8 horas, se logró garantizar con un nivel de confianza y una probabilidad de éxito, ambas, del 95 % la homogeneidad de los 50 toneles formulados de hipoclorito de sodio.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar la norma COGUANOR NGO 30 035 H1 para validar los cumplimientos nacionales para la formulación de hipoclorito de sodio (NaClO).
2. Realizar un estudio de estabilidad bajo las condiciones de almacenamiento del lote formulado, aunque no esté dentro del alcance de la norma COGUANOR NGO 30 035 H1.
3. Al cumplir con el tiempo para el estudio de estabilidad del hipoclorito de sodio (NaClO) se debe realizar el despacho del lote formulado lo antes posible para evitar que la concentración decaiga hasta límites afuera de los permitidos.
4. Luego de terminar la formulación primaria del hipoclorito de sodio (NaClO), los envases deben ser sellados para evitar las mermas hacia el medio ambiente.
5. Todos los envases llenos con hipoclorito de sodio (NaClO) deben ser resguardados de los rayos directos del sol y almacenarse en un lugar fresco y seco.
6. Todos los envases deben ser debidamente identificados con el rombo de seguridad y con la fecha de formulación para evitar el almacenamiento prologando de lotes antiguos.





## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ DE MEJÍA, Maricruz. *Evaluación de la calidad microbiológica del agua de las plantas de tratamiento de agua que surten la ciudad de Guatemala*. Unidad de Entrenamiento e Investigación en Entomología Médica MERTU/G-CDC-UVG Laboratorio de Análisis Bacteriológico de Agua, Universidad del Valle de Guatemala, 2001. 127 p.
2. AMORETTI RIVERA, María Isabel. *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas del hipoclorito de sodio durante el proceso y en producto terminado en un intervalo de temperatura ambiente de 18 °c a 41 °c y presión de 640 mm Hg a 642 mm Hg en el departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de ingeniería Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 136 p.
3. BUBNIS, Blake. *Clorate In Formation*. Editorial AWWA Research Foundation and American Water Works, USA: 1995. 156 p.
4. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). *Norma guatemalteca Obligatoria para hipoclorito de sodio en Solución Acuosa: COGUANOR NGO 30 035 H1: Determinación del Contenido de Cloro disponible y ensayo de Estabilidad*. Publicada en el Diario Oficial el 17 de diciembre de 1993.

5. COULTER, Mike. *Modern Chlor-Alkali Technology*. Inglaterra: Editorial Ellis Horwood, 1980. 290 p.
6. CUATRECASAS ARBÓS, Luis. *Gestión total de la calidad*. 2a ed. Inglaterra: Editorial Díaz de Santos, 2012. 356 p.
7. FERNANDES MAGALHAES, Jorge. *Influencia del envase y factores ambientales en la estabilidad de la Solución de hipoclorito de sodio*. USA: Boletín de la Oficina Sanitaria panamericana, 1996. 78 p.
8. FORMOSO PERMUY, Antonio. *2000 procedimientos Industriales al Alcance de Todos*. 13a ed. España: Editorial Limusa, 2005. 1279 p.
9. GÓMEZ FRAILE, Fermín. *Cómo implantar y gestionar la calidad total*. España: Editorial FC, 1997. 1281 p.
10. GORDON, Gilmar. *Controlling the Formation of Chlorate Ion In Liquid Hypochlorite Feedstock*. USA: Editorial AWWA Research Foundation and American Water Works, 1995. 195 p.
11. GUAJARDO GARZA, Edmundo. *Administración de la calidad total*. 2ª ed. México: Editorial Pax., 2003. 183 p.
12. HOYT, Brasen. *Controlling the Formation of Chlorate ion in Liquid State*. USA: Editorial AWWA Research Foundation and American Water Works, 1993. 69 p.

13. ISHIKAWA, Kaoru. *¿Qué es el control de calidad? La modalidad japonesa*. Editorial Norma. Traducido del japonés, 1986. 261 p.
14. KUHN, Anton, *Industrial Electrochemical Processes*. USA: Editorial Academic Press, 1971. 591 p.
15. MENDOZA COLOMA, Eddy Orlando. *Elaboración de un juego Analítico de Reactivos de prueba, para la determinación rápida de cloro libre en agua potable a partir de métodos analíticos volumétricos y colorimétricos*. Trabajo de graduación de Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 149 p.
16. MERLI, Giorgio. *La calidad como herramienta de negocio*. España: Editorial Díaz Santos; 1994. 244 p.
17. PÉREZ FERNÁNDEZ, José Antonio. *Gestión de Calidad por Procesos: Cultura Empresarial e Innovación*. 3a. ed. México: Editorial ESIC, 2009. 354 p.
18. ROJAS, Roberto. *Estabilidad de la solución de hipoclorito de sodio Producido In Situ*. Perú: Editorial Agua: Tecnología y Tratamiento del Saneamiento ambiental, 2000. 22 p.
19. SALVADOR, Rafael. *Estabilidad del hipoclorito de sodio*. Perú: Editorial Agua: Tecnología y Tratamiento del Saneamiento ambiental, 1992. 74 p.

20. SOLÓRZANO CASTELLANOS, Gabriel Estuardo. *Propuesta de mejora del sistema de aseguramiento de calidad, basado en las guías suplementarias de validación de la OMS, para un envase de polietileno de alta densidad para hipoclorito de sodio en una planta productora de envases plásticos*. Trabajo de graduación de ingeniería Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. 182 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Tamaño de la muestra para analizar

Documento RCDC-CTC-002

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

Fecha de Producción 15 de Enero de 2019

Tamaño del Lote a Formular 2,750 Galones (50 Toneles)

Lote del Hipoclorito de Sodio a formular MP07-150119

**Determinación del Tamaño de la Muestra en Función del tamaño del Lote**

Tamaño de la Población (N)		Variables del diseño Estadístico			
Galones a formular de Hipoclorito de Sodio (A)	Conversión a mL (N)= (A)*3785	Nivel Confianza (Za)	Probabilidad de Éxito (p)	Probabilidad de Fracaso (q)	Error Porcentual (d)
<b>2 750</b>	<b>10 408 750</b>	95%	95%	5%	5%

$$n = \frac{10\ 408\ 750 * (95\ \%)^2 * (95\ \%) * (5\ \%) }{(5\ \%)^2 * (10\ 408\ 750 - 1) + (95\ \%)^2 * (95\ \%) * (5\ \%)}$$

**Cantidad de mL a analizar en función del lote de producción n =**

**17,1474 mL que aproxima al entero mayor = 18 mL a analizar de Hipoclorito de Sodio**

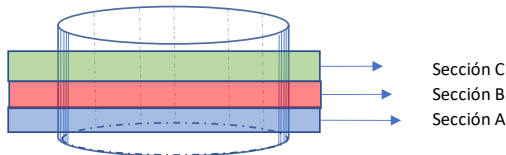
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Datos de lote liberación MP07-150119 5 horas

Documento RCDC-CTC-003

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

**Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa**



**Primer Ensayo (5 Horas de Agitación)**

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP07-150119  
 Fecha de Producción: 15 enero 2019  
 Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1766	33,70	0,10	10,6605
2	A	1,00	1,1765	33,80	0,10	10,6930
3	A	1,00	1,1768	33,70	0,10	10,6587
4	A	1,00	1,1765	33,90	0,10	10,7247
5	A	1,00	1,1770	33,70	0,10	10,6569
6	A	1,00	1,1767	33,80	0,10	10,6912
7	B	1,00	1,1530	31,60	0,10	10,2008
8	B	1,00	1,1525	31,60	0,10	10,2052
9	B	1,00	1,1530	31,50	0,10	10,1685
10	B	1,00	1,1520	31,60	0,10	10,2097
11	B	1,00	1,1525	31,60	0,10	10,2052
12	B	1,00	1,1522	31,60	0,10	10,2079
13	C	1,00	1,1120	29,90	0,10	10,0079
14	C	1,00	1,1130	29,80	0,10	9,9655
15	C	1,00	1,1120	29,90	0,10	10,0079
16	C	1,00	1,1130	29,90	0,10	9,9989
17	C	1,00	1,1120	29,90	0,10	10,0079
18	C	1,00	1,1120	29,80	0,10	9,9744

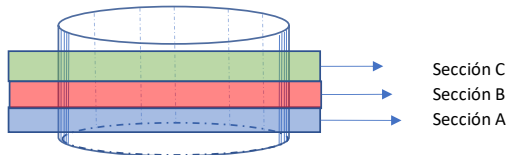
Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Datos de lote liberación MP07-150119 7 horas

Documento RCDC-CTC-003

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

**Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa**



**Segundo Ensayo (7 Horas de Agitación)**

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP07-150119  
 Fecha de Producción: 15 enero 2019  
 Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1630	32,10	0,10	10,2731
2	A	1,00	1,1620	32,10	0,10	10,2819
3	A	1,00	1,1635	32,00	0,10	10,2367
4	A	1,00	1,1630	32,00	0,10	10,2411
5	A	1,00	1,1625	32,10	0,10	10,2775
6	A	1,00	1,1620	32,00	0,10	10,2499
7	B	1,00	1,1630	32,00	0,10	10,2411
8	B	1,00	1,1623	32,00	0,10	10,2473
9	B	1,00	1,1630	32,10	0,10	10,2731
10	B	1,00	1,1626	32,00	0,10	10,2446
11	B	1,00	1,1625	32,00	0,10	10,2455
12	B	1,00	1,1630	32,10	0,10	10,2731
13	C	1,00	1,1632	32,00	0,10	10,2393
14	C	1,00	1,1630	32,10	0,10	10,2731
15	C	1,00	1,1629	32,10	0,10	10,2740
16	C	1,00	1,1630	32,10	0,10	10,2731
17	C	1,00	1,1629	32,00	0,10	10,2420
18	C	1,00	1,1626	32,00	0,10	10,2446

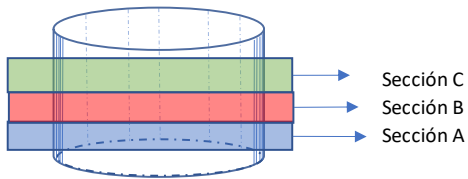
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 4. Datos de lote liberación MP07-150119 8 horas

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### Segundo Ensayo (8 Horas de Agitación)

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP07-150119

Fecha de Producción: 15 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de Sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	A	1,00	1,1620	32,00	0,1000	10,2499
2	A	1,00	1,1625	32,10	0,1000	10,2775
3	A	1,00	1,1613	32,10	0,1000	10,2881
4	A	1,00	1,1595	32,00	0,1000	10,2720
5	A	1,00	1,1599	32,00	0,1000	10,2685
6	A	1,00	1,1630	32,00	0,1000	10,2411
7	B	1,00	1,1623	32,00	0,1000	10,2473
8	B	1,00	1,1640	32,10	0,1000	10,2643
9	B	1,00	1,1627	32,10	0,1000	10,2758
10	B	1,00	1,1624	32,10	0,1000	10,2784
11	B	1,00	1,1640	32,10	0,1000	10,2643
12	B	1,00	1,1621	32,00	0,1000	10,2490
13	C	1,00	1,1591	32,00	0,1000	10,2756
14	C	1,00	1,1623	32,10	0,1000	10,2793
15	C	1,00	1,1590	32,00	0,1000	10,2764
16	C	1,00	1,1631	32,10	0,1000	10,2722
17	C	1,00	1,1641	32,10	0,1000	10,2634
18	C	1,00	1,1621	32,00	0,1000	10,2490

Fuente: elaboración propia.

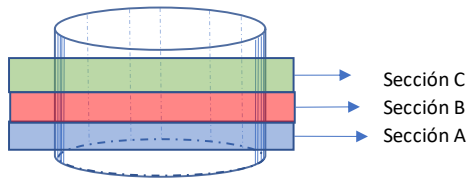


## Apéndice 5. Datos de lote liberación MP08-180119

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP08-180119

Fecha de Producción: 18 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1590	31,70	0,1000	10,1801
2	A	1,00	1,1587	31,70	0,1000	10,1827
3	A	1,00	1,1587	31,80	0,1000	10,2149
4	A	1,00	1,1570	31,70	0,1000	10,1977
5	A	1,00	1,1610	31,70	0,1000	10,1626
6	A	1,00	1,1585	31,80	0,1000	10,2166
7	B	1,00	1,1590	31,80	0,1000	10,2122
8	B	1,00	1,1580	31,60	0,1000	10,1568
9	B	1,00	1,1570	31,70	0,1000	10,1977
10	B	1,00	1,1580	31,70	0,1000	10,1889
11	B	1,00	1,1587	31,70	0,1000	10,1827
12	B	1,00	1,1590	31,70	0,1000	10,1801
13	C	1,00	1,1570	31,80	0,1000	10,2299
14	C	1,00	1,1573	31,60	0,1000	10,1629
15	C	1,00	1,1580	31,70	0,1000	10,1889
16	C	1,00	1,1570	31,60	0,1000	10,1655
17	C	1,00	1,1565	31,70	0,1000	10,2021
18	C	1,00	1,1580	31,70	0,1000	10,1889

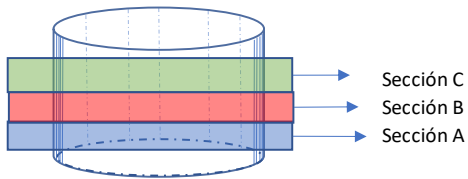
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Datos de lote liberación MP09-220119

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP09-220119

Fecha de Producción: 18 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	A	1,00	1,1595	31,50	0,1000	10,1115
2	A	1,00	1,1592	31,50	0,1000	10,1141
3	A	1,00	1,1592	31,60	0,1000	10,1462
4	A	1,00	1,1575	31,50	0,1000	10,1290
5	A	1,00	1,1615	31,50	0,1000	10,0941
6	A	1,00	1,1590	31,40	0,1000	10,0838
7	B	1,00	1,1595	31,50	0,1000	10,1115
8	B	1,00	1,1585	31,60	0,1000	10,1524
9	B	1,00	1,1575	31,50	0,1000	10,1290
10	B	1,00	1,1585	31,50	0,1000	10,1202
11	B	1,00	1,1592	31,50	0,1000	10,1141
12	B	1,00	1,1591	31,60	0,1000	10,1471
13	C	1,00	1,1581	31,60	0,1000	10,1559
14	C	1,00	1,1576	31,40	0,1000	10,0960
15	C	1,00	1,1583	31,50	0,1000	10,1220
16	C	1,00	1,1572	31,50	0,1000	10,1316
17	C	1,00	1,1569	31,50	0,1000	10,1342
18	C	1,00	1,1583	31,50	0,1000	10,1220

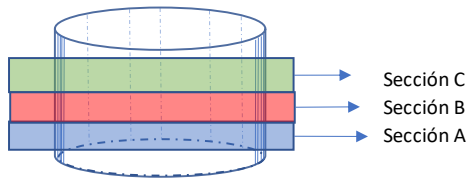
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Datos de lote liberación MP10-250119

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP10-250119

Fecha de Producción: 25 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1593	31,40	0,1000	10,0812
2	A	1,00	1,1591	31,40	0,1000	10,0829
3	A	1,00	1,1594	31,40	0,1000	10,0803
4	A	1,00	1,1580	31,40	0,1000	10,0925
5	A	1,00	1,1610	31,50	0,1000	10,0984
6	A	1,00	1,1578	31,40	0,1000	10,0942
7	B	1,00	1,1590	31,50	0,1000	10,1159
8	B	1,00	1,1563	31,60	0,1000	10,1717
9	B	1,00	1,1584	31,50	0,1000	10,1211
10	B	1,00	1,1591	31,50	0,1000	10,1150
11	B	1,00	1,1561	31,50	0,1000	10,1413
12	B	1,00	1,1594	31,60	0,1000	10,1445
13	C	1,00	1,1582	31,60	0,1000	10,1550
14	C	1,00	1,1571	31,50	0,1000	10,1325
15	C	1,00	1,1580	31,50	0,1000	10,1246
16	C	1,00	1,1569	31,40	0,1000	10,1021
17	C	1,00	1,1568	31,50	0,1000	10,1351
18	C	1,00	1,1584	31,50	0,1000	10,1211

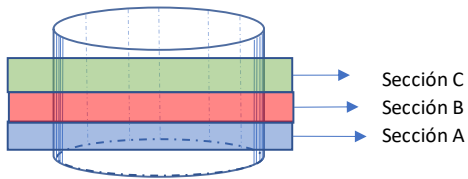
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Datos de lote liberación MP11-280119

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### Segundo Ensayo (8 Horas de Agitación)

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP11-280119

Fecha de Producción: 28 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	A	1,00	1,1591	31,40	0,1000	10,0829
2	A	1,00	1,1594	31,40	0,1000	10,0803
3	A	1,00	1,1597	31,40	0,1000	10,0777
4	A	1,00	1,1595	31,40	0,1000	10,0794
5	A	1,00	1,1564	31,50	0,1000	10,1386
6	A	1,00	1,1572	31,40	0,1000	10,0994
7	B	1,00	1,1581	31,50	0,1000	10,1237
8	B	1,00	1,1569	31,60	0,1000	10,1664
9	B	1,00	1,1589	31,50	0,1000	10,1167
10	B	1,00	1,1562	31,50	0,1000	10,1404
11	B	1,00	1,1592	31,50	0,1000	10,1141
12	B	1,00	1,1597	31,60	0,1000	10,1419
13	C	1,00	1,1586	31,60	0,1000	10,1515
14	C	1,00	1,1579	31,50	0,1000	10,1255
15	C	1,00	1,1590	31,50	0,1000	10,1159
16	C	1,00	1,1569	31,40	0,1000	10,1021
17	C	1,00	1,1594	31,50	0,1000	10,1124
18	C	1,00	1,1564	31,50	0,1000	10,1386

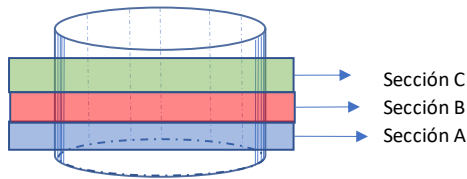
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 9. Datos de lote liberación MP12-310119

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP12-310119

Fecha de Producción: 31 enero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1523	31,40	0,1000	10,1424
2	A	1,00	1,1510	31,30	0,1000	10,1215
3	A	1,00	1,1543	31,30	0,1000	10,0926
4	A	1,00	1,1533	31,30	0,1000	10,1013
5	A	1,00	1,1515	31,40	0,1000	10,1494
6	A	1,00	1,1535	31,30	0,1000	10,0996
7	B	1,00	1,1526	31,20	0,1000	10,0752
8	B	1,00	1,1532	31,20	0,1000	10,0699
9	B	1,00	1,1539	31,40	0,1000	10,1283
10	B	1,00	1,1529	31,20	0,1000	10,0725
11	B	1,00	1,1519	31,40	0,1000	10,1459
12	B	1,00	1,1533	31,30	0,1000	10,1013
13	C	1,00	1,1528	31,30	0,1000	10,1057
14	C	1,00	1,1523	31,30	0,1000	10,1101
15	C	1,00	1,1524	31,20	0,1000	10,0769
16	C	1,00	1,1524	31,40	0,1000	10,1415
17	C	1,00	1,1529	31,20	0,1000	10,0725
18	C	1,00	1,1524	31,40	0,1000	10,1415

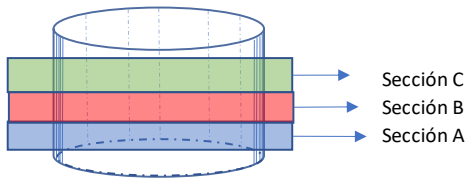
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 10. Datos de lote liberación MP13-040219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP13-040219

Fecha de Producción: 04 de febrero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	A	1,00	1,1484	31,30	0,1000	10,1445
2	A	1,00	1,1512	31,20	0,1000	10,0875
3	A	1,00	1,1573	31,30	0,1000	10,0666
4	A	1,00	1,1585	31,40	0,1000	10,0881
5	A	1,00	1,1475	31,30	0,1000	10,1521
6	A	1,00	1,1515	31,30	0,1000	10,1175
7	B	1,00	1,1541	31,30	0,1000	10,0943
8	B	1,00	1,1547	31,30	0,1000	10,0889
9	B	1,00	1,1474	31,20	0,1000	10,1205
10	B	1,00	1,1544	31,30	0,1000	10,0919
11	B	1,00	1,1573	31,30	0,1000	10,0664
12	B	1,00	1,1551	31,40	0,1000	10,1181
13	C	1,00	1,1572	31,30	0,1000	10,0671
14	C	1,00	1,1556	31,40	0,1000	10,1136
15	C	1,00	1,1553	31,40	0,1000	10,1157
16	C	1,00	1,1483	31,20	0,1000	10,1127
17	C	1,00	1,1485	31,20	0,1000	10,1115
18	C	1,00	1,1516	31,30	0,1000	10,1160

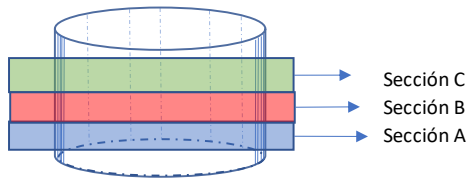
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 11. Datos de lote liberación MP14-060219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP14-060219

Fecha de Producción: 06 de febrero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1488	31,30	0,1000	10,1413
2	A	1,00	1,1513	31,30	0,1000	10,1188
3	A	1,00	1,1498	31,30	0,1000	10,1317
4	A	1,00	1,1526	31,40	0,1000	10,1396
5	A	1,00	1,1528	31,40	0,1000	10,1384
6	A	1,00	1,1509	31,40	0,1000	10,1551
7	B	1,00	1,1458	31,40	0,1000	10,2000
8	B	1,00	1,1570	31,40	0,1000	10,1012
9	B	1,00	1,1565	31,20	0,1000	10,0412
10	B	1,00	1,1436	31,20	0,1000	10,1544
11	B	1,00	1,1509	31,20	0,1000	10,0896
12	B	1,00	1,1484	31,30	0,1000	10,1440
13	C	1,00	1,1619	31,20	0,1000	9,9947
14	C	1,00	1,1497	31,20	0,1000	10,1008
15	C	1,00	1,1411	31,20	0,1000	10,1770
16	C	1,00	1,1503	31,20	0,1000	10,0953
17	C	1,00	1,1609	31,40	0,1000	10,0669
18	C	1,00	1,1554	31,20	0,1000	10,0507

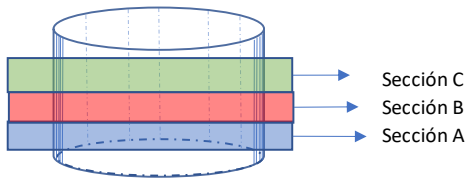
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 12. Datos de lote liberación MP15-070219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP15-070219

Fecha de Producción: 07 de febrero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	A	1,00	1,1519	31,50	0,0992	10,0967
2	A	1,00	1,1543	31,50	0,0992	10,0758
3	A	1,00	1,1489	31,40	0,0992	10,0911
4	A	1,00	1,1498	31,40	0,0992	10,0829
5	A	1,00	1,1472	31,40	0,0992	10,1059
6	A	1,00	1,1494	31,40	0,0992	10,0863
7	B	1,00	1,1489	31,40	0,0992	10,0907
8	B	1,00	1,1510	31,40	0,0992	10,0727
9	B	1,00	1,1486	31,60	0,0992	10,1577
10	B	1,00	1,1492	31,60	0,0992	10,1526
11	B	1,00	1,1477	31,50	0,0992	10,1339
12	B	1,00	1,1528	31,60	0,0992	10,1208
13	C	1,00	1,1556	31,60	0,0992	10,0962
14	C	1,00	1,1505	31,50	0,0992	10,1091
15	C	1,00	1,1509	31,50	0,0992	10,1057
16	C	1,00	1,1460	31,50	0,0992	10,1490
17	C	1,00	1,1489	31,60	0,0992	10,1552
18	C	1,00	1,1496	31,50	0,0992	10,1173

Fuente: elaboración propia.

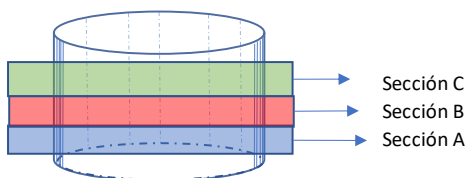


## Apéndice 13. Datos de lote liberación MP16-110219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP16-110219

Fecha de Producción: 11 de febrero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1523	31,60	0,0992	10,1253
2	A	1,00	1,1534	31,60	0,0992	10,1157
3	A	1,00	1,1611	31,50	0,0992	10,0165
4	A	1,00	1,1577	31,40	0,0992	10,0146
5	A	1,00	1,1603	31,40	0,0992	9,9919
6	A	1,00	1,1561	31,50	0,0992	10,0602
7	B	1,00	1,1590	31,50	0,0992	10,0353
8	B	1,00	1,1539	31,50	0,0992	10,0793
9	B	1,00	1,1531	31,50	0,0992	10,0863
10	B	1,00	1,1554	31,50	0,0992	10,0666
11	B	1,00	1,1549	31,60	0,0992	10,1025
12	B	1,00	1,1571	31,60	0,0992	10,0835
13	C	1,00	1,1582	31,50	0,0992	10,0423
14	C	1,00	1,1539	31,40	0,0992	10,0475
15	C	1,00	1,1605	31,40	0,0992	9,9898
16	C	1,00	1,1586	31,50	0,0992	10,0382
17	C	1,00	1,1581	31,50	0,0992	10,0424
18	C	1,00	1,1559	31,60	0,0992	10,0939

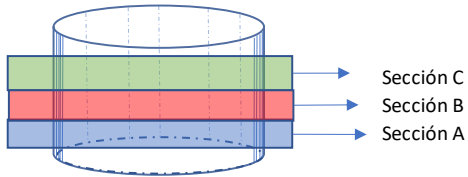
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 14. Datos de lote liberación MP17-140219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP17-140219

Fecha de Producción: 14 de febrero 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	A	1,00	1,1523	31,50	0,0992	10,0934
2	A	1,00	1,1531	31,50	0,0992	10,0862
3	A	1,00	1,1565	31,50	0,0992	10,0569
4	A	1,00	1,1608	31,40	0,0992	9,9873
5	A	1,00	1,1622	31,50	0,0992	10,0070
6	A	1,00	1,1680	31,50	0,0992	9,9576
7	B	1,00	1,1594	31,60	0,0992	10,0638
8	B	1,00	1,1566	31,60	0,0992	10,0874
9	B	1,00	1,1531	31,50	0,0992	10,0865
10	B	1,00	1,1578	31,50	0,0992	10,0452
11	B	1,00	1,1493	31,50	0,0992	10,1200
12	B	1,00	1,1666	31,60	0,0992	10,0014
13	C	1,00	1,1643	31,60	0,0992	10,0211
14	C	1,00	1,1572	31,60	0,0992	10,0827
15	C	1,00	1,1642	31,50	0,0992	9,9898
16	C	1,00	1,1599	31,50	0,0992	10,0276
17	C	1,00	1,1622	31,40	0,0992	9,9756
18	C	1,00	1,1677	31,40	0,0992	9,9285

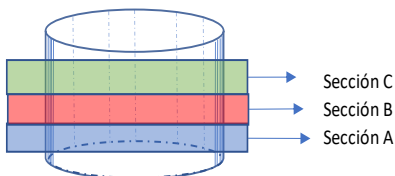
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 15. Datos de lote liberación MP18-190219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP18-190219

Fecha de Producción: 19 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (v1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1502	31,10	0,1010	10,1649
2	A	1,00	1,1508	31,10	0,1010	10,1593
3	A	1,00	1,1480	31,10	0,1010	10,1839
4	A	1,00	1,1494	31,10	0,1010	10,1715
5	A	1,00	1,1523	31,10	0,1010	10,1462
6	A	1,00	1,1589	31,00	0,1010	10,0554
7	B	1,00	1,1536	31,00	0,1010	10,1020
8	B	1,00	1,1542	31,10	0,1010	10,1289
9	B	1,00	1,1569	31,10	0,1010	10,1053
10	B	1,00	1,1575	31,00	0,1010	10,0681
11	B	1,00	1,1537	31,00	0,1010	10,1007
12	B	1,00	1,1531	31,10	0,1010	10,1388
13	C	1,00	1,1550	31,00	0,1010	10,0897
14	C	1,00	1,1515	31,10	0,1010	10,1530
15	C	1,00	1,1497	31,10	0,1010	10,1689
16	C	1,00	1,1549	31,10	0,1010	10,1230
17	C	1,00	1,1515	31,20	0,1010	10,1853
18	C	1,00	1,1512	31,10	0,1010	10,1560

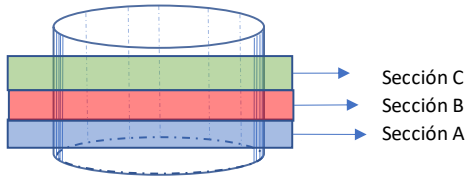
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 16. Datos de lote liberación MP19-210219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP19-210219

Fecha de Producción: 21 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	A	1,00	1,1642	31,00	0,1010	10,0099
2	A	1,00	1,1556	31,00	0,1010	10,0841
3	A	1,00	1,1545	31,00	0,1010	10,0940
4	A	1,00	1,1448	31,10	0,1010	10,2127
5	A	1,00	1,1487	31,10	0,1010	10,1779
6	A	1,00	1,1570	31,10	0,1010	10,1052
7	B	1,00	1,1588	31,00	0,1010	10,0566
8	B	1,00	1,1453	31,10	0,1010	10,2078
9	B	1,00	1,1475	31,10	0,1010	10,1887
10	B	1,00	1,1444	31,00	0,1010	10,1835
11	B	1,00	1,1503	31,00	0,1010	10,1309
12	B	1,00	1,1577	31,00	0,1010	10,0660
13	C	1,00	1,1566	31,00	0,1010	10,0757
14	C	1,00	1,1587	31,10	0,1010	10,0898
15	C	1,00	1,1500	31,10	0,1010	10,1661
16	C	1,00	1,1594	31,10	0,1010	10,0837
17	C	1,00	1,1657	31,10	0,1010	10,0294
18	C	1,00	1,1501	31,00	0,1010	10,1327

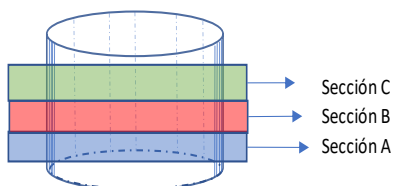
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 17. Datos de lote liberación MP20-260219

Documento RDCD-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP20-260219

Fecha de Producción: 26 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1485	31,00	0,1010	10,1464
2	A	1,00	1,1538	31,00	0,1010	10,1005
3	A	1,00	1,1530	31,00	0,1010	10,1068
4	A	1,00	1,1584	31,00	0,1010	10,0596
5	A	1,00	1,1599	31,10	0,1010	10,0792
6	A	1,00	1,1545	31,00	0,1010	10,0941
7	B	1,00	1,1546	31,10	0,1010	10,1255
8	B	1,00	1,1510	31,20	0,1010	10,1896
9	B	1,00	1,1488	31,20	0,1010	10,2094
10	B	1,00	1,1593	31,20	0,1010	10,1170
11	B	1,00	1,1606	31,00	0,1010	10,0410
12	B	1,00	1,1490	31,00	0,1010	10,1427
13	C	1,00	1,1464	31,00	0,1010	10,1654
14	C	1,00	1,1577	31,00	0,1010	10,0664
15	C	1,00	1,1597	31,00	0,1010	10,0486
16	C	1,00	1,1511	31,00	0,1010	10,1243
17	C	1,00	1,1524	31,00	0,1010	10,1125
18	C	1,00	1,1502	31,00	0,1010	10,1322

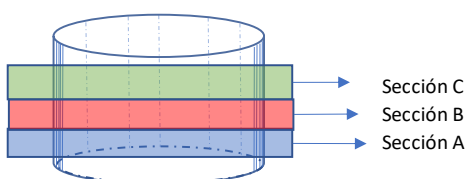
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 18. Datos de lote liberación MP21-280219

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP21-280219  
Fecha de Producción: 28 de febrero de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1530	31,00	0,1010	10,1069
2	A	1,00	1,1526	31,00	0,1010	10,1111
3	A	1,00	1,1540	31,00	0,1010	10,0982
4	A	1,00	1,1531	31,00	0,1010	10,1061
5	A	1,00	1,1482	31,00	0,1010	10,1495
6	A	1,00	1,1532	31,10	0,1010	10,1380
7	B	1,00	1,1510	31,00	0,1010	10,1248
8	B	1,00	1,1499	31,10	0,1010	10,1670
9	B	1,00	1,1543	31,10	0,1010	10,1279
10	B	1,00	1,1546	31,00	0,1010	10,0933
11	B	1,00	1,1496	31,00	0,1010	10,1368
12	B	1,00	1,1553	31,00	0,1010	10,0873
13	C	1,00	1,1515	31,00	0,1010	10,1205
14	C	1,00	1,1510	31,00	0,1010	10,1251
15	C	1,00	1,1493	31,10	0,1010	10,1726
16	C	1,00	1,1517	31,10	0,1010	10,1513
17	C	1,00	1,1500	31,10	0,1010	10,1666
18	C	1,00	1,1525	31,00	0,1010	10,1115

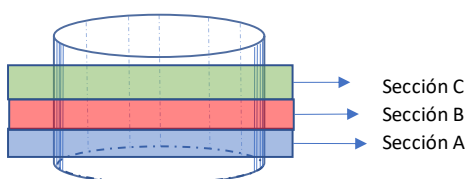
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 19. Datos de lote liberación MP22-040319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP22-040319  
Fecha de Producción: 04 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Tonzales

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1559	31,00	0,1010	10,0815
2	A	1,00	1,1526	31,00	0,1010	10,1108
3	A	1,00	1,1510	31,00	0,1010	10,1245
4	A	1,00	1,1511	31,10	0,1010	10,1569
5	A	1,00	1,1468	31,10	0,1010	10,1948
6	A	1,00	1,1498	31,00	0,1010	10,1351
7	B	1,00	1,1517	31,00	0,1010	10,1184
8	B	1,00	1,1551	31,00	0,1010	10,0887
9	B	1,00	1,1520	31,10	0,1010	10,1485
10	B	1,00	1,1508	31,10	0,1010	10,1589
11	B	1,00	1,1504	31,00	0,1010	10,1302
12	B	1,00	1,1518	31,00	0,1010	10,1177
13	C	1,00	1,1519	31,00	0,1010	10,1164
14	C	1,00	1,1546	31,00	0,1010	10,0936
15	C	1,00	1,1505	31,10	0,1010	10,1620
16	C	1,00	1,1532	31,00	0,1010	10,1054
17	C	1,00	1,1533	31,10	0,1010	10,1370
18	C	1,00	1,1550	31,00	0,1010	10,0894

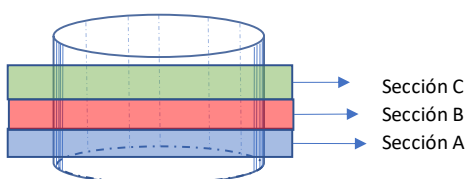
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 20. Datos de lote liberación MP23-080319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP23-080319  
Fecha de Producción: 08 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	A	1,00	1,1519	31,00	0,1010	10,1164
2	A	1,00	1,1507	31,00	0,1010	10,1270
3	A	1,00	1,1521	31,10	0,1010	10,1476
4	A	1,00	1,1495	31,10	0,1010	10,1706
5	A	1,00	1,1516	31,00	0,1010	10,1199
6	A	1,00	1,1466	31,00	0,1010	10,1633
7	B	1,00	1,1462	31,00	0,1010	10,1670
8	B	1,00	1,1572	31,00	0,1010	10,0708
9	B	1,00	1,1515	31,10	0,1010	10,1531
10	B	1,00	1,1517	31,10	0,1010	10,1509
11	B	1,00	1,1523	31,00	0,1010	10,1137
12	B	1,00	1,1553	31,00	0,1010	10,0875
13	C	1,00	1,1545	31,10	0,1010	10,1270
14	C	1,00	1,1574	31,10	0,1010	10,1013
15	C	1,00	1,1567	31,10	0,1010	10,1072
16	C	1,00	1,1447	31,00	0,1010	10,1805
17	C	1,00	1,1525	31,00	0,1010	10,1119
18	C	1,00	1,1470	31,00	0,1010	10,1599

Fuente: elaboración propia.

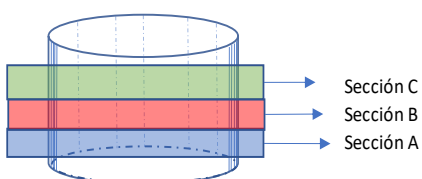


## Apéndice 21. Datos de lote liberación MP24-120319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP24-120319  
Fecha de Producción: 12 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1551	31,10	0,1001	10,0312
2	A	1,00	1,1525	31,10	0,1001	10,0534
3	A	1,00	1,1473	31,10	0,1001	10,0996
4	A	1,00	1,1518	31,20	0,1001	10,0926
5	A	1,00	1,1492	31,20	0,1001	10,1147
6	A	1,00	1,1495	31,20	0,1001	10,1125
7	B	1,00	1,1514	31,20	0,1001	10,0957
8	B	1,00	1,1533	31,20	0,1001	10,0796
9	B	1,00	1,1480	31,20	0,1001	10,1260
10	B	1,00	1,1554	31,20	0,1001	10,0606
11	B	1,00	1,1536	31,20	0,1001	10,0765
12	B	1,00	1,1536	31,10	0,1001	10,0438
13	C	1,00	1,1521	31,20	0,1001	10,0892
14	C	1,00	1,1536	31,20	0,1001	10,0763
15	C	1,00	1,1550	31,10	0,1001	10,0321
16	C	1,00	1,1505	31,20	0,1001	10,1038
17	C	1,00	1,1504	31,10	0,1001	10,0719
18	C	1,00	1,1498	31,20	0,1001	10,1097

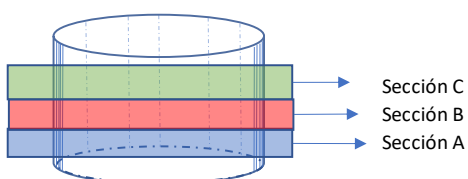
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 22. Datos de lote liberación MP25-150319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP25-150319  
Fecha de Producción: 15 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1499	31,20	0,1001	10,1086
2	A	1,00	1,1550	31,20	0,1001	10,0643
3	A	1,00	1,1522	31,20	0,1001	10,0889
4	A	1,00	1,1532	31,20	0,1001	10,0797
5	A	1,00	1,1515	31,20	0,1001	10,0948
6	A	1,00	1,1540	31,20	0,1001	10,0726
7	B	1,00	1,1510	31,10	0,1001	10,0665
8	B	1,00	1,1533	31,10	0,1001	10,0472
9	B	1,00	1,1494	31,20	0,1001	10,1131
10	B	1,00	1,1552	31,10	0,1001	10,0304
11	B	1,00	1,1494	31,20	0,1001	10,1129
12	B	1,00	1,1529	31,20	0,1001	10,0826
13	C	1,00	1,1528	31,20	0,1001	10,0839
14	C	1,00	1,1488	31,20	0,1001	10,1184
15	C	1,00	1,1524	31,20	0,1001	10,0866
16	C	1,00	1,1541	31,20	0,1001	10,0725
17	C	1,00	1,1536	31,20	0,1001	10,0766
18	C	1,00	1,1544	31,10	0,1001	10,0369

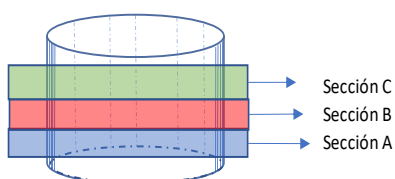
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 23. Datos de lote liberación MP26-180319

Documento RDCD-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP26-180319

Fecha de Producción: 18 de marzo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1543	31,10	0,1001	10,0380
2	A	1,00	1,1538	31,10	0,1001	10,0426
3	A	1,00	1,1550	31,10	0,1001	10,0323
4	A	1,00	1,1533	31,10	0,1001	10,0470
5	A	1,00	1,1480	31,00	0,1001	10,0605
6	A	1,00	1,1498	31,10	0,1001	10,0777
7	B	1,00	1,1520	31,20	0,1001	10,0901
8	B	1,00	1,1492	31,20	0,1001	10,1152
9	B	1,00	1,1592	31,20	0,1001	10,0276
10	B	1,00	1,1504	31,20	0,1001	10,1046
11	B	1,00	1,1496	31,20	0,1001	10,1115
12	B	1,00	1,1509	31,20	0,1001	10,1003
13	C	1,00	1,1511	31,20	0,1001	10,0986
14	C	1,00	1,1490	31,10	0,1001	10,0840
15	C	1,00	1,1500	31,10	0,1001	10,0755
16	C	1,00	1,1547	31,10	0,1001	10,0343
17	C	1,00	1,1515	31,10	0,1001	10,0627
18	C	1,00	1,1555	31,20	0,1001	10,0598

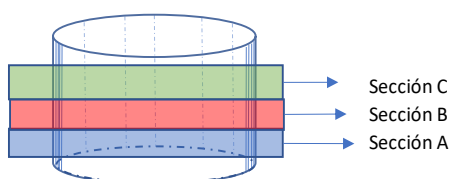
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 24. Datos de lote liberación MP27-210319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP27-210319

Fecha de Producción: 21 de marzo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1496	31,20	0,1000	10,1015
2	A	1,00	1,1563	31,20	0,1000	10,0430
3	A	1,00	1,1512	31,20	0,1000	10,0871
4	A	1,00	1,1451	31,20	0,1000	10,1408
5	A	1,00	1,1457	31,20	0,1000	10,1357
6	A	1,00	1,1506	31,20	0,1000	10,0925
7	B	1,00	1,1467	31,20	0,1000	10,1274
8	B	1,00	1,1466	31,30	0,1000	10,1606
9	B	1,00	1,1564	31,30	0,1000	10,0738
10	B	1,00	1,1553	31,20	0,1000	10,0519
11	B	1,00	1,1533	31,20	0,1000	10,0686
12	B	1,00	1,1482	31,20	0,1000	10,1134
13	C	1,00	1,1494	31,20	0,1000	10,1035
14	C	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1262
15	C	1,00	1,1572	31,30	0,1000	10,0677
16	C	1,00	1,1420	31,30	0,1000	10,2009
17	C	1,00	1,1459	31,20	0,1000	10,1343
18	C	1,00	1,1515	31,20	0,1000	10,0844

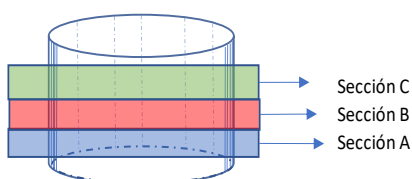
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 25. Datos de lote liberación MP28-260319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP28-260319  
Fecha de Producción: 26 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1534	31,30	0,1000	10,1005
2	A	1,00	1,1547	31,30	0,1000	10,0889
3	A	1,00	1,1558	31,30	0,1000	10,0793
4	A	1,00	1,1503	31,30	0,1000	10,1280
5	A	1,00	1,1490	31,30	0,1000	10,1387
6	A	1,00	1,1527	31,30	0,1000	10,1063
7	B	1,00	1,1486	31,20	0,1000	10,1099
8	B	1,00	1,1518	31,20	0,1000	10,0825
9	B	1,00	1,1533	31,20	0,1000	10,0691
10	B	1,00	1,1550	31,20	0,1000	10,0546
11	B	1,00	1,1437	31,30	0,1000	10,1863
12	B	1,00	1,1520	31,30	0,1000	10,1124
13	C	1,00	1,1537	31,30	0,1000	10,0974
14	C	1,00	1,1506	31,30	0,1000	10,1250
15	C	1,00	1,1478	31,30	0,1000	10,1500
16	C	1,00	1,1498	31,30	0,1000	10,1320
17	C	1,00	1,1495	31,30	0,1000	10,1348
18	C	1,00	1,1534	31,20	0,1000	10,0679

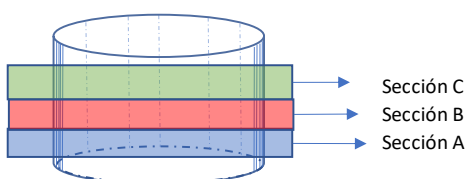
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 26. Datos de lote liberación MP29-290319

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP29-290319  
Fecha de Producción: 29 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1551	31,30	0,1000	10,0859
2	A	1,00	1,1524	31,20	0,1000	10,0768
3	A	1,00	1,1503	31,30	0,1000	10,1277
4	A	1,00	1,1514	31,30	0,1000	10,1183
5	A	1,00	1,1531	31,30	0,1000	10,1028
6	A	1,00	1,1538	31,30	0,1000	10,0970
7	B	1,00	1,1514	31,30	0,1000	10,1178
8	B	1,00	1,1494	31,30	0,1000	10,1352
9	B	1,00	1,1488	31,30	0,1000	10,1412
10	B	1,00	1,1520	31,30	0,1000	10,1129
11	B	1,00	1,1518	31,30	0,1000	10,1145
12	B	1,00	1,1489	31,20	0,1000	10,1078
13	C	1,00	1,1527	31,30	0,1000	10,1069
14	C	1,00	1,1510	31,20	0,1000	10,0892
15	C	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1263
16	C	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1263
17	C	1,00	1,1517	31,20	0,1000	10,0829
18	C	1,00	1,1506	31,30	0,1000	10,1250

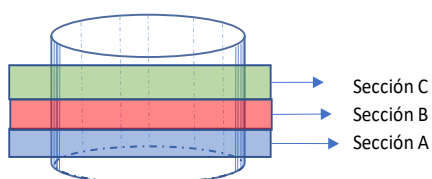
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 27. Datos de lote liberación MP30-020419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP30-020419

Fecha de Producción: 02 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Tonzales

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1518	31,30	0,1000	10,1149
2	A	1,00	1,1507	31,30	0,1000	10,1239
3	A	1,00	1,1504	31,40	0,1000	10,1594
4	A	1,00	1,1520	31,40	0,1000	10,1446
5	A	1,00	1,1557	31,40	0,1000	10,1129
6	A	1,00	1,1533	31,40	0,1000	10,1334
7	B	1,00	1,1556	31,30	0,1000	10,0814
8	B	1,00	1,1511	31,30	0,1000	10,1207
9	B	1,00	1,1520	31,30	0,1000	10,1124
10	B	1,00	1,1527	31,30	0,1000	10,1067
11	B	1,00	1,1543	31,30	0,1000	10,0930
12	B	1,00	1,1460	31,30	0,1000	10,1658
13	C	1,00	1,1546	31,30	0,1000	10,0899
14	C	1,00	1,1535	31,30	0,1000	10,0998
15	C	1,00	1,1523	31,30	0,1000	10,1105
16	C	1,00	1,1539	31,30	0,1000	10,0960
17	C	1,00	1,1494	31,30	0,1000	10,1353
18	C	1,00	1,1528	31,20	0,1000	10,0733

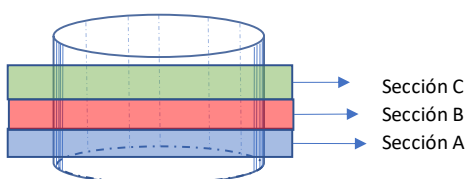
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 28. Datos de lote liberación MP31-040419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP31-040419

Fecha de Producción: 04 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1488	31,30	0,1000	10,1405
2	A	1,00	1,1493	31,30	0,1000	10,1368
3	A	1,00	1,1511	31,30	0,1000	10,1202
4	A	1,00	1,1540	31,30	0,1000	10,0949
5	A	1,00	1,1486	31,30	0,1000	10,1428
6	A	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1259
7	B	1,00	1,1506	31,20	0,1000	10,0929
8	B	1,00	1,1520	31,20	0,1000	10,0804
9	B	1,00	1,1539	31,30	0,1000	10,0957
10	B	1,00	1,1549	31,40	0,1000	10,1195
11	B	1,00	1,1517	31,40	0,1000	10,1478
12	B	1,00	1,1495	31,40	0,1000	10,1668
13	C	1,00	1,1516	31,40	0,1000	10,1488
14	C	1,00	1,1502	31,20	0,1000	10,0966
15	C	1,00	1,1527	31,40	0,1000	10,1390
16	C	1,00	1,1520	31,40	0,1000	10,1447
17	C	1,00	1,1517	31,20	0,1000	10,0827
18	C	1,00	1,1565	31,40	0,1000	10,1060

Fuente: elaboración propia.

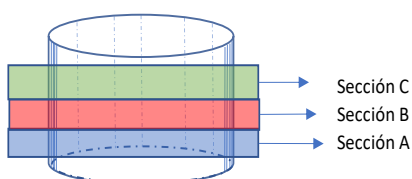


## Apéndice 29. Datos de lote liberación MP32-090419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP32-090419

Fecha de Producción: 09 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1520	31,30	0,1000	10,1131
2	A	1,00	1,1530	31,40	0,1000	10,1360
3	A	1,00	1,1507	31,40	0,1000	10,1567
4	A	1,00	1,1527	31,40	0,1000	10,1390
5	A	1,00	1,1560	31,40	0,1000	10,1100
6	A	1,00	1,1546	31,30	0,1000	10,0899
7	B	1,00	1,1541	31,40	0,1000	10,1264
8	B	1,00	1,1525	31,40	0,1000	10,1404
9	B	1,00	1,1536	31,40	0,1000	10,1307
10	B	1,00	1,1530	31,40	0,1000	10,1359
11	B	1,00	1,1527	31,40	0,1000	10,1388
12	B	1,00	1,1546	31,30	0,1000	10,0904
13	C	1,00	1,1508	31,40	0,1000	10,1557
14	C	1,00	1,1497	31,40	0,1000	10,1652
15	C	1,00	1,1537	31,40	0,1000	10,1305
16	C	1,00	1,1538	31,40	0,1000	10,1292
17	C	1,00	1,1535	31,30	0,1000	10,1000
18	C	1,00	1,1522	31,30	0,1000	10,1108

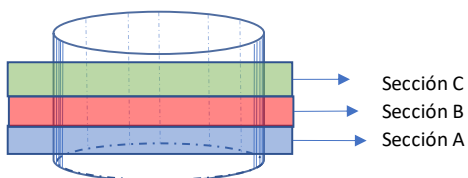
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 30. Datos de lote liberación MP33-120419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP33-120419

Fecha de Producción: 12 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	A	1,00	1,1546	31,30	0,1000	10,0896
2	A	1,00	1,1528	31,40	0,1000	10,1384
3	A	1,00	1,1551	31,30	0,1000	10,0858
4	A	1,00	1,1477	31,30	0,1000	10,1503
5	A	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1257
6	A	1,00	1,1478	31,30	0,1000	10,1498
7	B	1,00	1,1537	31,30	0,1000	10,0977
8	B	1,00	1,1539	31,40	0,1000	10,1287
9	B	1,00	1,1492	31,30	0,1000	10,1370
10	B	1,00	1,1524	31,30	0,1000	10,1095
11	B	1,00	1,1502	31,30	0,1000	10,1285
12	B	1,00	1,1510	31,40	0,1000	10,1535
13	C	1,00	1,1503	31,30	0,1000	10,1280
14	C	1,00	1,1460	31,30	0,1000	10,1654
15	C	1,00	1,1515	31,40	0,1000	10,1494
16	C	1,00	1,1491	31,40	0,1000	10,1707
17	C	1,00	1,1534	31,40	0,1000	10,1323
18	C	1,00	1,1491	31,30	0,1000	10,1382

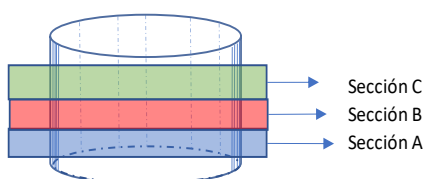
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 31. Datos de lote liberación MP34-150419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP34-150419

Fecha de Producción: 15 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Tonzes

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1543	31,20	0,1000	10,0602
2	A	1,00	1,1566	31,00	0,1000	9,9762
3	A	1,00	1,1527	31,20	0,1000	10,0740
4	A	1,00	1,1564	31,20	0,1000	10,0416
5	A	1,00	1,1498	31,20	0,1000	10,1001
6	A	1,00	1,1537	31,20	0,1000	10,0656
7	B	1,00	1,1486	31,30	0,1000	10,1423
8	B	1,00	1,1524	31,20	0,1000	10,0767
9	B	1,00	1,1479	31,30	0,1000	10,1490
10	B	1,00	1,1480	31,20	0,1000	10,1154
11	B	1,00	1,1487	31,30	0,1000	10,1415
12	B	1,00	1,1554	31,30	0,1000	10,0832
13	C	1,00	1,1477	31,30	0,1000	10,1503
14	C	1,00	1,1541	31,20	0,1000	10,0625
15	C	1,00	1,1475	31,30	0,1000	10,1522
16	C	1,00	1,1516	31,30	0,1000	10,1165
17	C	1,00	1,1514	31,30	0,1000	10,1177
18	C	1,00	1,1546	31,20	0,1000	10,0576

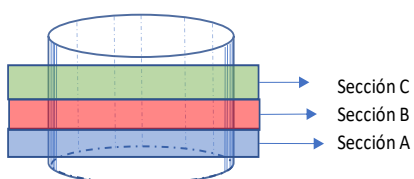
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 32. Datos de lote liberación MP35-160419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP35-160419

Fecha de Producción: 15 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	A	1,00	1,1519	31,30	0,1000	10,1139
2	A	1,00	1,1518	31,20	0,1000	10,0820
3	A	1,00	1,1505	31,30	0,1000	10,1258
4	A	1,00	1,1533	31,30	0,1000	10,1011
5	A	1,00	1,1536	31,30	0,1000	10,0983
6	A	1,00	1,1488	31,30	0,1000	10,1411
7	B	1,00	1,1527	31,20	0,1000	10,0741
8	B	1,00	1,1500	31,30	0,1000	10,1304
9	B	1,00	1,1526	31,30	0,1000	10,1074
10	B	1,00	1,1490	31,30	0,1000	10,1392
11	B	1,00	1,1520	31,30	0,1000	10,1126
12	B	1,00	1,1568	31,40	0,1000	10,1030
13	C	1,00	1,1534	31,30	0,1000	10,1007
14	C	1,00	1,1473	31,40	0,1000	10,1868
15	C	1,00	1,1530	31,20	0,1000	10,0718
16	C	1,00	1,1521	31,30	0,1000	10,1121
17	C	1,00	1,1472	31,30	0,1000	10,1547
18	C	1,00	1,1533	31,20	0,1000	10,0688

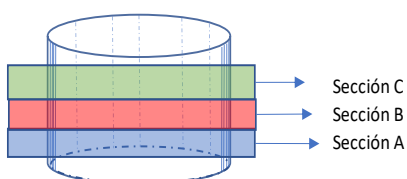
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 33. Datos de lote liberación MP36-220419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP36-220419

Fecha de Producción: 22 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1534	31,30	0,1000	10,1005
2	A	1,00	1,1565	31,30	0,1000	10,0737
3	A	1,00	1,1509	31,20	0,1000	10,0902
4	A	1,00	1,1486	31,20	0,1000	10,1107
5	A	1,00	1,1518	31,30	0,1000	10,1141
6	A	1,00	1,1533	31,30	0,1000	10,1014
7	B	1,00	1,1541	31,30	0,1000	10,0945
8	B	1,00	1,1536	31,30	0,1000	10,0987
9	B	1,00	1,1503	31,30	0,1000	10,1275
10	B	1,00	1,1539	31,30	0,1000	10,0963
11	B	1,00	1,1482	31,30	0,1000	10,1462
12	B	1,00	1,1484	31,30	0,1000	10,1448
13	C	1,00	1,1480	31,20	0,1000	10,1153
14	C	1,00	1,1524	31,10	0,1000	10,0446
15	C	1,00	1,1542	31,10	0,1000	10,0293
16	C	1,00	1,1500	31,20	0,1000	10,0975
17	C	1,00	1,1529	31,20	0,1000	10,0727
18	C	1,00	1,1501	31,20	0,1000	10,0970

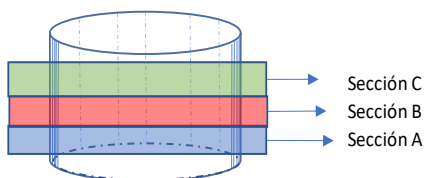
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 34. Datos de lote liberación MP37-250419

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP37-250419

Fecha de Producción: 25 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1514	31,20	0,1000	10,0856
2	A	1,00	1,1488	31,20	0,1000	10,1081
3	A	1,00	1,1579	31,30	0,1000	10,0615
4	A	1,00	1,1598	31,40	0,1000	10,0764
5	A	1,00	1,1504	31,40	0,1000	10,1595
6	A	1,00	1,1529	31,30	0,1000	10,1050
7	B	1,00	1,1495	31,30	0,1000	10,1350
8	B	1,00	1,1508	31,40	0,1000	10,1555
9	B	1,00	1,1502	31,30	0,1000	10,1284
10	B	1,00	1,1495	31,40	0,1000	10,1672
11	B	1,00	1,1577	31,40	0,1000	10,0951
12	B	1,00	1,1487	31,30	0,1000	10,1420
13	C	1,00	1,1517	31,30	0,1000	10,1152
14	C	1,00	1,1520	31,20	0,1000	10,0800
15	C	1,00	1,1509	31,20	0,1000	10,0897
16	C	1,00	1,1504	31,20	0,1000	10,0944
17	C	1,00	1,1542	31,30	0,1000	10,0935
18	C	1,00	1,1511	31,40	0,1000	10,1529

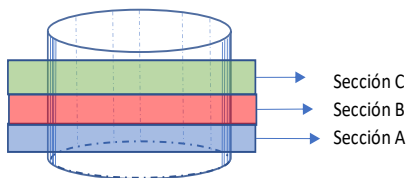
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 35. Datos de lote liberación MP38-280419

Documento RCDC-CTC-003

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



**8 Horas de Agitación**

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP38-280419

Fecha de Producción: 28 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 * N * 0.03722)}{(V * d)} * 100$
1	A	1,00	1,1532	31,50	0,0995	10,1159
2	A	1,00	1,1579	31,50	0,0995	10,0744
3	A	1,00	1,1518	31,50	0,0995	10,1283
4	A	1,00	1,1506	31,50	0,0995	10,1390
5	A	1,00	1,1506	31,40	0,0995	10,1066
6	A	1,00	1,1521	31,40	0,0995	10,0937
7	B	1,00	1,1550	31,50	0,0995	10,1004
8	B	1,00	1,1553	31,40	0,0995	10,0653
9	B	1,00	1,1506	31,50	0,0995	10,1387
10	B	1,00	1,1546	31,40	0,0995	10,0715
11	B	1,00	1,1498	31,50	0,0995	10,1454
12	B	1,00	1,1479	31,40	0,0995	10,1301
13	C	1,00	1,1520	31,50	0,0995	10,1266
14	C	1,00	1,1527	31,40	0,0995	10,0886
15	C	1,00	1,1547	31,40	0,0995	10,0709
16	C	1,00	1,1563	31,50	0,0995	10,0890
17	C	1,00	1,1483	31,50	0,0995	10,1592
18	C	1,00	1,1507	31,50	0,0995	10,1375

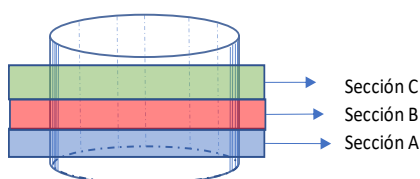
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 36. Datos de lote liberación MP39-020519

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP39-020519

Fecha de Producción: 02 de mayo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1500	31,40	0,0995	10,1120
2	A	1,00	1,1539	31,40	0,0995	10,0779
3	A	1,00	1,1525	31,30	0,0995	10,0577
4	A	1,00	1,1510	31,40	0,0995	10,1029
5	A	1,00	1,1528	31,40	0,0995	10,0872
6	A	1,00	1,1534	31,50	0,0995	10,1141
7	B	1,00	1,1507	31,50	0,0995	10,1379
8	B	1,00	1,1542	31,50	0,0995	10,1075
9	B	1,00	1,1536	31,40	0,0995	10,0800
10	B	1,00	1,1522	31,50	0,0995	10,1250
11	B	1,00	1,1499	31,40	0,0995	10,1130
12	B	1,00	1,1537	31,40	0,0995	10,0795
13	C	1,00	1,1484	31,50	0,0995	10,1580
14	C	1,00	1,1497	31,40	0,0995	10,1141
15	C	1,00	1,1511	31,40	0,0995	10,1018
16	C	1,00	1,1518	31,40	0,0995	10,0962
17	C	1,00	1,1505	31,40	0,0995	10,1074
18	C	1,00	1,1516	31,40	0,0995	10,0978

Fuente: elaboración propia.

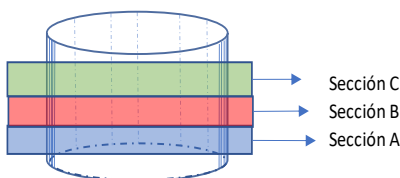


## Apéndice 37. Datos de lote Liberación MP40-060519

Documento RCDC-CTC-003

### Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio División Derivados de Gas cloro Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

#### Cálculo de las Concentraciones y Distribución de la Muestra representativa



#### 8 Horas de Agitación

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP40-060519

Fecha de Producción: 06 de mayo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

Muestra	Sección	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	A	1,00	1,1509	31,40	0,0995	10,1041
2	A	1,00	1,1517	31,40	0,0995	10,0971
3	A	1,00	1,1510	31,40	0,0995	10,1033
4	A	1,00	1,1507	31,40	0,0995	10,1060
5	A	1,00	1,1549	31,40	0,0995	10,0692
6	A	1,00	1,1541	31,40	0,0995	10,0762
7	B	1,00	1,1520	31,40	0,0995	10,0942
8	B	1,00	1,1519	31,50	0,0995	10,1269
9	B	1,00	1,1482	31,40	0,0995	10,1281
10	B	1,00	1,1509	31,40	0,0995	10,1041
11	B	1,00	1,1504	31,40	0,0995	10,1086
12	B	1,00	1,1518	31,40	0,0995	10,0963
13	C	1,00	1,1518	31,40	0,0995	10,0962
14	C	1,00	1,1537	31,50	0,0995	10,1118
15	C	1,00	1,1458	31,30	0,0995	10,1168
16	C	1,00	1,1526	31,50	0,0995	10,1211
17	C	1,00	1,1526	31,50	0,0995	10,1215
18	C	1,00	1,1548	31,50	0,0995	10,1021

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 38. Estabilidad MP09-220119

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP09-220119  
Fecha de Producción: 18 enero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	23	1,00	1,1575	30,00	0,1000	9,6467
2	23	1,00	1,1583	30,00	0,1000	9,6400
3	23	1,00	1,1583	30,10	0,1000	9,6721
					Promedio	9,6529

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 39. Estabilidad MP10-250119

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP10-250119  
Fecha de Producción: 25 enero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	23	1,00	1,1590	30,10	0,1000	9,6663
2	23	1,00	1,1591	30,10	0,1000	9,6654
3	23	1,00	1,1593	30,10	0,1000	9,6638
					Promedio	9,6652

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 40. Estabilidad MP11-280119

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP11-280119  
Fecha de Producción: 28 enero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1589	30,10	0,1000	9,6671
2	23	1,00	1,1592	30,10	0,1000	9,6646
3	23	1,00	1,1590	30,10	0,1000	9,6663
Promedio						9,6660

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 41. Estabilidad MP12-310119

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP12-310119  
Fecha de Producción: 31 enero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1533	29,90	0,1000	9,6495
2	23	1,00	1,1533	29,90	0,1000	9,6495
3	23	1,00	1,1530	29,90	0,1000	9,6520
Promedio						9,6503

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 42. Estabilidad MP13-040219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP13-040219  
Fecha de Producción: 04 de febrero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	23	1,00	1,1545	29,90	0,1000	9,6395
2	23	1,00	1,1544	29,90	0,1000	9,6403
3	23	1,00	1,1547	29,80	0,1000	9,6056
					Promedio	9,6285

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 43. Estabilidad MP14-060219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP14-060219  
Fecha de Producción: 06 de febrero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	23	1,00	1,1513	29,80	0,1000	9,6339
2	23	1,00	1,1515	29,80	0,1000	9,6323
3	23	1,00	1,1512	29,80	0,1000	9,6348
					Promedio	9,6337

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 44. Estabilidad MP15-070219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP15-070219  
Fecha de Producción: 07 de febrero 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	23	1,00	1,1499	29,90	0,1000	9,6780
2	23	1,00	1,1502	29,80	0,1000	9,6432
3	23	1,00	1,1502	29,80	0,1000	9,6432
					Promedio	9,6548

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 45. Estabilidad MP18-190219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP18-190219  
Fecha de Producción: 19 de febrero de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	22	1,00	1,1532	30,00	0,1000	9,6826
2	22	1,00	1,1530	29,90	0,1000	9,6520
3	22	1,00	1,1530	29,90	0,1000	9,6520
					Promedio	9,6622

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 46. Estabilidad MP19-210219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP19-210219

Fecha de Producción: 21 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	22	1,00	1,1537	29,90	0,1000	9,6462
2	22	1,00	1,1535	29,90	0,1000	9,6478
3	22	1,00	1,1536	29,90	0,1000	9,6470
					Promedio	9,6470

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 47. Estabilidad MP20-260219

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP20-260219

Fecha de Producción: 26 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 \cdot N \cdot 0.03722) / (V \cdot d)) \cdot 100$
1	22	1,00	1,1589	30,00	0,1000	9,6350
2	22	1,00	1,1590	30,00	0,1000	9,6342
3	22	1,00	1,1591	30,10	0,1000	9,6654
					Promedio	9,6449

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 48. Estabilidad MP21-280219

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP21-280219

Fecha de Producción: 28 de febrero de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	22	1,00	1,1520	30,00	0,1000	9,6927
2	22	1,00	1,1522	30,00	0,1000	9,6910
3	22	1,00	1,1520	30,00	0,1000	9,6927
Promedio						9,6921

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 49. Estabilidad MP22-040319

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP22-040319

Fecha de Producción: 04 de marzo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	22	1,00	1,1525	29,90	0,1000	9,6562
2	22	1,00	1,1524	29,90	0,1000	9,6570
3	22	1,00	1,1525	30,00	0,1000	9,6885
Promedio						9,6673

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 50. Estabilidad MP23-080319

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP23-080319  
Fecha de Producción: 08 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	22	1,00	1,1515	29,90	0,1000	9,6646
2	22	1,00	1,1514	29,90	0,1000	9,6654
3	22	1,00	1,1516	29,90	0,1000	9,6638
					Promedio	9,6646

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 51. Estabilidad MP27-210319

Documento RCDC-CTC-004

**Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio**  
**División Derivados de Gas cloro**  
**Laboratorio de Aseguramiento de Calidad**

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP27-210319  
Fecha de Producción: 21 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	22	1,00	1,1501	29,80	0,1000	9,6440
2	22	1,00	1,1503	29,90	0,1000	9,6747
3	22	1,00	1,1505	29,90	0,1000	9,6730
					Promedio	9,6639

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 52. Estabilidad MP28-260319

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP28-260319  
Fecha de Producción: 26 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	22	1,00	1,1520	29,90	0,1000	9,6604
2	22	1,00	1,1522	29,90	0,1000	9,6587
3	22	1,00	1,1518	29,80	0,1000	9,6298
					Promedio	9,6496

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 53. Estabilidad MP29-290319

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP29-290319  
Fecha de Producción: 29 de marzo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1*N*0.03722)/(V*d))*100$
1	22	1,00	1,1514	29,90	0,1000	9,6654
2	22	1,00	1,1517	29,80	0,1000	9,6306
3	22	1,00	1,1511	29,90	0,1000	9,6680
					Promedio	9,6547

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 54. Estabilidad MP30-020419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP30-020419  
Fecha de Producción: 02 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1545	29,90	0,1000	9,6395
2	23	1,00	1,1540	29,90	0,1000	9,6437
3	23	1,00	1,1545	29,90	0,1000	9,6395
					Promedio	9,6409

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 55. Estabilidad MP31-040419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP31-040419  
Fecha de Producción: 04 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1505	29,90	0,1000	9,6730
2	23	1,00	1,1509	29,90	0,1000	9,6696
3	23	1,00	1,1505	29,90	0,1000	9,6730
					Promedio	9,6719

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 56. Estabilidad MP32-090419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP32-090419  
Fecha de Producción: 09 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	23	1,00	1,1530	29,90	0,1000	9,6520
2	23	1,00	1,1530	29,90	0,1000	9,6520
3	23	1,00	1,1533	30,00	0,1000	9,6818
					Promedio	9,6619

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 57. Estabilidad MP33-120419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP33-120419  
Fecha de Producción: 12 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	ml. Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	23	1,00	1,1510	29,90	0,1000	9,6688
2	23	1,00	1,1515	29,90	0,1000	9,6646
3	23	1,00	1,1518	30,00	0,1000	9,6944
					Promedio	9,6759

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 58. Estabilidad MP34-150419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP34-150419  
Fecha de Producción: 15 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1535	29,90	0,1000	9,6478
2	23	1,00	1,1533	29,90	0,1000	9,6495
3	23	1,00	1,1533	29,80	0,1000	9,6172
					Promedio	9,6382

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 59. Estabilidad MP35-160419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP35-160419  
Fecha de Producción: 15 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1524	29,90	0,1000	9,6570
2	23	1,00	1,1523	29,90	0,1000	9,6579
3	23	1,00	1,1523	29,90	0,1000	9,6579
					Promedio	9,6576

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 60. Estabilidad MP36-220419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP36-220419  
Fecha de Producción: 22 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1505	29,80	0,1000	9,6406
2	23	1,00	1,1505	29,80	0,1000	9,6406
3	23	1,00	1,1504	29,70	0,1000	9,6091
					Promedio	9,6301

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 61. Estabilidad MP37-250419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP37-250419  
Fecha de Producción: 25 de abril de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{(V1 \cdot N \cdot 0.03722)}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1521	29,90	0,1000	9,6596
2	23	1,00	1,1523	29,90	0,1000	9,6579
3	23	1,00	1,1523	29,90	0,1000	9,6579
					Promedio	9,6584

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 62. Estabilidad MP38-280419

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP38-280419

Fecha de Producción: 28 de abril de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{((V1 \cdot N \cdot 0.03722))}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1526	30,00	0,1000	9,6877
2	23	1,00	1,1526	29,90	0,1000	9,6554
3	23	1,00	1,1523	29,90	0,1000	9,6579
					Promedio	9,6670

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 63. Estabilidad MP39-020519

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

Lote de Hipoclorito de Sodio: MP39-020519

Fecha de Producción: 02 de mayo de 2019

Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	mL Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $\frac{((V1 \cdot N \cdot 0.03722))}{(V \cdot d)} \cdot 100$
1	23	1,00	1,1514	29,80	0,1000	9,6331
2	23	1,00	1,1515	29,80	0,1000	9,6323
3	23	1,00	1,1512	29,90	0,1000	9,6671
					Promedio	9,6442

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 64. Estabilidad MP40-060519

Documento RCDC-CTC-004

Formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio  
División Derivados de Gas cloro  
Laboratorio de Aseguramiento de Calidad

### Estabilidad en la formulación Primaria de Hipoclorito de Sodio

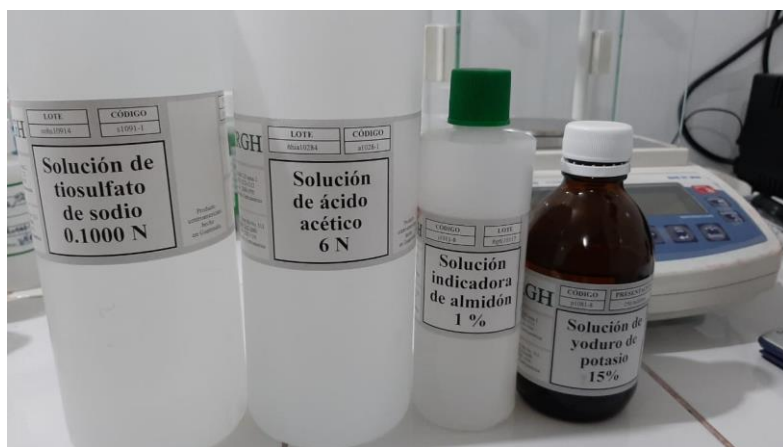
Lote de Hipoclorito de Sodio: MP40-060519  
Fecha de Producción: 06 de mayo de 2019  
Tamaño del Lote a Formular: 50 Toneles

#### 14 días de almacenamiento

Muestra	Temperatura Almacenaje C	ml Tomados (V)	Densidad Relativa muestra (d)	Volumen de Tiosulfato de Sodio Consumido (V1)	Normalidad del Tiosulfato de Sodio (N)	Porcentaje de Hipoclorito de sodio = $((V1 * N * 0.03722) / (V * d)) * 100$
1	23	1,00	1,1520	29,90	0,1000	9,6604
2	23	1,00	1,1520	29,90	0,1000	9,6604
3	23	1,00	1,1520	29,80	0,1000	9,6281
					Promedio	9,6496

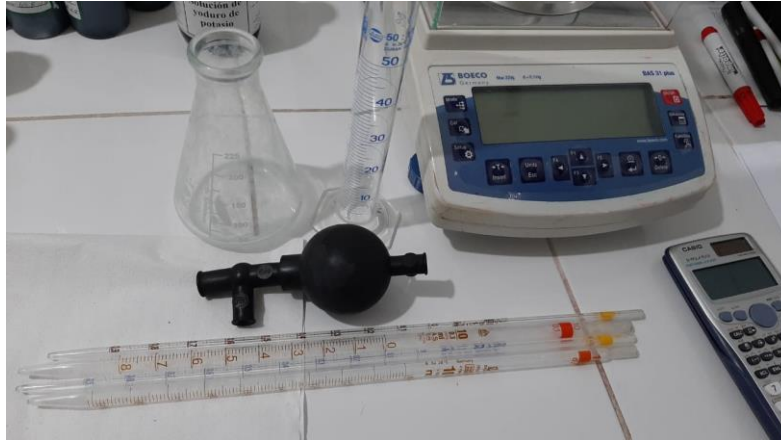
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 65. Reactivos para ensayo de hipoclorito de sodio



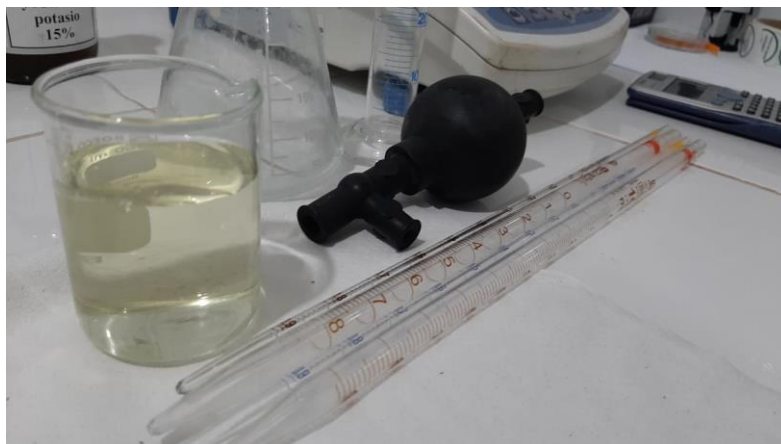
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 66. **Cristalería para ensayo de hipoclorito de sodio**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 67. **Muestra de hipoclorito de sodio**



Fuente: elaboración propia.

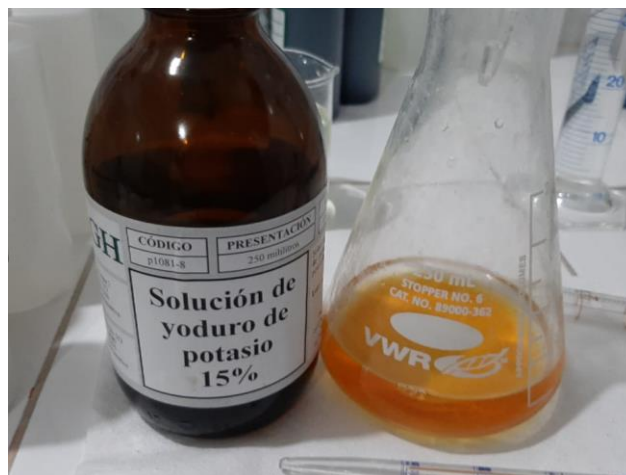


Apéndice 68. **Bureta aforada con tiosulfato de sodio**



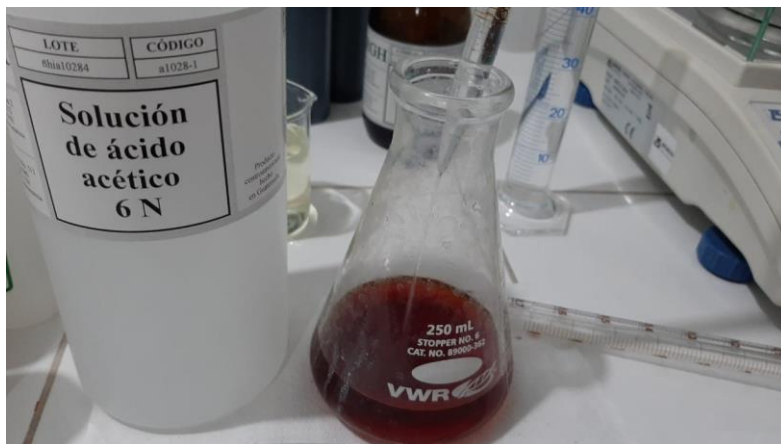
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 69. **Trasvase de la muestra y adición de yoduro de potasio**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 70. Adición de ácido acético a la muestra**



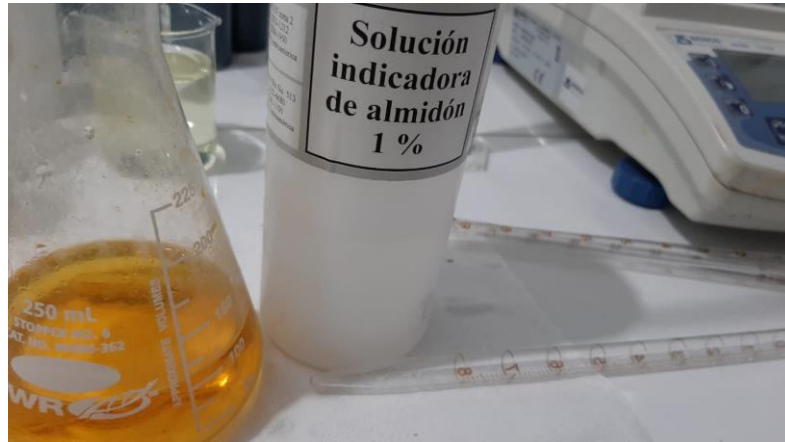
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 71. Titulación de la muestra con tiosulfato de sodio**



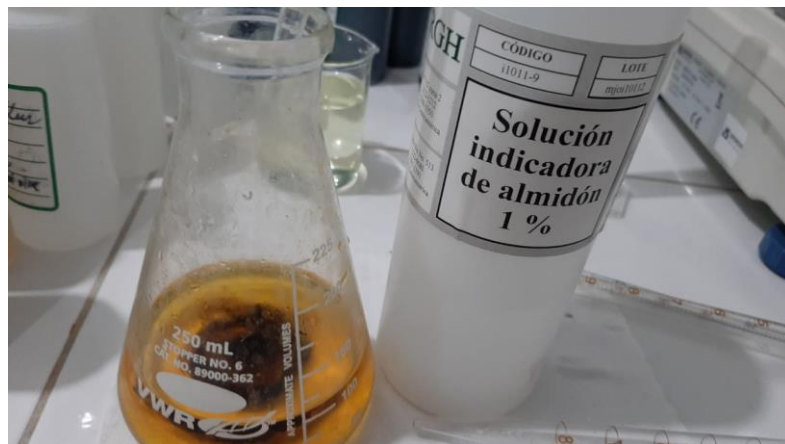
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 72. **Punto medio de la titulación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 73. **Se adiciona indicador de almidón a la muestra titulada**



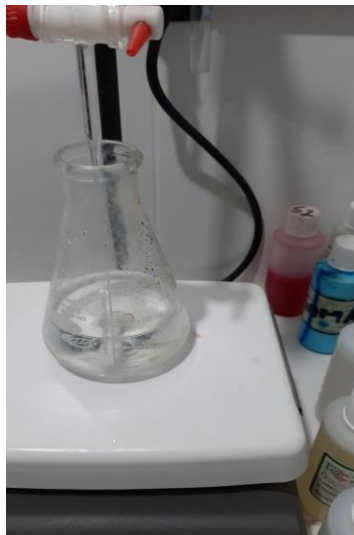
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 74. **La muestra cambia de color nuevamente**



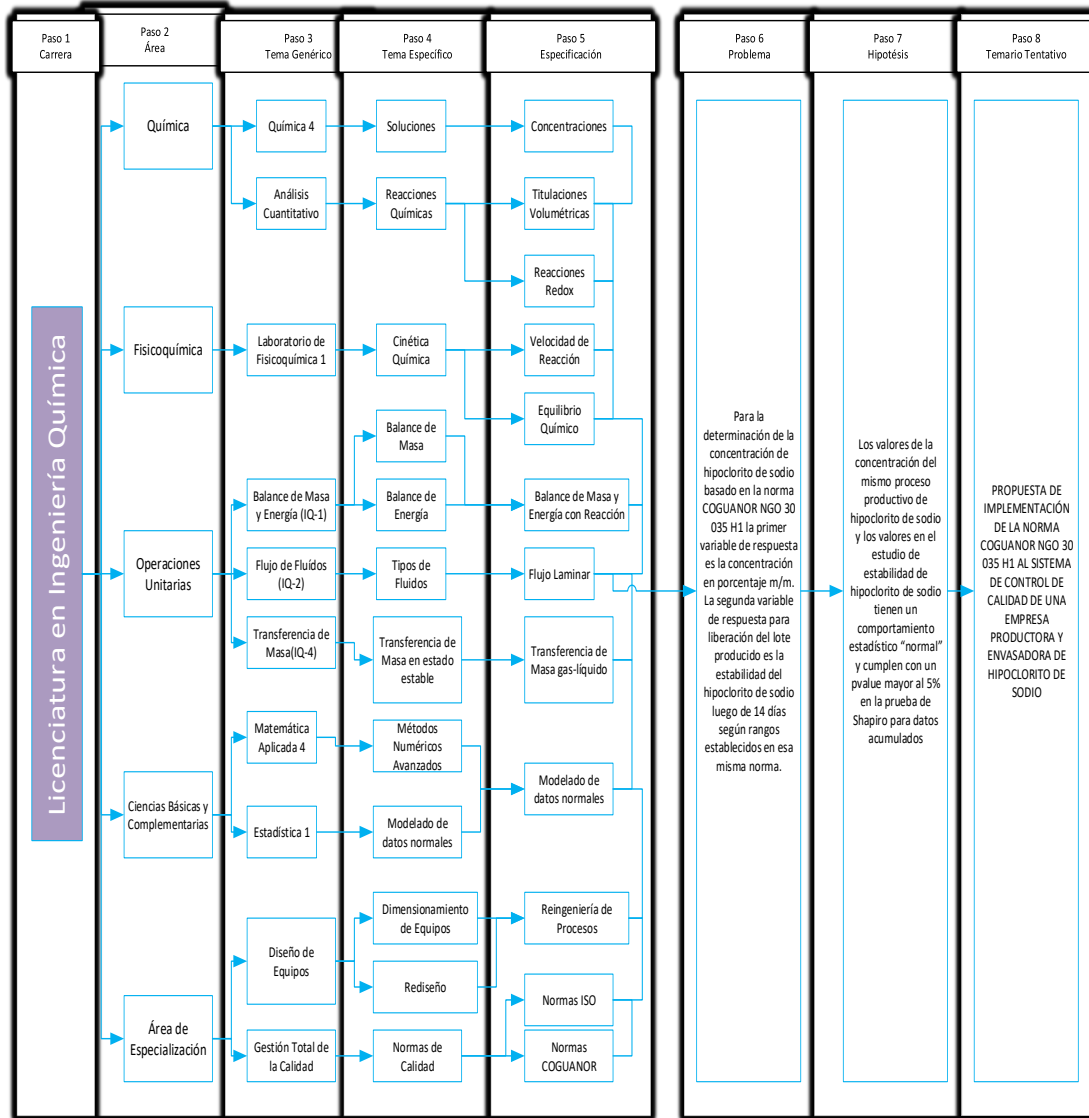
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 75. **Se titula la muestra hasta que el viraje sea incolora**



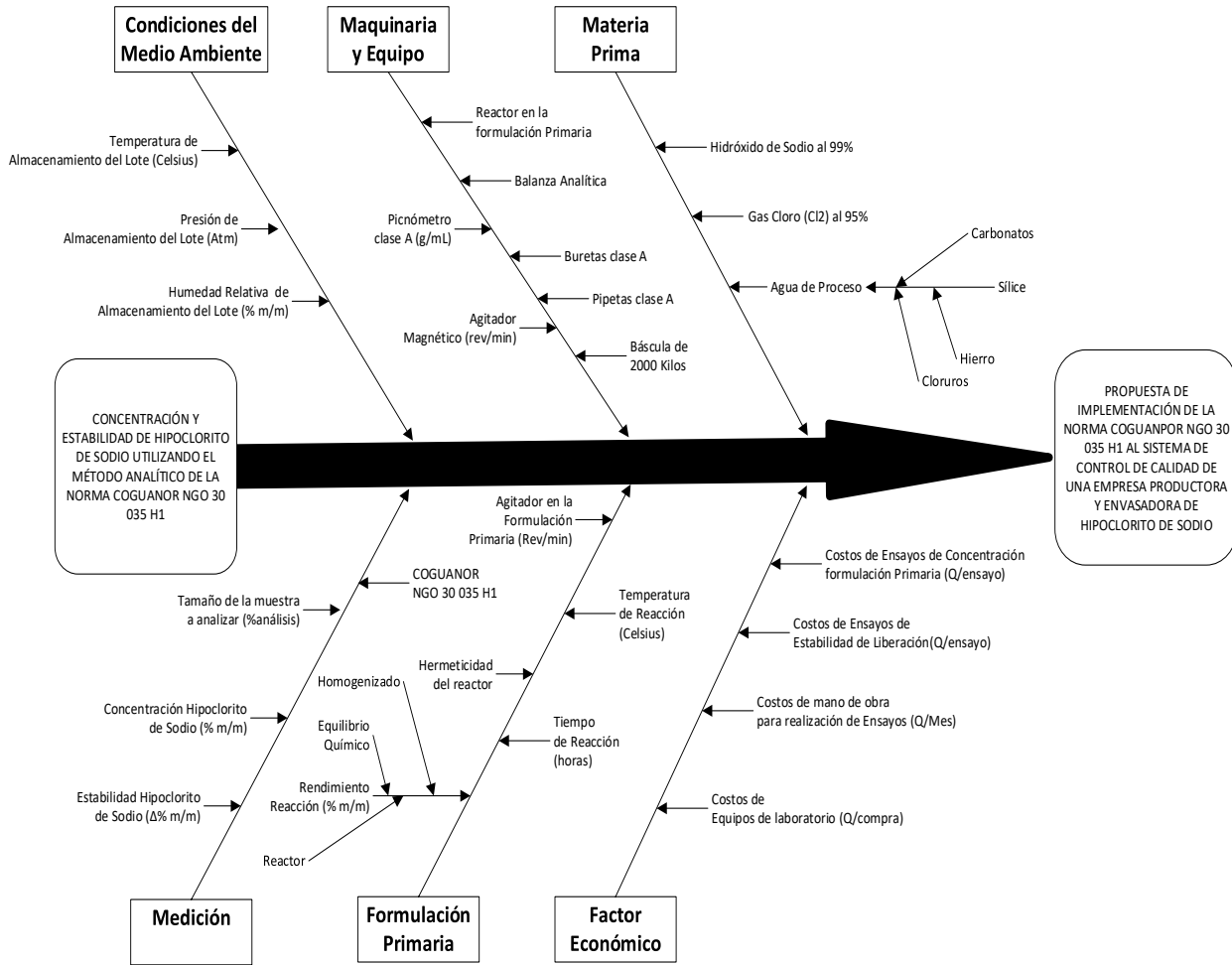
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 76. Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 77. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

# ANEXO

## Anexo 1. Norma COGUANOR

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS - COGUANOR - MINISTERIO DE ECONOMIA, GUATEMALA, C. A.

### 1. OBJETO

La presente norma tiene por objeto establecer para el hipoclorito de sodio en solución, el método de análisis para la determinación del contenido de cloro disponible y el procedimiento para el ensayo de estabilidad.

### 2. CAMPO DE APLICACION

Esta norma también se aplica para la determinación del contenido de hipoclorito de sodio en el hipoclorito de sodio en solución acuosa.

### 3. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR

COGUANOR NGO 4 010 Sistema Internacional de Unidades (SI).  
2a. Revisión

COGUANOR NGO 30 034 Hipoclorito de sodio en solución acuosa.  
Especificaciones.

COGUANOR NGO 30 035 h3 Hipoclorito de sodio en solución acuosa.  
Determinación de la densidad relativa (1).

### 4. TERMINOLOGIA

4.1 Cloro disponible. Es la medida del poder de oxidación del cloro presente como hipoclorito, el cual es expresado como cloro elemental con un equivalente gramo de 35.46.

Nota 1. En términos de oxidación-reducción, un ión hipoclorito es equivalente a una molécula de cloro (Cl<sub>2</sub>).

### 5. DETERMINACION DEL CLORO DISPONIBLE

5.1 Principio del método. Una porción de la muestra de hipoclorito de sodio en solución se adiciona a una solución acidificada de yoduro de potasio el yodo que se desprende se titula con una solución estándar de tiosulfato de sodio hasta el punto final, usando como indicador almidón en solución.

#### 5.2 Reactivos.

5.2.1 Acido acético, glacial.

5.2.2 Yoduro de potasio (KI), en cristales, libre de yodato.

(1) Mientras se publica en el Diario Oficial se puede emplear el método B de la norma ASTM D 2111.

## Continuación anexo 1.

5.2.3 Solución indicadora de almidón, al 0.5% (m/v). Se mezclan 0.5 g de almidón soluble con 5 mL de agua destilada fría; se adicionan 95 mL de agua destilada hirviendo, se mezcla, se enfría y se almacena la solución en un frasco estéril. La solución debe reemplazarse frecuentemente o bien, para minimizar su deterioro, se le debe adicionar ácido salicílico en cantidad tal que quede al 0.1% en la solución indicadora.

5.2.4 Solución 1.0 N de ácido clorhídrico.

5.2.5 Solución estándar 0.1 N de tiosulfato de sodio. Se disuelven 25 g de cristales de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) en agua destilada fresca, recién hervida y enfriada, y se diluye a 1 L con agua destilada. La solución es más estable si se prepara y almacena en un frasco de vidrio que haya sido lavado con mezcla sulfocrómica y enjuagado con abundante agua corriente y luego con agua destilada.

5.2.5.1 Estandarización de la solución de tiosulfato de sodio. La solución se estandariza con yodato de potasio de la manera siguiente:

- Se pesan cuidadosamente 3.567 g de yodato de potasio ( $\text{KIO}_3$ ) seco, se transfieren a un matraz volumétrico de 1 L, se disuelve con agua destilada, se adiciona agua destilada hasta la marca de 1 L y se mezcla vigorosamente. La solución así preparada deberá ser exactamente 0.1000 N.
- Con una pipeta, se transfiere cuidadosamente a un erlenmeyer de 250 mL, una alícuota de 50 mL de la solución de yodato de potasio, se diluye con agua destilada hasta un volumen de 100 mL. Se adiciona 1 g de cristales de yoduro de potasio (KI) y cuando éste se ha disuelto se adicionan 15 mL de la solución 1.0 N de ácido clorhídrico.
- Luego de la adición de ácido clorhídrico se titula inmediatamente con la solución de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) que se desea estandarizar; cuando la solución de yodato de potasio toma un color amarillo claro se adiciona 1 mL de solución indicadora de almidón y se completa la titulación hasta que desaparezca el color azul de la solución. La solución de tiosulfato debe estandarizarse por lo menos una vez al mes.
- La normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Normalidad} = \frac{50 \times 0.1}{V_1}$$

en donde:

$V_1$  = Volumen de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  utilizado en la titulación del  $\text{KIO}_3$ , en mililitros

5.3 Aparatos o materiales.

- Matraces volumétricos, de 1 L.
- Matraces erlenmeyer, de 250 mL.
- Frascos de vidrio, de 1 L.
- Pipetas, de volumen apropiado.
- Buretas, de 50 mL.
- Instrumental de laboratorio.



## Continuación anexo 1.

### 5.4 Procedimiento.

5.4.1 En un matraz erlenmeyer de 250 mL, se disuelven de 2 a 3 g de cristales de KI en 50 mL de agua destilada.

5.4.2 Se adicionan a la solución 10 mL de ácido acético glacial, luego con una pipeta se transfiere a la solución una alícuota de muestra, manteniendo la punta de la pipeta sumergida en la solución hasta que drene completamente.

Nota 2. El hipoclorito de sodio en solución acuosa concentrada debe diluirse cuidadosamente y usar una alícuota de esta dilución para la determinación de contenido de cloro disponible. El tamaño de la alícuota debe escogerse de manera que se usen aproximadamente 40 mL de la solución 0.1 N de tiosulfato de sodio para la titulación.

5.4.3 Se titula con la solución estandarizada de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  hasta que el color de yodo de la solución desaparece casi completamente, se adiciona 1 mL de solución indicadora de almidón y se completa la titulación hasta que desaparece el color azul. Se anota el volumen de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  usado en la titulación.

### 5.5 Cálculos.

5.5.1 El contenido de cloro disponible en la solución de hipoclorito de sodio, se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Contenido de cloro disponible, en gramos por litro} = \frac{V_1 \times N \times 35.46}{V}$$

$$\text{Contenido de cloro disponible, en porcentaje (m/m)} = \frac{V_1 \times N \times 0.03546}{V \times d} \times 100$$

5.5.2 El contenido de hipoclorito de sodio en la solución, se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Contenido de hipoclorito de sodio, en gramos por litro} = \frac{V_1 \times N \times 37.22}{V}$$

$$\text{Contenido de hipoclorito de sodio, en porcentaje (m/m)} = \frac{V_1 \times N \times 0.03722}{V \times d} \times 100$$

en donde:

V = Volumen de muestra original en la alícuota usada, en mililitros.

$V_1$  = Volumen de solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  usado en la titulación de la muestra, en mililitros.

N = Normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

d = Densidad relativa de la muestra.

Nota 3. Los resultados son más precisos cuando el muestreo y el ensayo se realizan a temperatura constante.

Nota 4. Los resultados que se expresan en términos de porcentaje en mas requieren de la determinación de la densidad relativa del producto.

## Continuación anexo 1.

### ENSAYO DE ESTABILIDAD

6.1 Principio del método. La muestra de hipoclorito de sodio en solución se almacena en la oscuridad a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se mide el cambio del contenido de cloro disponible en la misma.

Nota 5. Cuando se compara la estabilidad entre soluciones, éstas deben tener la misma concentración inicial.

#### 6.2 Aparatos y materiales.

- a) Frascos, de color oscuro, con tapón con respiradero.
- b) Baño, de temperatura controlada, con termostato.

#### 6.3 Procedimiento.

6.3.1 Se determina el contenido inicial de cloro disponible en una alícuota de la muestra, siguiendo el procedimiento indicado en el capítulo 5, de la presente norma.

6.3.2 Se transfiere la muestra remanente a un frasco de color oscuro, con tapón con respiradero, se almacena la muestra en un lugar oscuro a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , de ser posible colocándola en un baño de temperatura controlada. El periodo de almacenamiento se fija de acuerdo con lo indicado en la norma COGUANOR NGO 30 034 (véase capítulo 3).

6.3.3 Después del periodo de almacenamiento, se determina el contenido de cloro disponible en la muestra, siguiendo el procedimiento indicado en el capítulo 5.

6.4 Informe. El informe de los resultados del ensayo de estabilidad, deberá incluir los datos siguientes:

- a) Contenido inicial de cloro disponible;
- b) Condiciones de almacenamiento de la muestra y temperatura de almacenamiento;
- c) Período de almacenamiento de la muestra; y
- d) Contenido final de cloro disponible, después del almacenamiento.

#### 7. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tomado en cuenta los documentos siguientes:

- a) Norma Estadounidense, "ASTM D 2022-89, Standard Test Methods of Sampling and Chemical Analysis of Chlorine-Containing Bleaches";
- b) Norma Británica "BS 4426:1969, Methods of Test for Sodium Hypoclorite Solution"; y
- c) Literatura técnica.

- ULTIMA LINEA -

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). Norma guatemalteca obligatoria para hipoclorito de sodio en solución acuosa: COGUANOR NGO 30 035 H1.