



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“OPTIMIZACIÓN EN ANÁLISIS DE INSECTICIDAS  
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN AUTOSAMPLER EN  
CROMATOGRFÍA DE GASES”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:  
Lorenzo Nima Rosas

Asesor:  
Ing. Mg. Miguel Ángel Oruna Rodríguez

Lima - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios creador

Por haberme permitido llegar a este excitante punto de mi vida, con buena salud y vigor y hacer que logre mis objetivos, protegido con su manto de bondad y amor.

A mi esposa Ana, a mis hijos Jean Pierre y Luisa les dedico este trabajo; porque sin su apoyo, el camino hacia el objetivo no hubiera sido nada fácil, haber culminado con éxito esta aventura universitaria y a todos aquellos amigos que estuvieron allí directa o indirectamente en la elaboración de este trabajo, de todo corazón ¡gracias!

### **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi gratitud a:

Dios por permitirme vivir, haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y el que guía mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir en momentos muy difíciles. Mi familia, por su apoyo absoluto, porque ellos forman parte de todo este proceso. A mis amigos por todos los momentos que pasamos juntos, por las tareas que realizamos juntos y por todo su apoyo. Por la confianza que en mi depositaron.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN EJECUTIVO .....	9
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	10
1.1. La Empresa.....	10
1.2. Clasificación.....	11
1.3. Ubicación .....	11
1.4. Historia .....	12
1.5. Áreas De La Organización.....	13
1.6. Tipos De Orientación Que Tiene La Empresa.....	15
1.7. Misión .....	15
1.8. Visión.....	16
1.9. Valores.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Antecedentes De La Investigación.....	18
2.1.1 Antecedentes Nacionales .....	18
2.1.2 Antecedentes Internacionales .....	22
2.2. Realidad Problemática .....	24
2.3. Sustento Teórico.....	26
2.3.1 Cromatografía de Gases (GC) .....	26
2.3.2 Clasificación de la Cromatografía.....	27
2.3.3 Descripción del Equipo GC .....	27
2.3.4 Equipo Autosampler.....	29
2.3.5. Proceso.....	30
2.3.6. Flujograma.....	31
2.3.7. Método De Lluvia De Ideas.....	31
2.3.8. Definición De Ishikawa .....	32

2.3.9. Metodología Pareto .....	33
2.3.10. Características de la Metodología de Pareto. ....	34
2.3.11. Construcción del Diagrama de Pareto .....	34
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>36</b>
3.1. Problemática .....	36
3.1.1. Problema General .....	36
3.1.2. Problemas Específicos.....	36
3.2. Objetivos .....	36
3.2.1. Objetivo General.....	36
3.2.2. Objetivos Específicos .....	36
3.3. Experiencia Laboral.....	37
3.4.1. Diagnóstico.....	39
3.4.2. Implementación.....	44
3.4.3. Resultados.....	57
<b>CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
4.1. Discusión .....	63
4.2. Conclusiones.....	63
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>
Anexo N. °1 Consumibles del Cromatógrafo.....	66
Anexo N.° 2 Columna de Cromatógrafo. ....	66
Anexo N° 03 Técnicas de Separación .....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta.....	38
Tabla N° 2 Nuevos Indicadores.....	43
Tabla N° 3 Comparación DAP Actual Vs DAP Proyectado.....	57
Tabla N° 4 Tiempo actual.....	58
Tabla N° 5 Comparación de beneficios económicos actual versus proyectado .....	58
Tabla N° 6 Comparación económica analizando 1057 muestras de insecticidas formuladas .....	58
Tabla N° 7 Comparación de análisis de 7044 muestras de insecticidas al año .....	59
Tabla N° 8 Indicadores .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Logo de la Empresa .....	10
Figura N° 2 Sucursales a Nivel Nacional .....	10
Figura N° 3 Ubicación Geográfica .....	12
Figura N° 4 Reseña Histórica Primer Periodo.....	12
Figura N° 5 Reseña Histórica Segundo Periodo.....	12
Figura N° 6 Reseña Histórica Tercer Periodo .....	13
Figura N° 7 Reseña Histórica Cuarto Periodo.....	13
Figura N° 8 Local Principal Farmagro S.A .....	15
Figura N° 9 Producto Tifon.....	16
Figura N° 10 Principales Productos Farmagro.....	17
Figura N° 11 Producto Tifon Fabricado .....	17
Figura N° 12 Esquema del GC Antiguo .....	27
Figura N° 13 Esquema del GC Actual .....	29
Figura N° 14 Equipo Autosampler .....	30
Figura N° 15 Equipo Cromatógrafo de Gases.....	30
Figura N° 16 Diagrama de flujo - antiguo.....	31
Figura N° 17 Método Lluvia de Ideas.....	32
Figura N° 18 Diagrama De Ishikawa .....	33
Figura N° 19 Ishikawa Causa y Efecto.....	39
Figura N° 20 Diagrama de análisis de proceso DAP .....	41
Figura N° 21 Plan de Producción Planificado .....	45
Figura N° 22 Método Clorpirifos .....	46
Figura N° 23 Método Clorpirifos 2 .....	46
Figura N° 24 Data Analysis – Calibration.....	47
Figura N° 25 Data Analysis – Integration: Primer Botón .....	47
Figura N° 26 Data Analysis – Integration: Segundo Botón .....	48
Figura N° 27 Data Analysis – Integration: Tercer Botón.....	48
Figura N° 28 Método Dimetoato .....	49
Figura N° 29 Data Analysis - Calibration .....	49
Figura N° 30 Data Analysis – Integration: Primer Botón .....	50

Figura N° 31 Data Analysis – Integration: Segundo Botón .....	50
Figura N° 32 Data Analysis – Integration: Tercer Botón.....	51
Figura N° 33 Procedimiento de Control de Calidad.....	52
Figura N° 34 Procedimiento Farmagro .....	52
Figura N° 35 Reporte de Cromatograma.....	54
Figura N° 36 Autosampler - Porta Viales.....	55
Figura N° 37 Diagrama de flujo de Análisis de un Insecticida en la Actualidad .....	56
Figura N° 38 Septa de Cromatógrafo .....	61
Figura N° 39 Conjunto de Viales. ....	61
Figura N° 40 Jeringa para Inyección Manual.....	62
Figura N° 41 Jeringas para autosampler.....	62



## RESUMEN EJECUTIVO

Farmagro, como empresa Agro industrial y por estar entre las 5 mejores empresas del agro tiene que estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías, innovando su metodología, y fórmulas para obtener mejores productos y de buena calidad como valor agregado para el cliente final.

En este Trabajo de Suficiencia Profesional denominado Optimización en análisis de insecticidas, mediante utilización de autosampler en cromatografía de gases, cuyo objetivo de esta propuesta es demostrar que usando un autosampler en cromatografía de gases, se puede optimizar tiempo, costos y mejorar la calidad y analizar las muestras recibidas al 100% en el laboratorio de control de calidad de Farmagro SA.

En Farmagro hay un problema que se ha generado gracias a la explosión de ventas de sus productos agroindustriales, en donde el área de control de calidad no se da abasto para analizar todas las muestras de sus insecticidas que formulan, analizando un 15% del total de sus muestras que recibe. Para ello con la ayuda de herramientas como el Ishikawa, se ha llegado a la conclusión de automatizar el equipo en donde se analizan las muestras de los insecticidas formulados.

En reunión con los directivos de Farmagro, se determinó hacer la mejora optimizando el equipo con la compra de un autosampler y modernización del software del Cromatógrafo de Gases, haciendo estos cambios el área de control de calidad está comprometida en analizar las muestras al 100%, porque el autosampler cuenta con capacidad de analizar 16 muestras de una sola corrida, ahorrando tiempo y dinero.

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1. La Empresa

HISTORIA DE FARMAGRO SA COMO EMPRESA AGROINDUSTRIAL

#### PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

Figura N° 1 Logo de la empresa



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe/>

Figura N° 2 Sucursales a nivel nacional

FARMAGRO S.A.	
R.U.C.	20100180210
Dirección	AV. ALFREDO MENDIOLA 6068 LOS OLIVOS, LIMA 39.
Central telefónica	6141500
Teléfono de Ventas	6141515
Fax	6141516 y 6141517
E-mail Ventas:	atencioncliente@farmagro.com.pe

Fuerza de Venta	Almacenes
-----------------	-----------



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe/>

FARMAGRO S.A. es una empresa líder con 55 años de presencia Nacional, dedicada a la formulación comercialización y distribución de productos para la protección y nutrición de cultivos comprometida con ofrecer soluciones integrales e innovadoras al agro peruano.

Cuentas con las normas establecidas por la Legislación Peruana y la Comunidad Andina de Naciones. También cuenta con un equipo de trabajo solido desde el personal de producción hasta el personal de ventas comprometidas en elaborar un producto de calidad que satisfaga las necesidades del consumidor agro peruano.

Esta empresa cumple con estrictos estándares de calidad en la manufactura de sus productos y se encuentran en una continua búsqueda de nuevas soluciones que contribuyan con el sector agrícola garantizando la seguridad de los usuarios y la efectividad de los mismos, brindando de esta manera total confianza y satisfacción a nuestros clientes.

## **1.2. Clasificación**

- Según la actividad económica que desarrolla corresponde al sector secundario.
- Según La forma Jurídica corresponde a empresas societarias o sociedades.
- Según su Tamaño es una gran empresa con más de 250 empleados.
- Según el ámbito de operación es una empresa nacional.
- Según la composición del capital es una empresa privada.

## **1.3. Ubicación**

La empresa se encuentra ubicada desde año 1980, en el cono norte de lima, en el distrito de los Olivos. Urbanización industrial Molitalia, avenida Alfredo Mendiola 6068, km 19.5 de la Panamericana Norte

Figura N° 3 Ubicación geográfica



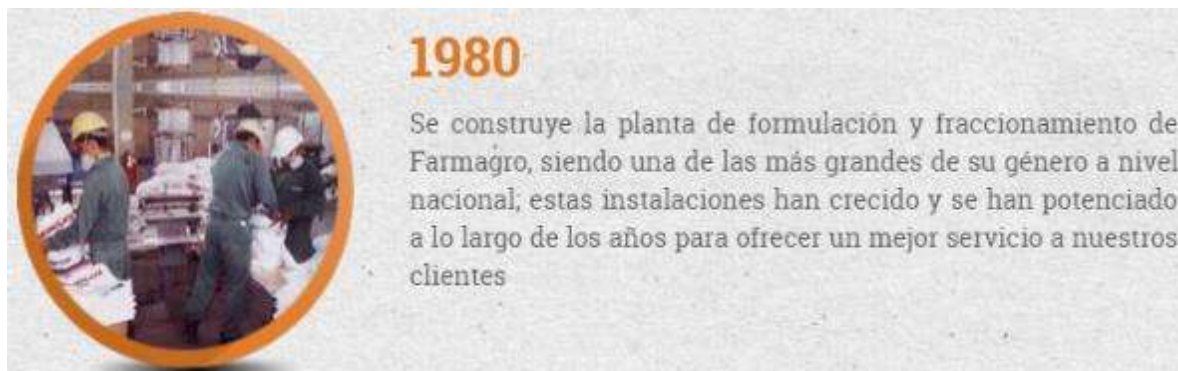
Fuente: <https://www.google.com.pe/maps/@>

#### 1.4. Historia

Figura N° 4 Reseña histórica primer periodo



Figura N° 5 Reseña histórica segundo periodo



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe/>

Figura N° 6 Reseña histórica tercer periodo



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe>

Figura N° 7 Reseña histórica cuarto periodo



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe>

### 1.5. Áreas de la organización

De acuerdo al Organigrama, el área de Control de Calidad su jefatura máxima es la Subgerencia de Operaciones

**Sub-gerencia de operaciones y logística.** Es la que se encarga de supervisar las actividades diarias, prever los requerimientos del cliente y mantener una buena relación con el mismo.

Así como gestionar y mantener el buen abastecimiento de la materia prima e insumos en la planta de producción. Todo ello para garantizar la entrega inmediata y satisfacción del cliente.

**Contabilidad- Administración.** Tienen la responsabilidad de mantener el buen estado financiero de la empresa, aplicando las políticas de pago y cobranza y actuando con responsabilidad en el buen trato a la cartera de Clientes.

**Calidad.** La empresa cuenta con un departamento de control de calidad, mismo que ha desarrollado un plan permanente de supervisión, con la finalidad de establecer un proceso de mejora continua para incrementar la eficiencia en sus resultados y también supervisa, evalúa la buena calidad tanto de la materia prima e insumos y efectúa los análisis fisicoquímicos, de los productos formulados para su comercialización, empleando métodos de Análisis de Cromatografía de gases (GC) y Cromatografía Líquida (HPLC).

Sub-gerencia de operaciones está conformada 5 áreas cada una con una jefatura:

- 1) Planta – Producción: es el área donde se llevan a cabo todas las formulaciones y procesos que conllevan para la producción de los productos agroquímicos. Planta está gestionada por un jefe de planta, por 3 supervisores y personal obrero.
- 2) Almacén: es el área donde se le da custodia a todos los productos tanto nacionales como importados, como pueden ser materia prima, productos semielaborados, envases, productos terminados y economato. Esta área está gestionada por un jefe de almacén y distribución, por dos coordinadores, 2 asistentes de almacén y resto personal colaborador como choferes y ayudantes en picking y packing.
- 3) Planeamiento y control: esta área es la encargada de hacer las proyecciones y crear el plan de producción semana a semana y está gestionada por asistentes de planeamiento y control de la producción
- 4) Control de Calidad: esta área tiene la responsabilidad de que todos los productos como materia prima, insumos y productos terminados estén debidamente evaluados y analizados, garantizando una buena calidad en los procesos y ventas a los clientes finales. Está formada por un jefe de Control de Calidad & investigación y desarrollo, por un coordinador de control de calidad, por dos asistentes de laboratorio, 2 auxiliares de laboratorio y un practicante de ingeniería química.
- 5) Mantenimiento: esta área es el soporte técnico, de toda la empresa, siempre atentos a los mantenimientos preventivos de todos los equipos de la organización incluyendo mantenimiento vehicular, está liderada por un jefe de mantenimiento,

ingeniero mecánico, mecánicos, electricista, un asistente de mantenimiento y personal practicante de Senati.

Figura N° 8 Local principal Farmagro S.A



Fuente: Farmagro.

### **1.6. Tipos de orientación que tiene la empresa.**

Farmagro S.A está orientada hacia el giro de una empresa agro industrial que Comprende la fabricación de insecticidas, raticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores del crecimiento de las plantas, desinfectantes y otros productos químicos para uso agropecuario no clasificados en otra parte. Se excluye la fabricación de abonos y compuestos de nitrógeno.

Así mismo, se provee de insumos de la industria química tanto orgánica como inorgánica.

### **1.7. Misión**

“Satisfacer a nuestros clientes superando sus expectativas en el desarrollo de soluciones para sus proyectos, brindándoles la mejor calidad en los productos y servicios, con seguridad industrial, con responsabilidad ambiental y social; desarrollando nuestras actividades de acuerdo a los más altos estándares ambientales, los que forman parte de nuestra cultura organizacional”.

## 1.8. Visión

“Ser una empresa líder y confiable reconocidos por la excelencia de nuestro trabajo, desarrollando soluciones integrales para la satisfacción de nuestros clientes. Brindar un lugar de trabajo digno y seguro que permita el desarrollo humano de sus integrantes y que podamos contribuir al desarrollo y progreso de nuestro país”.

## 1.9. Valores

- RESPETO
- HONESTIDAD
- COMPROMISO
- CALIDAD
- INNOVACION
- TRABAJO EN EQUIPO

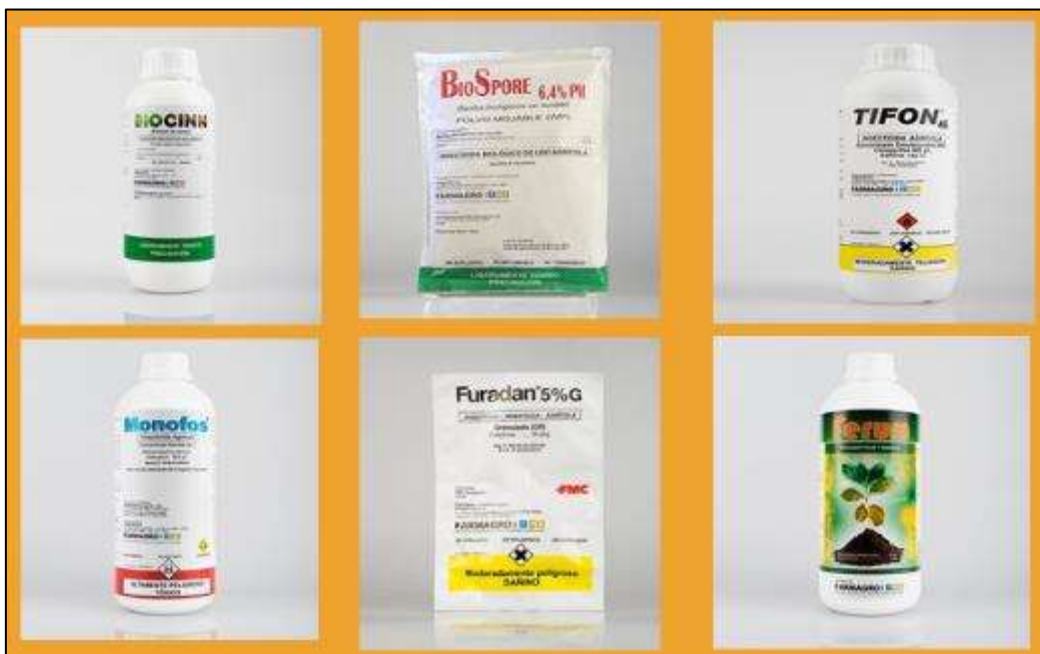
Figura N° 9 Producto tifón



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe>



Figura N° 10 Principales productos Farmagro.



Fuente: <http://www.farmagro.com.pe/> 1

Figura N° 11 Producto tifón fabricado



Fuente: Fotografías Farmagro

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

(Campos Chávez 2010) Determinación por HPLC de residuos de insecticida organofosforado (Methamidophos) en tomates comercializados en Lima-Perú Usando la cromatografía Líquida se realizaron pruebas de análisis toxicológicos de identificación y cuantificación de los residuos del insecticida organofosforado Methamidophos, expresado en ppm, en 25 muestras de tomates, en tres mercados mayoristas (La Parada, 3 de Febrero y Manzanilla) y dos mercados minoristas (N° 1 – San Juan de Lurigancho y Ceres – Ate), todos estos mercados son los de mayor consumo de tomate a nivel lima región, El análisis de identificación cualitativa se realizó por Cromatografía en Capa Fina (CCF) utilizando los Rf y por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) utilizando los tiempos de retención. El análisis Cuantitativo se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), utilizando las áreas integradas de los picos en los cromatogramas obtenidos. Se determinó la presencia de Methamidophos en la totalidad de las muestras analizadas. De las 25 muestras analizadas solo una muestra (4%) perteneciente al mercado mayorista 3 de Febrero presentó una concentración máxima de 1.0369 ppm de Methamidophos excediendo el Límite Máximo Residual (LMR) para el Methamidophos en tomates según Codex Alimentarius que es de 1.0 ppm. Es por ello que en el Perú ya está prohibido la aplicación de insecticidas organofosforados, sobre todo del Methamidophos.

(Reaño, 2015) En la ciudad de Chiclayo - Perú, en una tesis para optar la titulación de Ingeniero Industrial sustentó Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de apilado de Arroz en el Molino Latino S.A.C.

para ello se realizará un diagnóstico de la situación actual de la empresa, determinando los indicadores de productividad de la producción de materia prima, de mano de obra; seguido se analizará los problemas detectados y se propondrá acciones para elaborar una propuesta a través del mejoramiento de los procesos, con la finalidad de este estudio dar impulso a las mejoras del proceso de apilado de arroz que permita un aprovechamiento máximo de todas y cada uno de los procesos que intervienen en el mismo, y con ello

mejorar la calidad de los productos, así como obtener los volúmenes demandados en los tiempos requeridos con la productividad no solo se refiere a la mano de obra, de manera que el aumento de la productividad se debe considerar como un problema consistente en obtener el máximo provecho de todos los recursos disponibles, incluyendo los materiales y maquinaria en general. Al final como mejora y poder hacer crecer la productividad se tuvo que adquirir e implementar nuevas tecnologías, (nuevos equipos, nuevas máquinas y capacitación de personal) y así la productividad aumentó en un 59,95%. Esto implica que la productividad incrementó de S/.17, 53 kg/h a S/. 28,04 kg/h.

(Oswaldo 2016) En la siguiente investigación de un sistema de control automático para optimizar el proceso de ensaque de café en la empresa Comercio & Cía. S.A, en la provincia de Jaén – Cajamarca, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Fue de diseñar un sistema de control automático en base a sensores, fajas transportadoras y PLC y así optimizar el proceso de ensaque de café en la empresa Comercio & Cía. S.A. y hacerlo más eficiente y productivo, basado en cálculos, indagación teórica y teniendo en cuenta la maquinaria y equipos existentes se hizo el diseño, para luego proceder a la implementación de una manera progresiva. También se diseñó el sistema de control utilizando el Plc Micrologix 1400 1766, Sensor de proximidad capacitivo Fotek Cp30-50c, Interruptor Final de Carrera VT16021C, sensor de flujo para sólidos Solidflow Swr Ex, Variador de Velocidad Micromaster 420, válvula cilindro de doble efecto Airtec Xlvk; y el sistema de supervisión se realizó utilizando el software Intouch versión 10.0.0 y Rslogix 500. Finalmente se pudo concluir que la investigación realizada nos permitió mejorar y demostrar que la implementación de un sistema de control y un sistema de supervisión Scada en la empresa Comercio & Cia S.A. nos permite acelerar el proceso de ensaque de café

(Misajel A, Carolina K 2017). En la tesis de comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de chía (Salvia hispánica orgánica y convencional (variedades blanca y negra) cultivadas en el Perú, como una alternativa para aceites vegetales comestibles

Consta de comparar el perfil de ácidos grasos del aceite de chía (Salvia hispánica L.) orgánica y convencional (variedades blanca y negra) cultivados en el Perú, como una alternativa para aceites vegetales comestibles. Metodología: Se desarrolló un estudio

descriptivo, que incluyó muestra de semillas de chía, a los cuales se les extrajo el aceite en quipo Soxhlet con éter de petróleo. El perfil de ácidos se analizó por cromatografía de gases. Se determinaron las sumatorias de los ácidos grasos poliinsaturados, monoinsaturados y saturados. Así mismo, se estimaron los índices de aterogenicidad, trombogenicidad e hipohipercolesterolemico. Se obtuvieron medianas y rango intercuartílico y se empleó la prueba de Friedman. Para valorar la normalidad se utilizó el test de Shapiro-wilk. Para la cuantificación de los ácidos grasos de las muestras de semilla de chía, orgánico y convencional, se contrató los servicios de Certificaciones del Perú S.A. (CERPER)

Los principales ácidos grasos presentes en el aceite de chía de cultivo orgánico y convencional, según el orden de abundancia, fueron los siguientes el ácido alfa-linolénico > ácido linoleico > ácido oleico > ácido palmítico > ácido esteárico. En cuanto al ácido graso alfa-linolénico (omega 3), el aceite obtenido de semillas de chía negra y blanca de cultivo orgánico presentó valores ligeramente superiores 63,65 (63,59-63,70) y 64,56 (63,70-64,42) en comparación al aceite del cultivo convencional 63,05 (62,40-63,70) y 63,52 (63,34-63,70). El contenido de ácidos grasos, poliinsaturados y monoinsaturados en el aceite de chía, de cultivo orgánico, mostró valores de 82,33% y 6,05%, siendo superiores a los encontrados en el aceite obtenido de la chía, proveniente de cultivo convencional 81,78% y 6,17%. El contenido de ácidos grasos saturados presentó un valor inferior de 10,70% en el aceite de chía orgánico y 11,06% en el aceite de chía obtenida de semilla de cultivo convencional. La relación omega3/omega 6 del aceite de chía, de cultivo orgánico, presentó un valor superior de 3,52, mientras que en el aceite, de cultivo convencional, un valor de 3,42. Finalmente, el índice aterogénico y trombogénico mostraron valores bajos, lo que indica altas cantidades de ácidos grasos con propiedades antiaterogénicas en el aceite de chía.

El contenido de ácidos grasos en el aceite de chía de cultivo orgánico y convencional se encuentra dentro del intervalo informado para otros países. No se encontró diferencia estadística en la comparación de ambos cultivos.

(Juan R, Rincón S 2015) En la investigación de determinación mediante GC del contenido de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S para el control de calidad del gas natural.

La extensión en la que un método puede ser utilizado para determinar analitos particulares, en mezclas o matrices sin interferencia de otros componentes, con un comportamiento similar, se conoce como selectividad. Para evaluar la efectividad de las columnas seleccionadas para el análisis, se hicieron pruebas de selectividad realizando corridas de cada analito, por separado, verificando los tiempos de retención y determinando posibles interferencias.

Los resultados obtenidos muestran una buena separación de las sustancias en la matriz de GN, sin presentar interferencias. En el caso del CO<sub>2</sub>, luego de su identificación, aparecen dos picos adicionales los que corresponden al oxígeno y nitrógeno respectivamente. Así mismo para el H<sub>2</sub>S observamos otros picos que corresponden al metil mercaptano, etil mercaptano y sulfuro de dimetilo que son sustancias que presentan una separación menor, sin embargo estos no interfieren ni solapan los analitos en estudio; para la identificación de los otros compuestos se utilizaron patrones de referencia certificados de mercaptanos y GN extendido hasta C<sub>9</sub> que incluyen al nitrógeno y oxígeno en su composición, para la evaluación de sus respectivos tiempos de retención y evaluar su posible interferencia.

- Se desarrolló e implementó una Metodología, que contribuye a la evaluación de la calidad del GN en el Perú, con la exactitud y precisión adecuada que nos permite conocer la concentración de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S en el GN.
- Los valores de la media de  $2.5706 \times 10^{-1} \%$  mol y de  $2.308 \times 10^{-2} \text{ mg/m}^3$  para CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S respectivamente, están por debajo de los límites especificados en el reglamento de distribución de gas natural por red de ductos.
- Los resultados obtenidos, brindan información importante para la creación de modelos cinéticos más exactos y precisos sobre el nivel de corrosión en los ductos de transporte de GN. El área de medio ambiente, también, utilizó esta información para evaluar la contaminación generada por la combustión de GN.
- Los límites de detección, obtenidos para de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S, fueron 0.0050 % mol y 0.0039 ppm respectivamente. Esta es la más pequeña que puede ser detectada, con precisión, mediante una metodología analítica. Los límites de cuantificación de 0.0096 % mol, para el CO<sub>2</sub> y de 0.0091 ppm para el H<sub>2</sub>S, corresponden a la menor concentración de un analito que puede ser determinada con exactitud y precisión aceptable, en las condiciones de prueba establecidas para una buena cuantificación.

(Kevin, Guzmán 2018) En el estudio de determinación de los constituyentes químicos del aceite esencial de *Ocotea ciphylla* y evaluación de la actividad repelente se determinó los constituyentes químicos del aceite esencial de *Ocotea aciphylla* y se evaluó la actividad repelente frente al *Aedes aegypti*. La especie vegetal fue identificada en el Herbarium Amazonense Amaz-Unap. El aceite esencial de *Ocotea aciphylla* se obtuvo por arrastre de vapor y la identificación de los constituyentes químicos se realizó por Cromatografía de gases acoplado a Espectrometría de masas. La actividad repelente se determinó por el método de Talukder y Howse. Se prepararon soluciones al 5, 10, 15 y 20 por ciento de aceite esencial con Vaselina líquida. Como control positivo se empleó Formula comercial que contiene N, N-dietil-3-metilbenzamida (DEET al 15 por ciento) y vaselina líquida como control negativo. Se identificaron 51 constituyentes químicos, de los cuales 28 son sesquiterpenoides (78,17 por ciento) y 15 son monoterpenoide (18,59 por ciento).

Los constituyentes en mayor abundancia fueron: d-cadineno (19,45 por ciento);  $\beta$ -selineno (16,29 por ciento), Muuroleno (14,05 por ciento); Benzoato de bencilo (9,93 por ciento); Linalol (6,04 por ciento); Eucaliptol (6,19 por ciento) y 3-careno (4,73 por ciento).

Se determinó que el aceite esencial de *Ocotea aciphylla* en una solución al 20 por ciento ostenta un grado de repelencia clase IV, con un 73,3 por ciento de repelencia.

---

### 2.1.2 Antecedentes Internacionales

(Holguín 2016) en la ciudad de Guayaquil, En una investigación para título de ingeniero industrial presentó la propuesta de optimización de recursos en el área de envasado de polvo en Ecu química S.A.

Lo principal de la investigación fue de desarrollar una propuesta de optimización de recursos en el área de envasado de polvo en Ecu química S.A, lo que se busca es elevar la producción, generar más productividad con los mismos recursos y con un estudios de tiempo se determinó que desde el llenado de la tolva y todo el proceso sólo se envasan 3600 al día, generando un cuello de botella y malestar en los clientes de acuerdo a los requerimientos presentados, con el análisis de Pareto se identificó que el 80% de los inconvenientes en la línea corresponde al apilamiento de envases, se ejecutó balance de

línea y determinaron que existen cuellos de botella en la estación 3, con lo cual se llegó a la conclusión que la línea trabaja en un 80% de su capacidad, se planteó que las estaciones 1 y 2 colaboren con la estación 3, ya que según los estudios cuentan con tiempo muerto de horas hombre, realizando trabajos en quipo con horarios establecidos se llegaría a ensacar 4473 unidades al día, trabajando al 100% de eficiencia y cumplimiento con los clientes.

(Paccha, 2010) en Guayaquil, en una investigación para título de Ingeniero comercial y Empresarial sustentó “Implementación de nuevos procesos de mantenimiento de máquinas de producción para optimizar la rentabilidad en el negocio de la harina de trigo”

La investigación, determinó que mediante una proyección financiera a mediano plazo el ahorro en costos de producción y operaciones en los procesos de producción mediante una planificación adecuada para el mantenimiento de equipos y de maquinarias usadas en la elaboración del producto final como “La Harina Súper 4”. Que es el producto de la mayor venta en el mercado local, desarrolló una investigación con este estudio se logra evidenciar las deficiencias del proceso y elaborar propuestas de mejoras, además le ofrece a la empresa nuevas oportunidades para propiciar y aplicar la filosofía de mejorar continua con miras a tener una creciente proyección en la comunidad industrial, puesto que al incrementar su producción a través del mejoramiento de los procesos, la mano de obra, maquinaria, materia prima, obtendrán mayores ganancias, creando una atmósfera adecuada para superar y satisfacer las exigencias de los clientes, logrando mayores beneficios en el mercado competitivo. Económica del punto de vista industrial que implica una serie de aspectos, en términos generales prácticos, como eliminar y reducir el tiempo improductivo, mejorar la utilización del tiempo para el mantenimiento de equipos, reducir fatiga, y maximizar utilidades, conclusiones de esta investigación nos indican que se implantará.

(Bernal, 2007) en Bogotá – Colombia En una investigación para trabajo de grado propuesta de Mejoramiento del proceso de Empaque de los productos en polvo de 25 kg en la empresa de empaque y sabores.

Se reunieron y crearon un diseño de soluciones viables para ir mejorando el tiempo y la calidad del proceso estandarizando, el proceso de empaque es manual, lo que conlleva a un mal llenado, dado que se han detectado problemas en la dosificación inexacta del producto,

lo cual genera pérdidas de tiempos y movimientos. Después de analizar las opciones de automatización, se escogió la mejor opción basado en los criterios de economía, precisión en el proceso, disminución de operarios, conforme con las características de los productos, se escogió el PLC (Controlador Lógico Programable), ya que es la alternativa más completa. La automatización de los proceso se hizo realidad y generó un aumento en la capacidad productiva en un 17%, disminuyendo en 0.732 minutos el proceso de empaque para una caja de 25 Kg.

## 2.2. Realidad problemática

La economía en el Perú en estos últimos años va en un proceso de crecimiento. Los empresarios tienen un plus que permite mejorar en gran envergadura proyectos como por ejemplo Chavimochic, inversión del gobierno del Perú. Las empresas realizan una metodología de grandes diferencias para emprender una mejora en la producción, manteniendo la calidad del servicio o producto a los clientes para el uso y consumo de la población.

Empresa de nacionalidad peruana Farmagro S.A. tiene el servicio de poder elaborar productos como herbicidas, insecticidas, pertenecientes al sector agroindustrial, con años de reconocimiento en su labor empresarial con un trabajo distinguido en favor de nuestros clientes, por su rapidez, obteniendo resultados óptimos de nuestros productos, respetando las normas que dictan las autoridades, que se rigen en la organización en la alimentación y agricultura dispuesta por las naciones unidas FAO, SENASA, DIGESA y Campo Limpio.

En la actualidad nuestra empresa es competitiva en el mercado agroindustrial, con empresas prestigiosas como Tecnología Química y Comercio, Bayer S.A. y otros.

La empresa cuenta con un análisis activo, es así la demora por la revisión de ingredientes, realizando una cromatografía de gases de manera manual en un tiempo que hace posible aprobar los diferentes lotes, formulados en el análisis aleatorio del análisis con la intervención de tecnología que realiza el muestreo autosampler, atendiendo la seguridad, envasado y seguridad de cada parámetro de calidad de nuestra producción.

Al respecto se han hecho investigaciones científicas donde presentado por Scheel (2011), en relación a nuestra investigación nos han demostrado que mediante técnica de



cromatografía líquida de alta presión (HPLC) y un detector MS se obtuvo un barrido cualitativo de los compuestos presentes en un extracto metanólico de

*Modiola caroliniana*. Actualmente el uso de las técnicas Cromatográficas para separar, identificar y cuantificar sustancias químicas en diferentes tipos de muestras tiene ya bastante trayectoria.

Según Parrales, Reyes, Pine (2012), determinaron que la tecnología va a un rumbo que evoluciona con una gran rapidez en el proceso cromatográfico, ejemplo el gas mediante su análisis y la diferencia de tipos denotando un análisis cualitativo y cuantitativo según las especificaciones técnicas.

### **Competencia directa:**

Empresas del mismo rubro como Bayer, Tecnología Química y Comercio, Farmex SA y Silvestre SAC, Química Suiza, Comercial Andina.

- **Bayer SA.** es una empresa trasnacional de procedencia Alemana, es pionera en el desarrollo de nuevas moléculas para la transformación de nuevos productos para el agro peruano, y solamente ofrece a su público agricultor productos de marca, bajo lema “Sí es Bayer es Bueno”.
- **TQC (Tecnología Química y Comercio)** es una empresa peruana formada por un grupo de empresarios peruanos y fue creada con el objetivo de proveer productos y servicios de excelente calidad para el sector agropecuario.

Y su objetivo es ser la empresa líder en brindar soluciones para el sector agrícola, veterinario y de sanidad ambiental, tanto en el Perú como en los nuevos mercados donde ya tiene presencia, como Bolivia, Colombia, Ecuador y Paraguay. Su slogan es “*Confianza en Manos Expertas*”

- **Farmex SA.**- Con 36 años de experiencia en el sector agrícola Farmex es líder en el mercado peruano de protección y productividad de cultivos, semillas y salud pública, brindando soluciones integrales adaptadas a las condiciones del país. Y su slogan es “Estamos Cultivando algo nuevo para Ti”

- **Silvestre Perú.** Es una empresa fundada por la familia Álvarez Silvestre, creada con el objetivo de proveer al sector agropecuario, productos y servicios de calidad.

Hoy en día, Silvestre Perú cuenta con más de 1000 clientes a nivel nacional, incluyendo un gran número de agro exportadores, permitiendo un crecimiento sostenido y posicionándose entre los 4 principales proveedores del sector, con una participación de más del 18% del mercado de agroquímicos, capitalizando la experiencia y el reconocimiento de los clientes por el nivel de servicio ofrecido. Y su slogan es “Protección Vegetal”.

### **Competencia Indirecta:**

- Son las empresas o negocios que intervienen en el mismo mercado y clientes buscando satisfacer sus necesidades con productos sustitutos o de forma diferente. (Ejemplo: Corporación Misti (Urea), Comacsa (Silicatos), Disan Perú (insumos químicos), Quiagral (fertilizantes- abonos), Perú Químicos (solventes).

## **2.3. Sustento Teórico**

### **2.3.1 Cromatografía de gases (GC)**

En mezclas complejas se utiliza la cromatografía, se caracteriza porque se realiza la separación de forma compleja las mezclas, utilizando la física y química de manera simultánea. Estos principios se basan en diversas técnicas de un modo selectivo para poder retener los componentes de las mezclas, originando la separación de aquellos componentes para poder realizar la identificación de las diversas cantidades y componentes. (Parrales, Reyes, Pine, 2012)

La cromatografía líquida de alta presión o aquella de alta resolución, es aquella que cumple la función de poder analizar y aplicar en la parte sólida a través de una columna para verificar la sustancia de una forma sólida a través de la alta presión.

Básicamente se emplean tres alternativas para separar:

Mecanismos de separación.

Proceso electro cinético y cinética.

Distribución en 2 fases.

### 2.3.2 Clasificación de la cromatografía

La Cromatografía es una técnica de separación basada en el intercambio de los solutos entre dos fases, Fase Móvil y Fase Estacionaria.

La fase móvil se realiza por el movimiento del líquido, fluidos o gases de forma supercrítico.

Es aquella solida o liquida por su cociente en función al área y volumen.

La identificación y separación se dan en tres componentes:

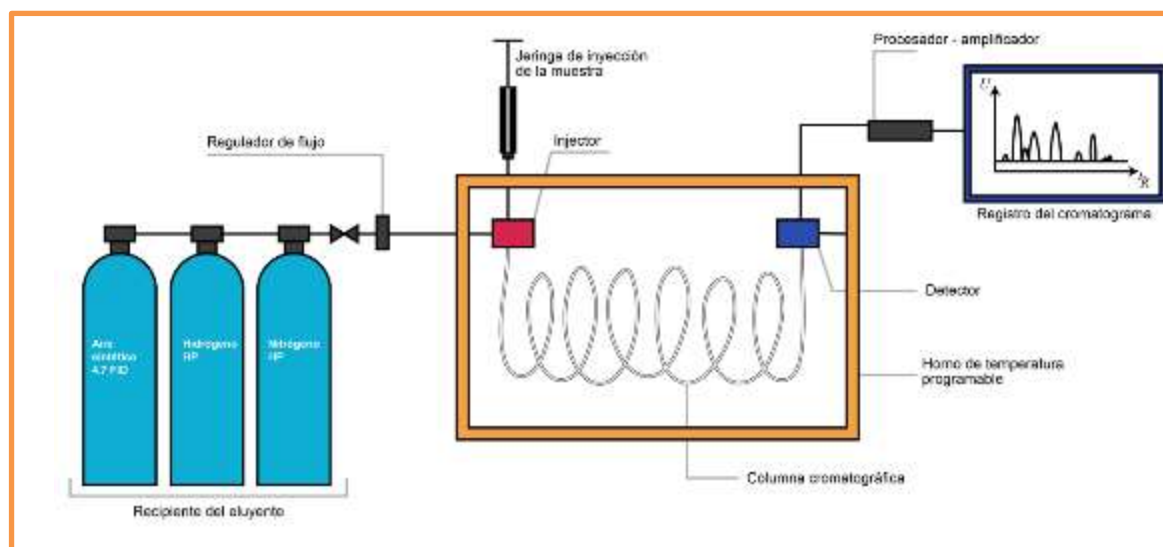
Inyectar una muestra en el GC (se realiza en el inyector).

Separar la muestra en componentes individuales (se realiza en la columna del horno)

Detectar qué compuestos había en la muestra (se realiza en el detector).

### 2.3.3 Descripción del equipo GC

Figura N° 12 Esquema del GC anterior



El esquema general se puede observar en la Fig. 1, componentes del cromatógrafo de gases, son los siguientes:

**Fuente de Gas:** es la que hace que la muestra avance a través de la columna, vaporizando y haciendo que se produzca la separación de acuerdo a un tiempo programado.

En cromatografía de gases se usan como sistema de arrastre al Aire comprimido 4.7 FID, Hidrógeno 99,99 % HP y Nitrógeno 99,99 % HP

**Sistema de Inyección:** es donde la pequeña muestra inicia su recorrido de vaporización conforme avanza por la columna Cromatográfica

**Horno:** lugar donde se encuentra instalada la columna Cromatográfica la cual debe estar a una temperatura programada según el método de análisis.

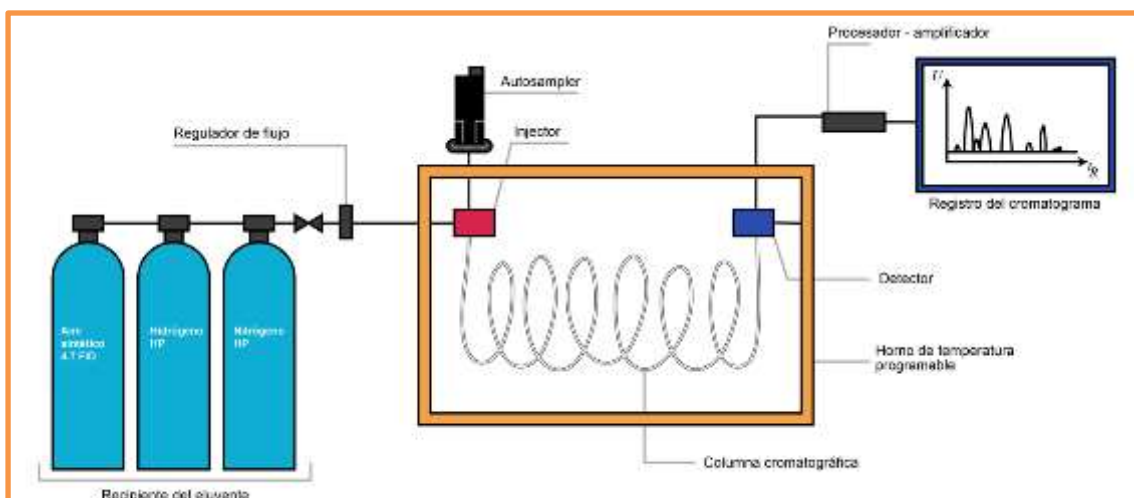
**Columna Cromatográfica:** dispositivo por donde corre la muestra en su proceso de vaporización, generalmente las columnas miden aproximadamente unos 30 metros y de un diámetro de menos a 0.5 mm

**Sistema de Detección:** como su nombre lo dice detecta a una pequeña porción de la muestra inyectada, llevándola a su ionización (FID)

**Sistema de Registro:** los datos Cromatográficos se obtienen en un registrador o sistema de datos basado en ordenar a las principales mediciones hechas en los datos Cromatográficos son el tiempo de retención y la altura o área de los picos. Cuando se usa un registrador estas mediciones se hacen a mano con una regla. Pero ahora los sistemas de datos electrónicos hacen estas mediciones automáticamente, pero el usuario hace el ajuste de los parámetros del programa para obtener resultados exactos.

### 2.3.4 Equipo autosampler

Figura N° 13 Esquema del GC actual



El autosampler es un equipo autónomo, que al ser conectado con el cromatógrafo de gases, de forma independiente, modelo, marca, por el laboratorio. Configurado al trabajo de los inyectores, siendo procesados hasta 16 muestras en una sola corrida, generando un mejor rendimiento y precisión.

El análisis se da de una manera fácil, a través del teclado utilizando el botón de inicio del computador, procesando todas las muestras de manera automática.

El ajuste rápido de los parámetros del automuestreador puede realizarse mediante el control de PC, con el software que se incluye al adquirir el equipo

Mientras que todo el funcionamiento de rutina puede ser manejado por su teclado siguiendo la secuencia de análisis de inicio, carga de muestra, tiempo de retención, resultado y lavado extra.

Equipo Autosampler el cual sirve para analizar de manera automática, todas las muestras que producción hace llegar al área de control de calidad y tiene una capacidad de analizar 16 muestras de una sola corrida.

Figura N° 14 Equipo autosampler



Fuente: *Farmagro*.

Figura N° 15 Equipo cromatógrafo de gases.



Fuente: *Farmagro*.

### 2.3.5. Proceso

Es la sucesión de operaciones o actividades ligadas a procedimientos requeridos que realiza una empresa dando como resultado la elaboración de bienes y servicios.

Consta de tres principales etapas

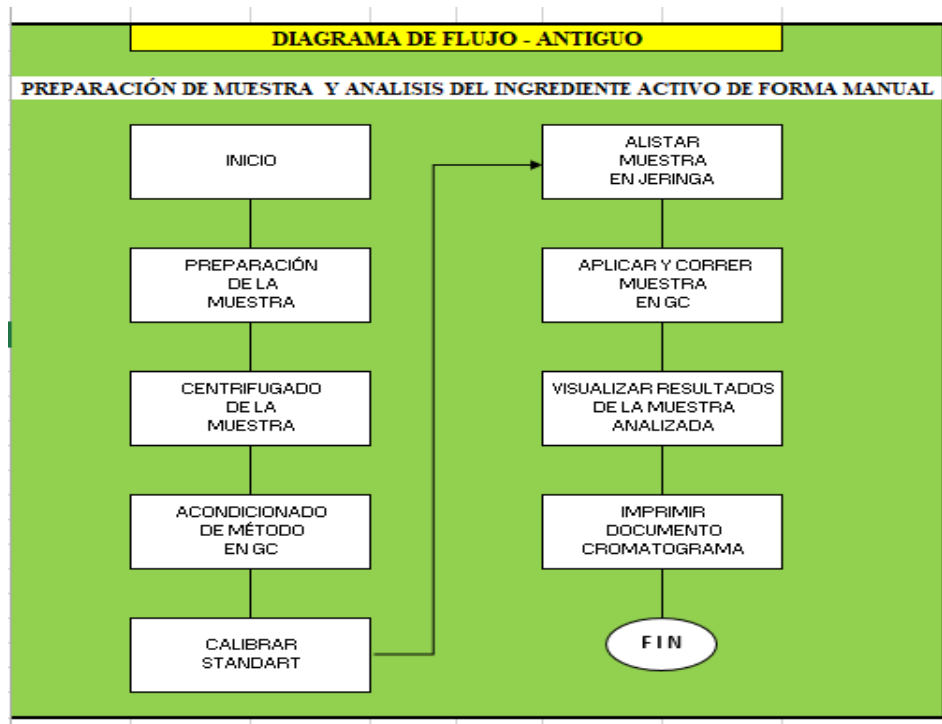
- Adquisición de materia prima
- Producción
- Adaptación del Producto.

### 2.3.6. Flujograma

Es la descripción del proceso representado de forma gráfica, cada actividad del proceso es representada por símbolos diferentes, el describe de forma breve la etapa del proceso.

Los símbolos gráficos están unidos entre sí por flechas las cuales indican la dirección del flujo del proceso.

Figura N° 16 Diagrama de flujo - Anterior



### 2.3.7. Método de lluvia de ideas

Es una técnica de pensamiento creativo, que se utiliza para estimular la producción de gran cantidad de ideas, por parte de un equipo, para dar una solución a un problema o para la creatividad de una mejora

Figura N° 17 Método lluvia de ideas.



Fuente: <https://coworkingfy.com/lluvia-de>

Se realiza el análisis de Ishikawa estableciendo responsables y fechas de ejecución para la obtención de autosampler

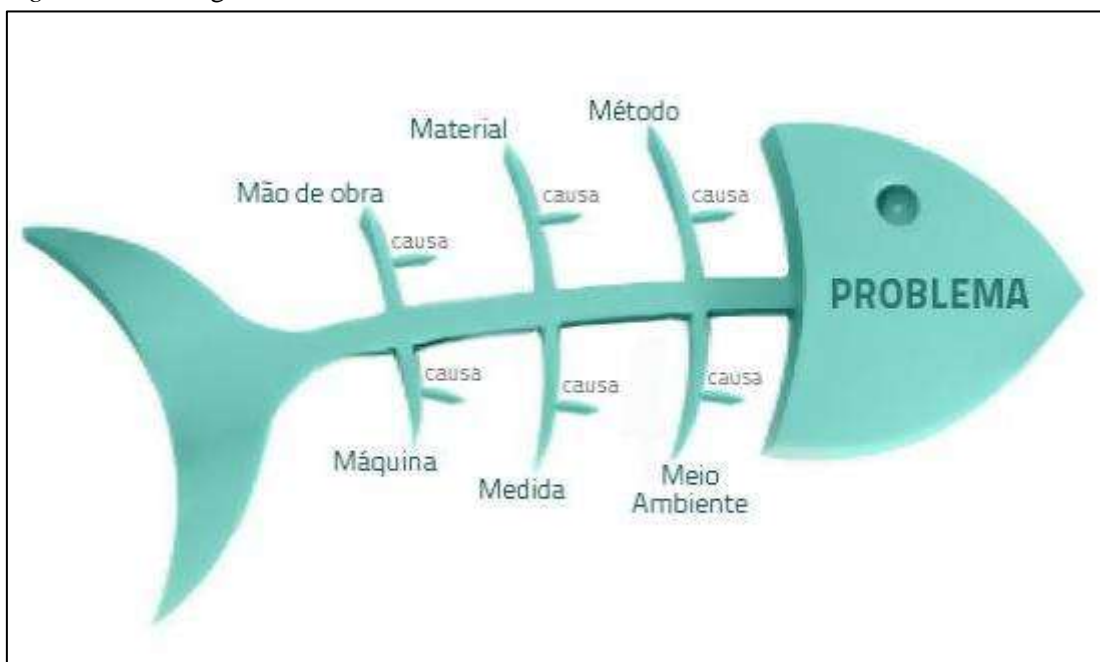
### 2.3.8. Definición de Ishikawa

Es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad.

Ilustrando gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en los resultados.



Figura N° 18 Diagrama de Ishikawa



Fuente: <http://learnersdestination.com/is>

### 2.3.9. Metodología Pareto

#### Definición.

El diagrama de Pareto es una herramienta que nos ayuda a ser comparaciones de forma ordenada de factores que conllevan a un problema. En esta comparación se identifican y se enfocan los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas, el diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

1. Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
2. Reordenar los elementos de mayor a menor.
3. Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
4. Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades).
5. Trazar y rotular el eje horizontal (elementos).
6. Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
7. Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.

8. Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
9. Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en este último gráfico.

El análisis de Pareto es de aplicación a aquellos estudios o situaciones en que es necesario priorizar la información proporcionada por un conjunto de datos o elementos.

Básicamente es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto.

El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías:

1. Las "Pocas Vitales": Elementos muy importantes en su contribución
2. Los Muchos Triviales: Elementos de contribución poco importante

#### **2.3.10. Características de la metodología de Pareto.**

La metodología de Pareto tiene sus principales características de las cuales se va a mencionar las más importantes:

- Priorización de procesos: Identifica los procesos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo
- Unificación de Criterios: Enfoca o dirige el esfuerzo del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común
- Carácter Objetivo: Su utilización fuerza al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.

#### **2.3.11. Construcción del diagrama de Pareto**

Para la construcción del Diagrama de Pareto son necesarios los siguientes elementos:

1. Un efecto cuantificado y medible: Sobre el que se quiere priorizar (Costos, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, etc.)
2. Una lista completa de elementos o factores que contribuyan a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas productivos, servicios, etc.)

### 3. La Magnitud de la contribución de cada elemento factor al efecto total.

Todos estos datos bien existan o bien haya que recolectarlos tienen que ser:

- **Objetivos:** Es decir basados en hechos, no en opiniones.
- **Consistentes:** Debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyente y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio, ya que el análisis de Pareto es un análisis de comparación.
- **Representativos:** Deben reflejar toda la variedad de hechos que se producen en la realidad
- **Verosímiles:** Evitar cálculos o suposiciones controvertidas, ya que se busca un soporte para toma de decisiones, si no se crean los datos, no apoyarán las decisiones.

Figura N° 19 gráfico esquema de Pareto

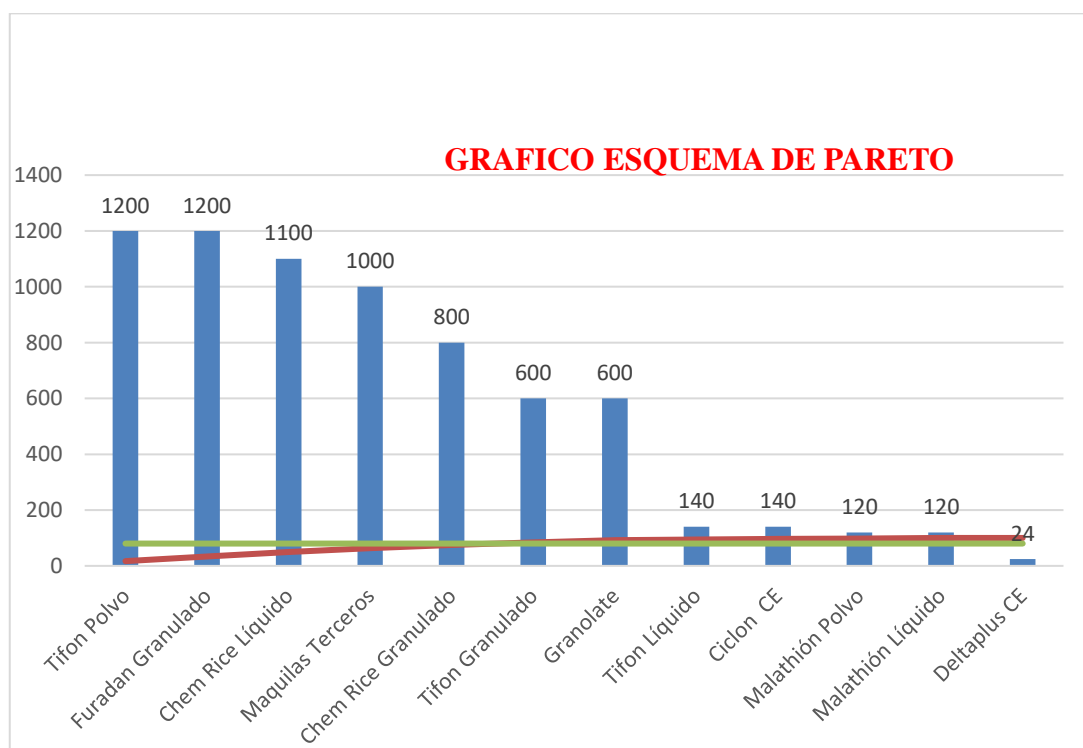


Diagrama de Pareto es una herramienta que sirve para la gestión de la calidad, conocida como la regla 80/20, se dice que el 80% de los problemas que se presentan surgen de un 20% de las causas, dando a entender que pocas causas producen la mayor parte de problemas y es ahí donde se usa el método gráfico para determinar los problemas de mayor importancia.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Problemática

#### 3.1.1. Problema general

¿De qué manera se podría aplicar un nuevo sistema de análisis de ingredientes activos para optimizar los tiempos de entrega de resultados en la empresa Farmagro SA en el año 2018?

#### 3.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es la situación actual de respuestas de análisis de ingredientes activos de productos formulados en Farmagro SA?

¿Cuáles serían las características del nuevo equipo a utilizar para realizar el análisis de ingredientes activos?

¿Cuáles serán los beneficios de la mejora a proponer?

### 3.2. Objetivos

#### 3.2.1. Objetivo general

- La aplicación de un nuevo sistema de análisis de ingredientes activos para optimizar los tiempos de entrega de resultados en la empresa Farmagro SA. en el año 2018

#### 3.2.2. Objetivos específicos

**Determinar** la situación actual de respuestas de análisis de ingredientes activos de productos formulados en Farmagro SA

**Establecer** las características del nuevo equipo a utilizar para realizar el análisis de ingredientes activos

**Determinar** los beneficios de la mejora propuesta

### 3.3. Experiencia laboral

Ingresé a Farmagro SA a trabajar en el año 1984 como operario de planta, luego de pasar unos años como operario de planta me puse a estudiar Química industrial graduándome como técnico en Química Industrial, siendo promovido como administrativo y trabajando por la mañana como asistente de producción y en la tarde como asistente de laboratorio, recuerdo que en el año 2001, ante la necesidad de analizar los ingredientes activos de los productos que formulaba Farmagro se hizo la compra del Cromatógrafo de Gases y así pasaba el tiempo todos en su confort hasta que llegamos al año 2015 por determinación de la gerencia de operaciones se toma el acuerdo de analizar al 100 % todos los ingredientes activos de los productos que formula Farmagro surgieron nuevos procedimientos e instructivos de trabajo y a la vez también había demoras en las entregas de los resultados de los análisis a Planta Producción.

Para eso entonces yo ya estudiaba ingeniería Industrial en la UPN, gracias a los conocimientos que uno va adquiriendo un día así de rutina converse con el gerente de Operaciones de Bayer SA y me recomendó que deberíamos comprar un cromatógrafo con autosampler, como es eso le pregunte y me explico que con ese equipo de una sola corrida se analizaban 16 muestras con el mismo tiempo que se analizaba una muestra con el cromatógrafo de Farmagro el cual se inyectaba de forma manual.

Y es así como nace la idea de modernizar y automatizar el cromatógrafo de gases con un Autosampler de 16 muestras por corrida.

Esto se conversó con gerencia de operaciones de Farmagro y se tomó la decisión de hacer unas visitas a las empresas que ya tenían este equipo como Farmex y laboratorios SGS.

Y fue así que la gerencia general en coordinación con la gerencia de operaciones toman la decisión de hacer la compra del autosampler y modernizar el software incluyendo nueva computadora + impresora a un precio de 14000 dólares y así de esta manera se terminó con los cuellos de botella que se hacían en espera de los resultados de los análisis.

Hoy en día se analizan todos los ingredientes activos de todos los productos que formula Farmagro, al 100% dando un Plus a la calidad y ganando tiempo para hacer otras tareas.

### 3.4. Estrategias de desarrollo

Para lograr los objetivos trazados en el presente trabajo, se implementaron las estrategias como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 1 *Estrategias de desarrollo para aplicación de la propuesta*

<b>Fase</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Herramientas/Modelos</b>
Diagnóstico	Determinar la situación actual de respuestas de análisis de ingredientes activos de productos formulados en Farmagro SA	Lluvia de ideas Diagrama de Ishikawa Diagrama de Pareto Diagrama DAP Proceso antiguo Indicadores
Implementación	Establecer las características del nuevo equipo a utilizar para realizar el análisis de ingredientes activos	Criterios de selección Plan de producción planificado semanalmente Formatos de métodos de análisis Procedimiento de Control de Calidad Diagrama DAP Proceso actual
Resultados	Determinar los beneficios de la mejora propuesta	Impacto económico Indicadores Implementación del nuevo software e instalación del nuevo equipo adquirido Autosampler en el área de laboratorio - control de calidad

### 3.4.1. Diagnóstico

Determinar la situación actual de respuestas de análisis de ingredientes activos de productos formulados en Farmagro

Desde sus inicios Farmagro como empresa agroindustrial, analizó sus productos de forma aleatoria y lo hacía de forma manual ya que no contaba con equipos automatizados, pero con el crecimiento industrial y ante la exigencia del mercado consumidor y ante nuevas normas del aseguramiento de la calidad, surgió la necesidad de analizar al 100% todos los productos formulados en Farmagro.

Pero esto generó otro problema, el área de control de calidad no se daba abasto de analizar todas las muestras recibidas día a día, generando un cuello de botella entre control de calidad y planta producción.

Y es así donde surge la necesidad de implementar y automatizar el área de control de calidad, empezando por el equipo de cromatografía de gases.

### Ishikawa

Figura N° 20 Ishikawa Causa y Efecto

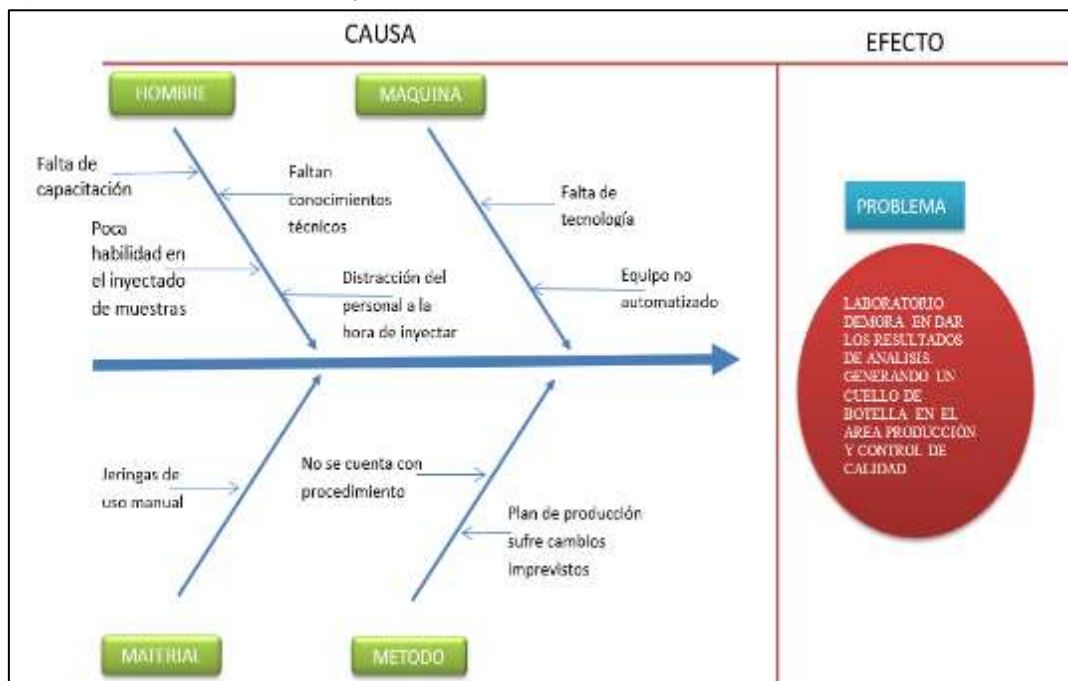
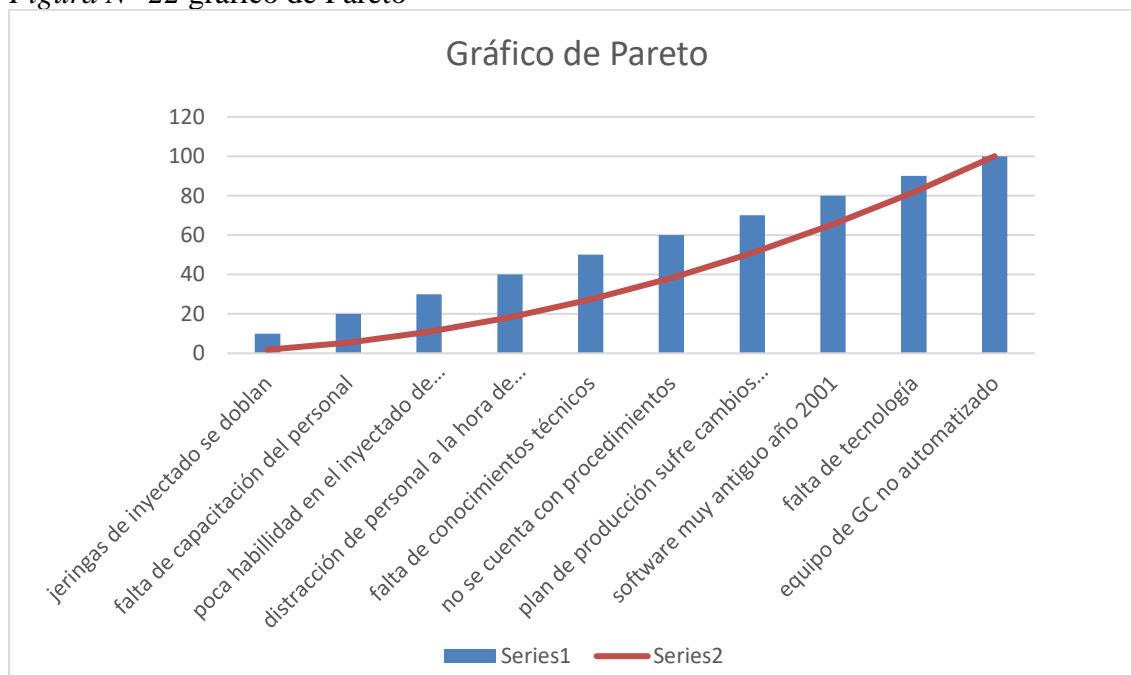


Figura N° 21 frecuencias de productos analizados

CAUSAS	FREC	% FREC	% FREC ACU	LINEA 80
jeringas de inyectado se doblan	10	1.82	1.82	80
falta de capacitación del personal	20	3.64	5.45	80
poca habilidad en el inyectado de muestras	30	5.45	10.91	80
distracción de personal a la hora de inyectar	40	7.27	18.18	80
falta de conocimientos técnicos	50	9.09	27.27	80
no se cuenta con procedimientos	60	10.91	38.18	80
plan de producción sufre cambios imprevistos	70	12.73	50.91	80
software muy antiguo año 2001	80	14.55	65.45	80
falta de tecnología	90	16.36	81.82	80
equipo de GC no automatizado	100	18.18	100.00	80
<b>TOTAL</b>	<b>550</b>			

Figura N° 22 gráfico de Pareto



Se determinó el problema que el laboratorio demora en dar los resultados de análisis, generando un cuello de botella en el área de producción y control de calidad.

Con la ayuda de Ishikawa y Pareto se va a modernizar el laboratorio con la compra de un nuevo software y un autosampler, automatizando el área de control de calidad.



Figura N° 23 Diagrama de análisis de proceso DAP

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO - DAP- FARMAGRIO S.A ACTUAL								
OBJETIVO		ACTIVIDAD	SIMBOLO	TOTAL				
Calculo de tiempo del proceso de analisis de ingrediente activo de los productos formulados en farmagro s.a		OPERACIÓN	○	80				
		TRANSPORTE	⇒	0				
ACTIVIDAD		ESPERA	D	16				
Proceso de calidad de los productos formulados en Farmagro s.a		INSPECCIONAR	□	16				
		ALMACENAR	▽	0				
Tiempo (minutos)		239.50	Actividades				112	
Pos	Actividad	Tiempo Analisis (mn)	○	⇒	D	□	▽	Observacion
1	Recepcion de Muestra	1.00	●					
2	prearcion de muestra 01	4.00	●					
3	ingreso de datos al cromatografo	1.00	●					
4	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50	●					
5	analisis de muestra 01( corrida)	7.00	●					
6	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	0.50	●					
7	Analisis de resultado	0.50						
8	Recepcion de Muestra	1.00	●					
9	prearcion de muestra 01	4.00	●					
10	ingreso de datos al cromatografo	1.00	●					
11	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50	●					
12	analisis de muestra 01( corrida)	7.00	●					
13	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00	●					
14	Analisis de resultado	0.50						
15	Recepcion de Muestra	1.00	●					
16	prearcion de muestra 01	4.00	●					
17	ingreso de datos al cromatografo	1.00	●					
18	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50	●					
19	analisis de muestra 01( corrida)	7.00	●					
20	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00	●					
21	Analisis de resultado	0.50						
22	Recepcion de Muestra	1.00	●					
23	prearcion de muestra 01	4.00	●					
24	ingreso de datos al cromatografo	1.00	●					
25	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50	●					
26	analisis de muestra 01( corrida)	7.00	●					
27	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00	●					
28	Analisis de resultado	0.50						
29	Recepcion de Muestra	1.00	●					
30	prearcion de muestra 01	4.00	●					
31	ingreso de datos al cromatografo	1.00	●					
32	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50	●					
33	analisis de muestra 01( corrida)	7.00	●					

34	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
35	Analisis de resultado	0.50							
36	Recepcion de Muestra	1.00							
37	prearcion de muestra 01	4.00							
38	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
39	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
40	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
41	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
42	Analisis de resultado	0.50							
43	Recepcion de Muestra	1.00							
44	prearcion de muestra 01	4.00							
45	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
46	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
47	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
48	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
49	Analisis de resultado	0.50							
50	Recepcion de Muestra	1.00							
51	prearcion de muestra 01	4.00							
52	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
53	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
54	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
55	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
56	Analisis de resultado	0.50							
57	Recepcion de Muestra	1.00							
58	prearcion de muestra 01	4.00							
59	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
60	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
61	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
62	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
63	Analisis de resultado	0.50							
64	Recepcion de Muestra	1.00							
65	prearcion de muestra 01	4.00							
66	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
67	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
68	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
69	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
70	Analisis de resultado	0.50							
71	Recepcion de Muestra	1.00							
72	prearcion de muestra 01	4.00							
73	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
74	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
75	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
76	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
77	Analisis de resultado	0.50							
78	Recepcion de Muestra	1.00							
79	prearcion de muestra 01	4.00							
80	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
81	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							

82	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
83	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
84	Analisis de resultado	0.50							
85	Recepcion de Muestra	1.00							
86	prearcion de muestra 01	4.00							
87	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
88	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
89	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
90	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
91	Analisis de resultado	0.50							
92	Recepcion de Muestra	1.00							
93	prearcion de muestra 01	4.00							
94	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
95	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
96	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
97	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
98	Analisis de resultado	0.50							
99	Recepcion de Muestra	1.00							
100	prearcion de muestra 01	4.00							
101	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
102	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
103	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
104	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
105	Analisis de resultado	0.50							
106	Recepcion de Muestra	1.00							
107	prearcion de muestra 01	4.00							
108	ingreso de datos al cromatografo	1.00							
109	Inyeccion de muestra de forma manual	0.50							
110	analisis de muestra 01( corrida)	7.00							
111	Ingreso de datos para impresion (obtencion de resultados)	1.00							
112	Analisis de resultado	0.50							

Tabla N° 2 Nuevos Indicadores

SE ESTABLECIERON NUEVOS INDICADORES	
1	Cumplimiento de verificación de proveedores
2	Cumplimiento de verificación de planta
3	Rechazo externo
4	Fórmulas nuevas
5	Materiales e insumos nuevos
6	Fórmulas optimizadas
7	Cantidad de No conforme

Fuente: Farmagro

### 3.4.2. Implementación

#### ➤ Criterios De Selección

Establecer las características del nuevo equipo a utilizar para realizar el análisis de ingredientes activos

El nuevo equipo a utilizar para realizar el análisis de ingredientes activos por política de la empresa debió ser adquirido al Grupo Tecnológico SAC el cual nos hizo la propuesta final. Y por tener una de las marcas reconocidas a nivel de laboratorios como es Agilent Technologies

El autosampler es un equipo de alta velocidad, sensibilidad y de una selectividad sin comparación, capaz de obtener resultados cualitativos y cuantitativos en simultáneo, actualiza los tiempos de retención tanto en los métodos de recolección como en los de procesamientos de datos, sin alterar o modificar las condiciones Cromatográficas, simplificando la necesidad de múltiples inyecciones de estándares.


#### ➤ Características Del Autosampler

- Productividad Inteligente
- Operación Inteligente
- Desempeño Inteligente
- Múltiples compuestos en una misma secuencia
- Desarrollo de métodos automatizados
- Maximiza la sensibilidad
- Evita la pérdida de compuestos
- Identificación y Cuantificación Simultánea
- Automatización total

#### ➤ Plan De Producción Planificado Por Semana

Plan de producción planificado semanalmente es un documento donde se detalla con exactitud las formulaciones y cantidades que Producción tiene que hacer y cumplir con lo solicitado por el área de planeamiento y control.

Figura N° 24 Plan de producción planificado por semana

PROGRAMA SEMANAL						
			DEL 14 AL 21 - 05 - 2018			
LUNES 14	MARTES 15	MIÉRCOLES 16	JUEVES 17	VIERNES 18	SABADO 19	LUNES 21
TIFON 2272 X 500 ML	DELTAPLUS 1723 X 1 L	BIOCCINN 1200 X 1 L	EXTARA 1000 X 1L	TIFON 480 LIQUIDO 4992 X 1 LITRO		VITAL W 2000 L A GRANEL
EXTRATHIÓN 1074 X 1 L		MARSHALL 1000 X 1 L	ECOGEN 500 X 1 L			
			CIPERPRO 800 X 1 L			
TIFON 2.5% PS 20000 X 1 KG				TIFON 2.5% PS20000 X 1 KG		ZIFERMAN 2000 L GRANEL
ALGER 600 X 1 L	MICROMIX 2000 X 200 G	GRANOLATE 4000 X 10 KG				FRUTIMAX 1500 X 1 KG
SHACE 1000 X 100 G						DESTRUCTOR 400 X 5 L
CHEM RICE CE 1305 X 4 L + 4000 X 1 L + 5 X 208 LITROS					FARMATHE 500 X 1 KG	NITROMAX 500 X 1 KG
KASUMIN CS 2000 X 1 LITRO	HUMIFARM 30 X 20 L	FURADAN 5% G 10200 X 1 KG				MULTIFRUT 80 X 25 KG
FURADAN 4F 5000 X 1 LITRO				FURADAN 4F 5000 X 250 ML		FRUTIMAX 1000 X 1 KG
RAPIBROT 2000 X 4 LITROS						RAPIBROT 2000 X 1 L
ULTRAPEGASOL 1000 X 1 LITRO	BEST WATER 4000 L A GRANEL			REACONDICIONADOS		
KASUMIN CS 2000 L A GRANEL	BIOGYZ 1000 L	FOLIX CALTRAT 3000 LITROS A GRANEL				OUT DUST 1000 L

Fuente: Farmagro

### ➤ Formatos de métodos de análisis

Formatos de los métodos de cada producto que va a analizar el autosampler son documentos donde se detalla la secuencia de la corrida, tiempos de retención, temperatura, área, pesos de la muestra que se va a analizar y reflejados en el computador del cromatógrafo de gases.

Figura N° 25 Método Clorpirifos

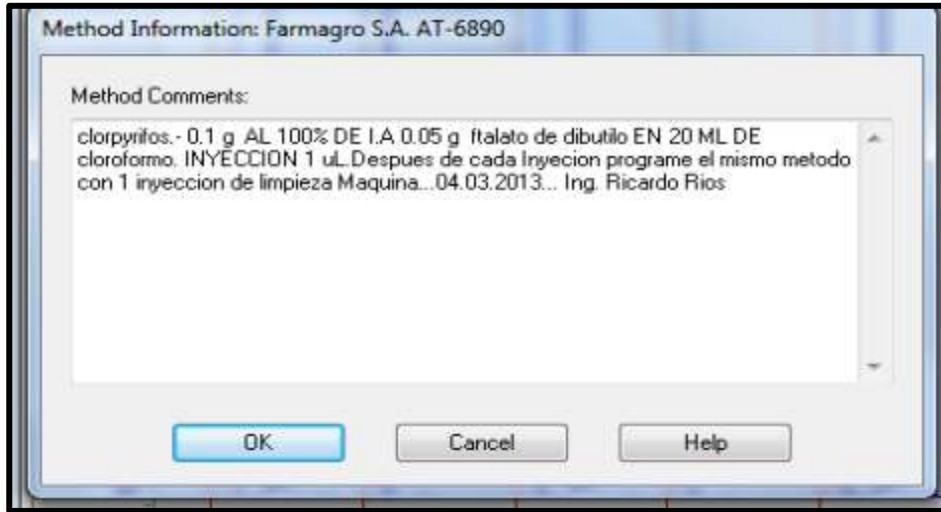


Figura N° 196 Método Clorpirifos 2

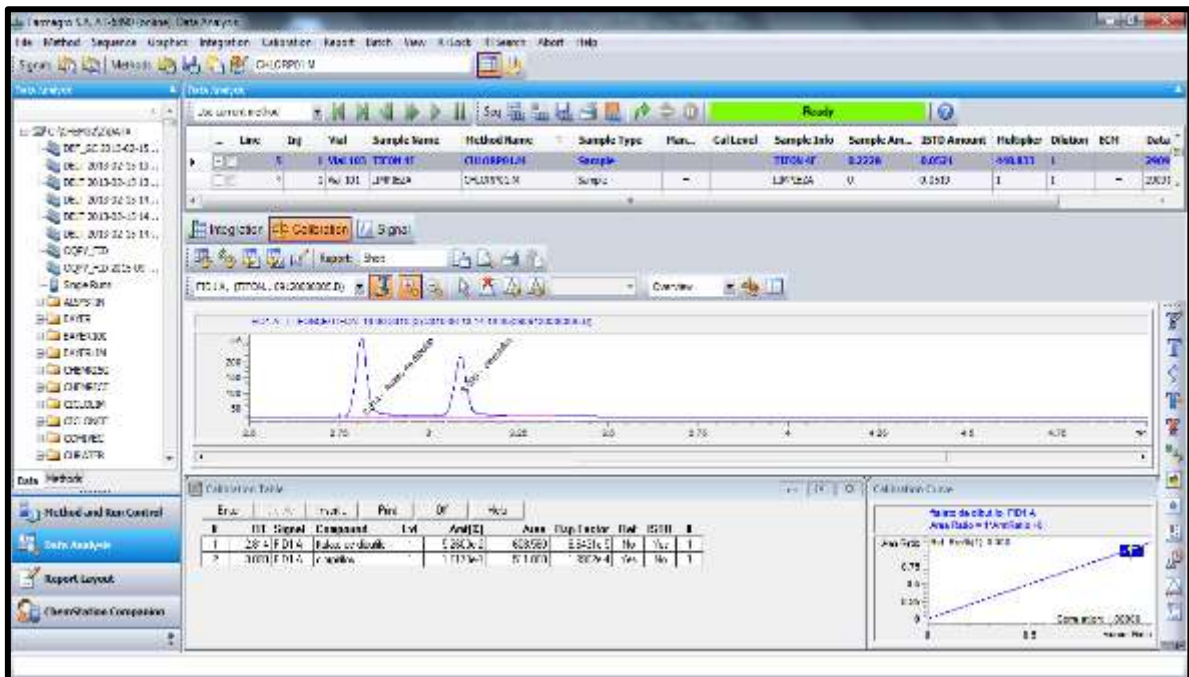


Figura N° 27 Data Analysis – Calibration

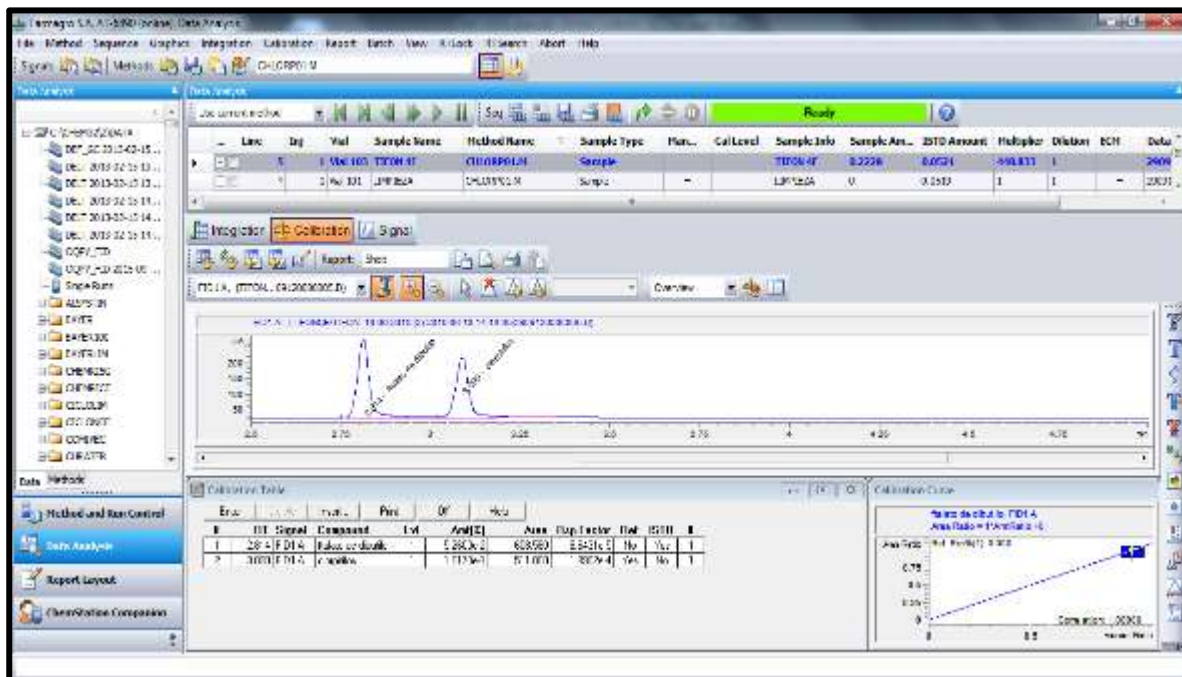
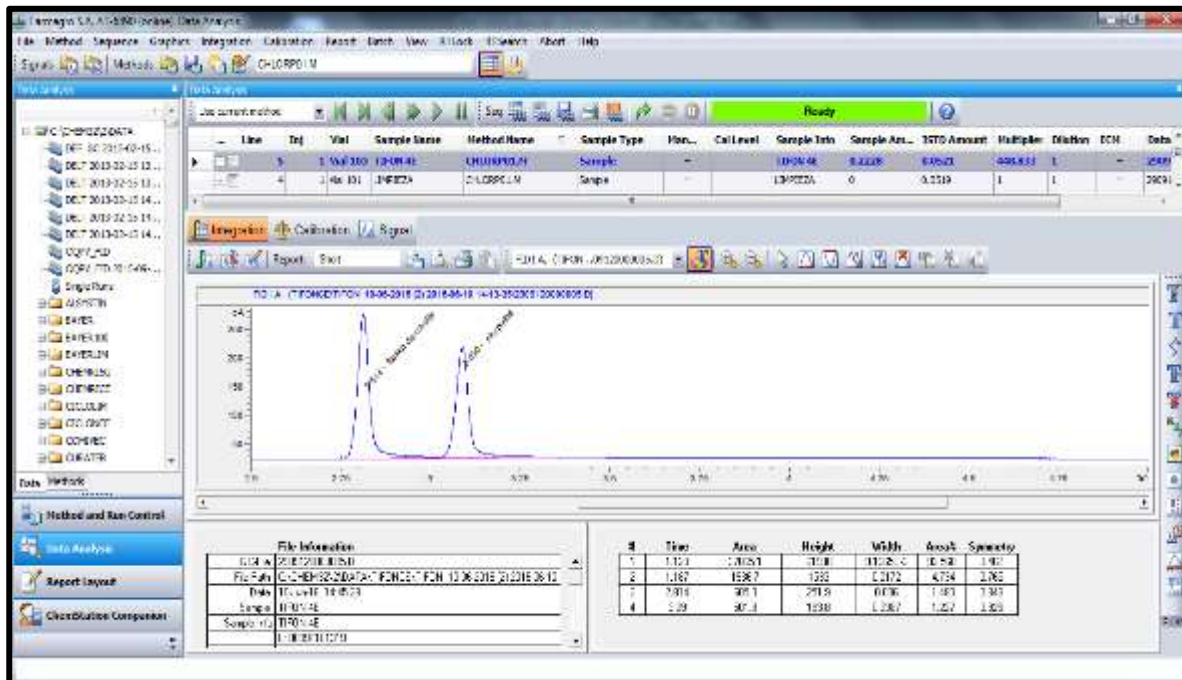


Figura N° 28 Data Analysis – Integration: Primer Botón



Continúa...

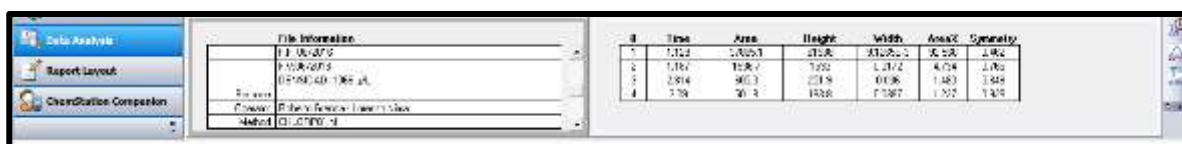
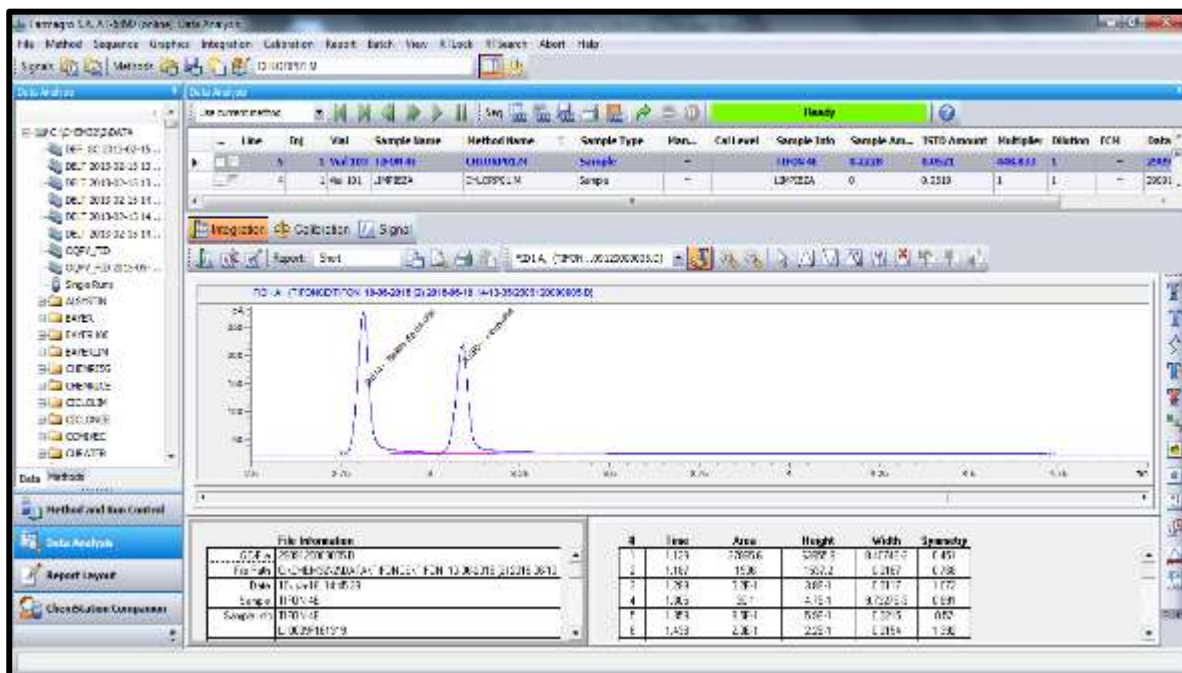


Figura N° 29 Data Analysis – Integration: Segundo Botón



Continúa...

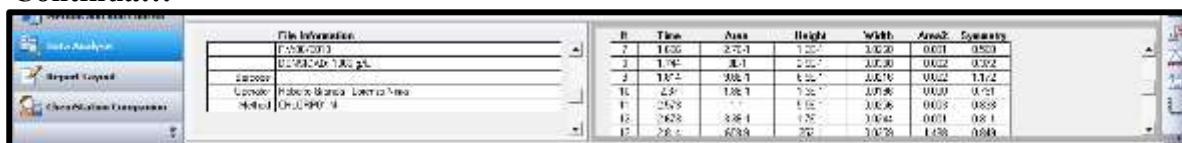
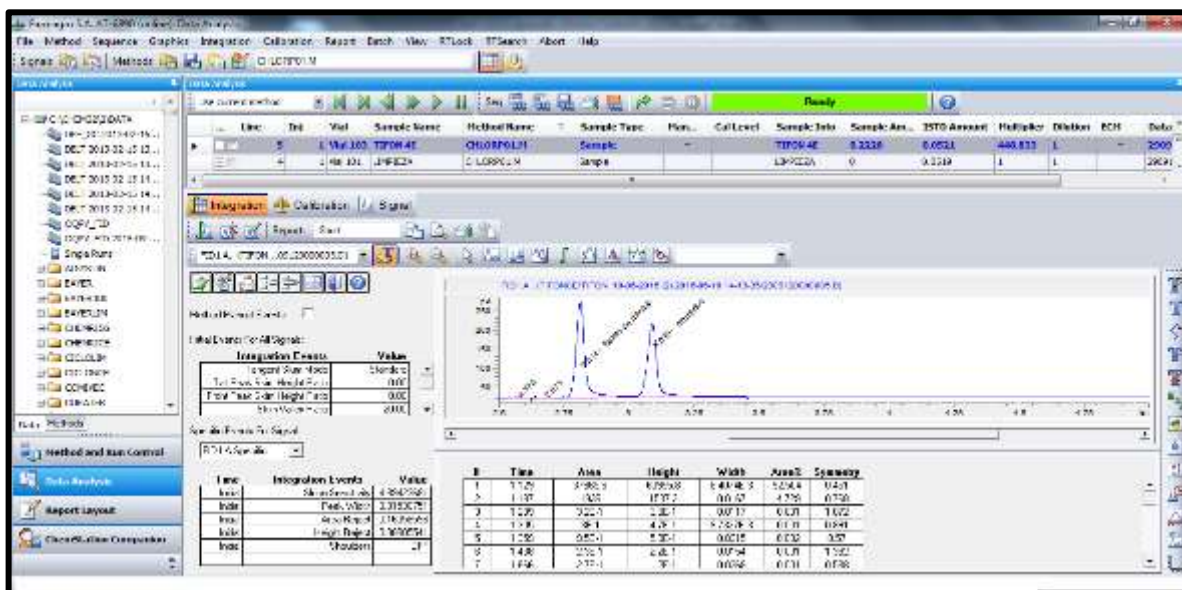


Figura N° 30 Data Analysis – Integration: Tercer Botón





Continúa...

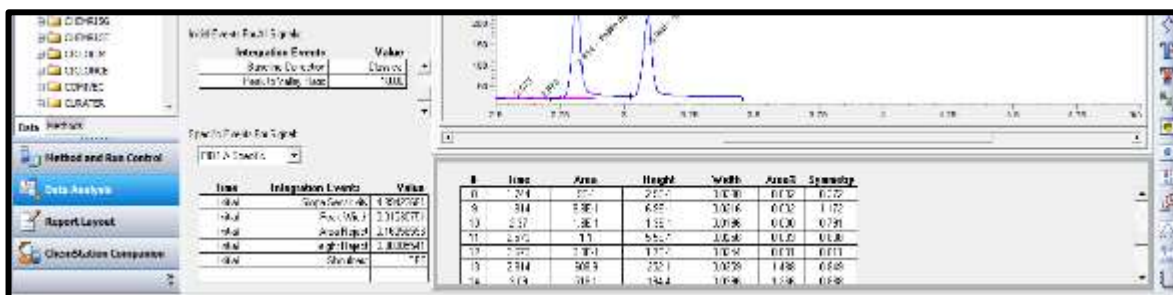


Figura N° 31 Método Dimetoato

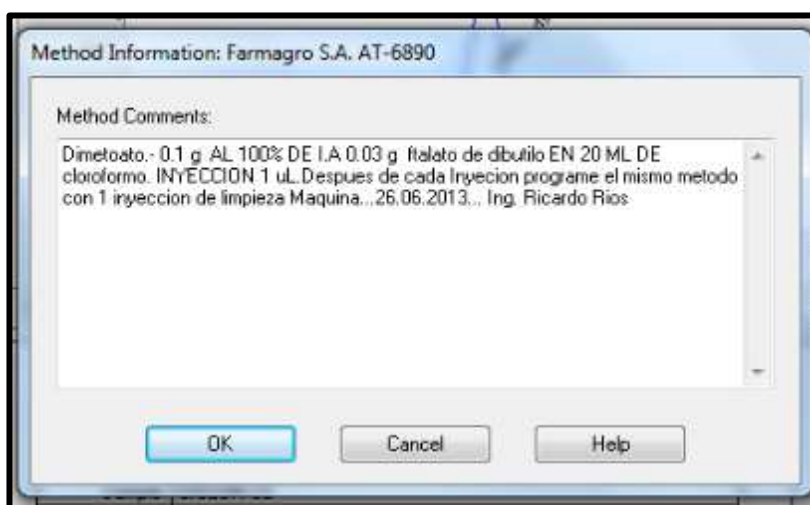


Figura N° 32 Data Analysis - Calibration

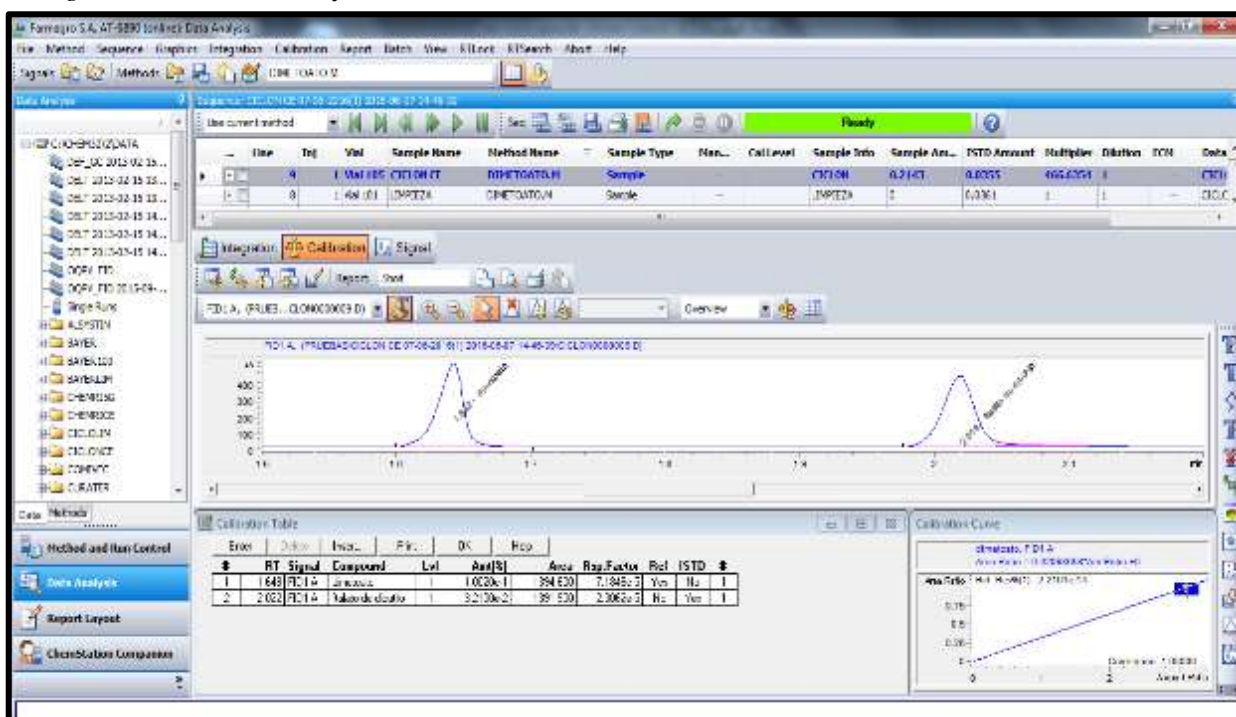
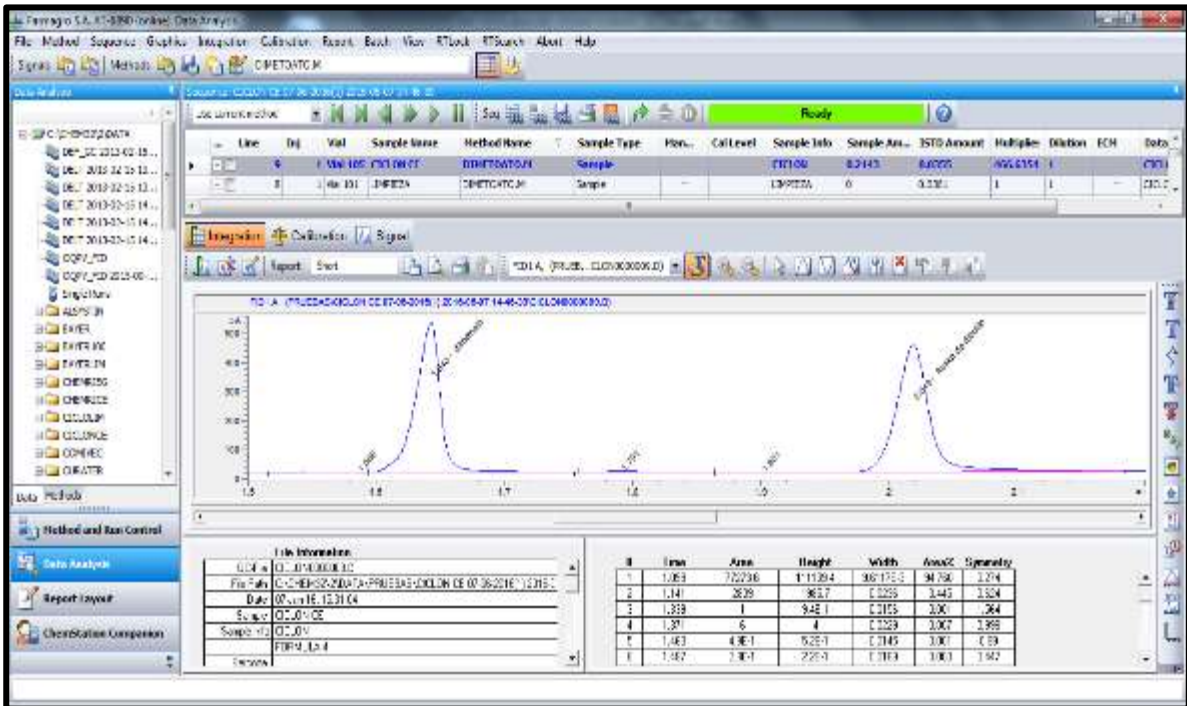


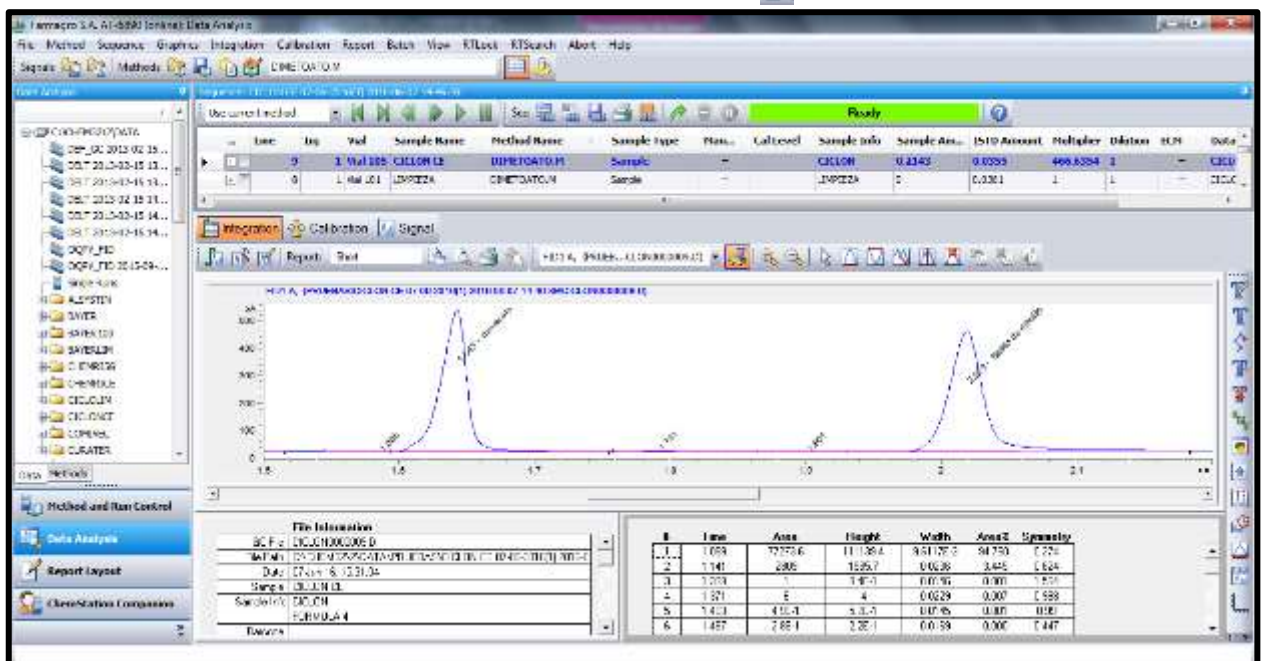
Figura N° 33 Data Analysis – Integration: Primer Botón



Continua...



Figura N° 204 Data Analysis – Integration: Segundo Botón



Continúa...

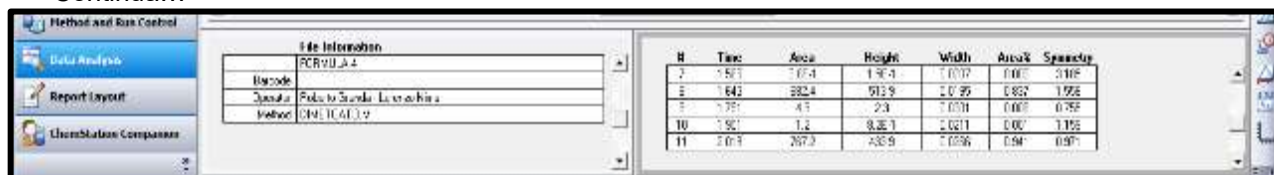
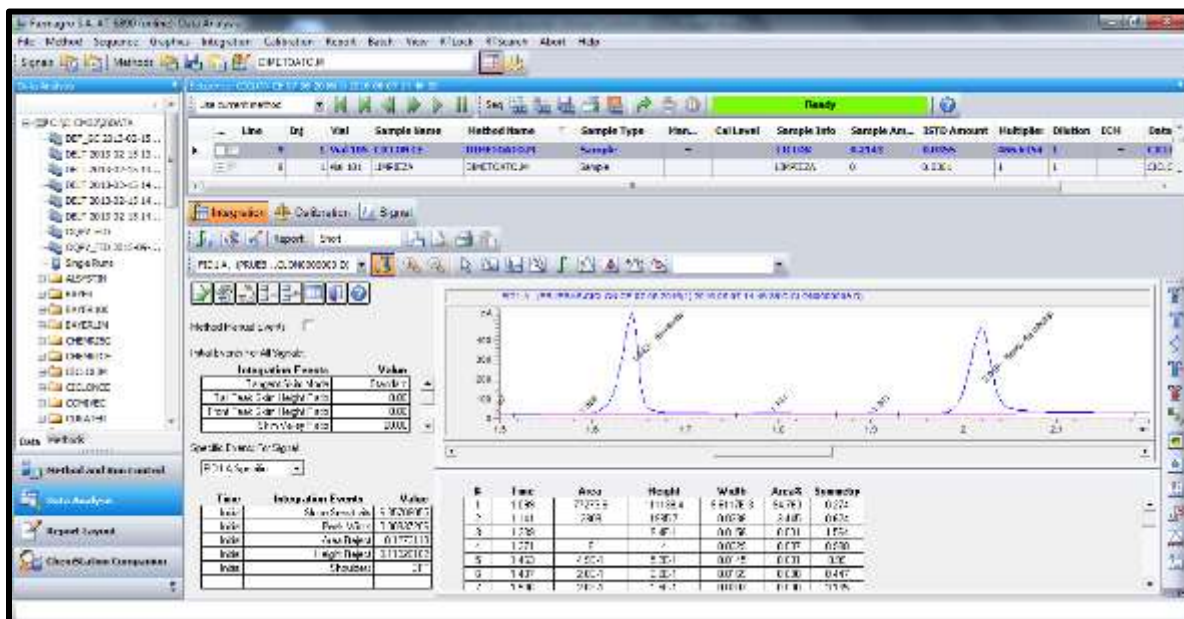


Figura N° 35 Data Analysis – Integration: Tercer Botón



Continúa...

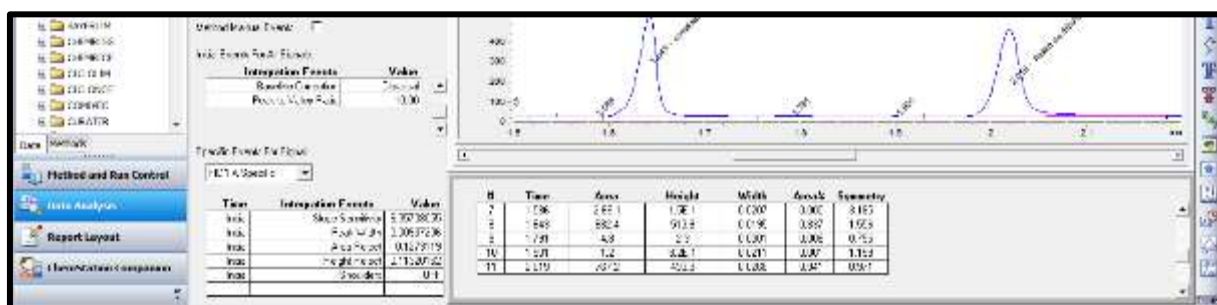



Figura N° 36 Procedimiento de Control de Calidad

FARMAGRO: 	PROCEDIMIENTO	Código	SGI/P/CDC
	CONTROL DE CALIDAD	Revisión Página	01 10/15

**8.3.- Control de Calidad de Productos Formulados Farmagro**

- **Recepción de Orden de Trabajo y Muestra**
  - El operario de Producción entrega una contra muestra del producto formulado al área de control de calidad junto con la orden de trabajo.
  - Control de calidad, verifica que lo descrito en la contra muestra (Nombre del producto, lote, fecha de fabricación y vencimiento) coincida con lo descrito en la orden de trabajo. En caso, haya alguna observación, se rechaza la muestra hasta la corrección.
  
- **Análisis Físico-químicos al Producto Formulado**
  - **Formulaciones líquidas**
    - Control de calidad, realiza los análisis respectivos según los Métodos de Control de Calidad.
    - Los resultados de los análisis serán conformes, siempre y cuando se encuentren dentro de los rangos descritos en las registros de especificaciones técnicas de productos formulados.
    - Una vez aprobado el producto, se escribirá en la orden de trabajo lo siguiente:
      - ✓ Muestra recibida
      - ✓ Fecha de recepción
      - ✓ Firma del responsable de Control de Calidad que realiza la revisión
      - ✓ Resultado de la densidad
    - Si los resultados del análisis son conformes, se entrega la orden de trabajo, con los datos ya descritos, al operario de producción. Caso contrario, se le indica las medidas que debe tomar para la corrección y se le solicita otra muestra. A su vez, se le informa al Jefe – Coordinador y/o Supervisor de Producción vía telefónica lo indicado al operario.
  - **Formulaciones sólidas**
    - Producción almacena muestras de cada carga de lote de producción.
    - Control de calidad, recoge las muestras y describe en la orden de trabajo la cantidad de muestras recepcionadas por turno.
    - Control de calidad, analizará una determinada cantidad de las cargas recepcionadas por producción, según la tabla military standar, usando los Métodos de Control de Calidad. Para ello se usará el nivel S3.


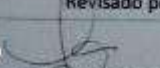
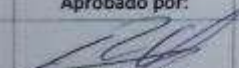

Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:
			18/01/2018
REDMLNOTE 9 AI QUAD CAMERA	Representante de la Alta Dirección	Alta Dirección	

Figura N° 37 Procedimiento Farmagro

	<b>PROCEDIMIENTO</b>	Código	SGI/P/CDC
	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	Revisión	01
		Página	11/15

- Los resultados de los análisis serán conformes, siempre y cuando se encuentren dentro de los rangos descritos en los registros de Especificaciones Técnicas de Productos Formulados. En caso hubiera alguna observación con la carga analizada, se analiza por segunda vez dicha carga. Si el problema persiste, se informa al área de producción para el reproceso de la carga. Adicional a ello se analiza todas las cargas, para corroborar la concentración de ingrediente activo en todo el lote. De encontrarse alguna carga que no cumpla con su especificación respectiva, deberá ser reformulada.

- **Orden y Limpieza de Material Utilizado**  
Ver Instructivo: Limpieza de material de Laboratorio SGI-I-LML y aplicar según corresponda.
- **Almacenamiento de Contra Muestra**
  - Todas las muestras de producción, serán almacenadas como contra muestra de laboratorio.
  - El empaque descrito, se coloca en caja de contramuestras. Luego de que esta se encuentre completa, se realiza un listado de las mismas en el cuaderno de control de contramuestras.
  - Se identifica el número de caja, con fecha en la que se realiza el listado y el número correlativo de caja, se sella y se procede a guardar en almacén de contra muestras.

**8.4.- Control de Calidad del Proceso de Envasado en Farmagro**

- **Verificación de Orden de Producción - Vale de Consumo – Producto a Granel- Impresión de Lote en Etiqueta y/o Bolsa**
  - Personal de control de calidad se dirige a la línea de producción para revisión y solicita la orden de producción que se está trabajando, junto al vale de consumo.
  - A su vez, verifica que el lote, fecha de fabricación y vencimiento sean iguales tanto en el vale de consumo, producto a granel, orden de producción y en la impresión de lote de la etiqueta y/o bolsa, según sea el caso. En caso no coincida alguno de los datos, el responsable de control de calidad, deberá detener el trasvasado, e informar a las

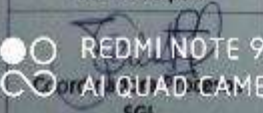
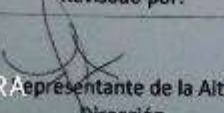
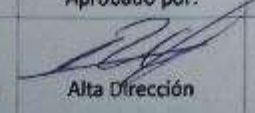
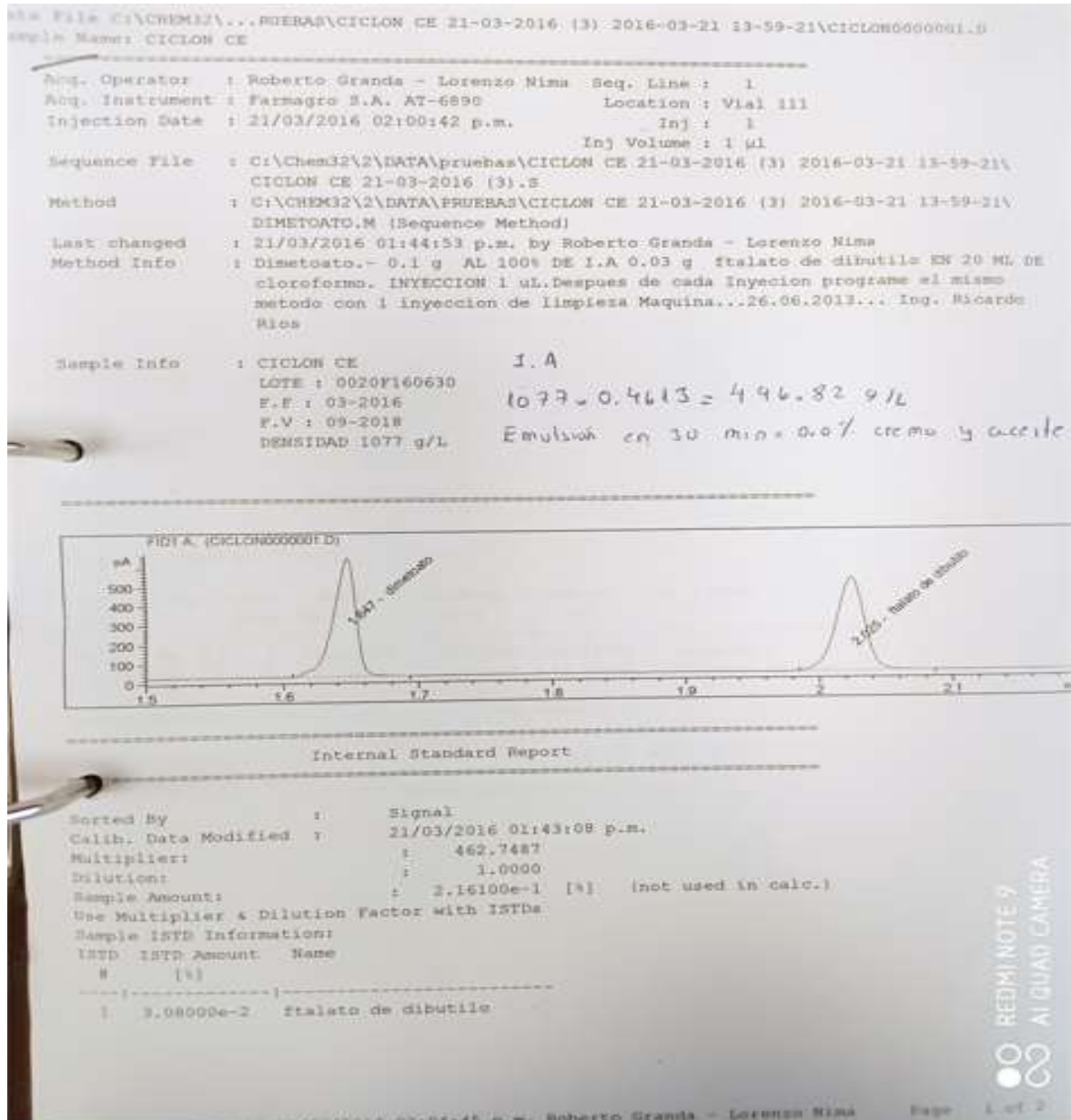
Generado por:  REDMI NOTE 9 CORAL QUAD CAMERA SGI	Revisado por:  Representante de la Alta Dirección	Aprobado por:  Alta Dirección	Fecha: 18/01/2018
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------

Figura N° 38 Reporte de Cromatograma.



Fuente: Farmagro.

Figura N° 39 Autosampler - Porta Viales

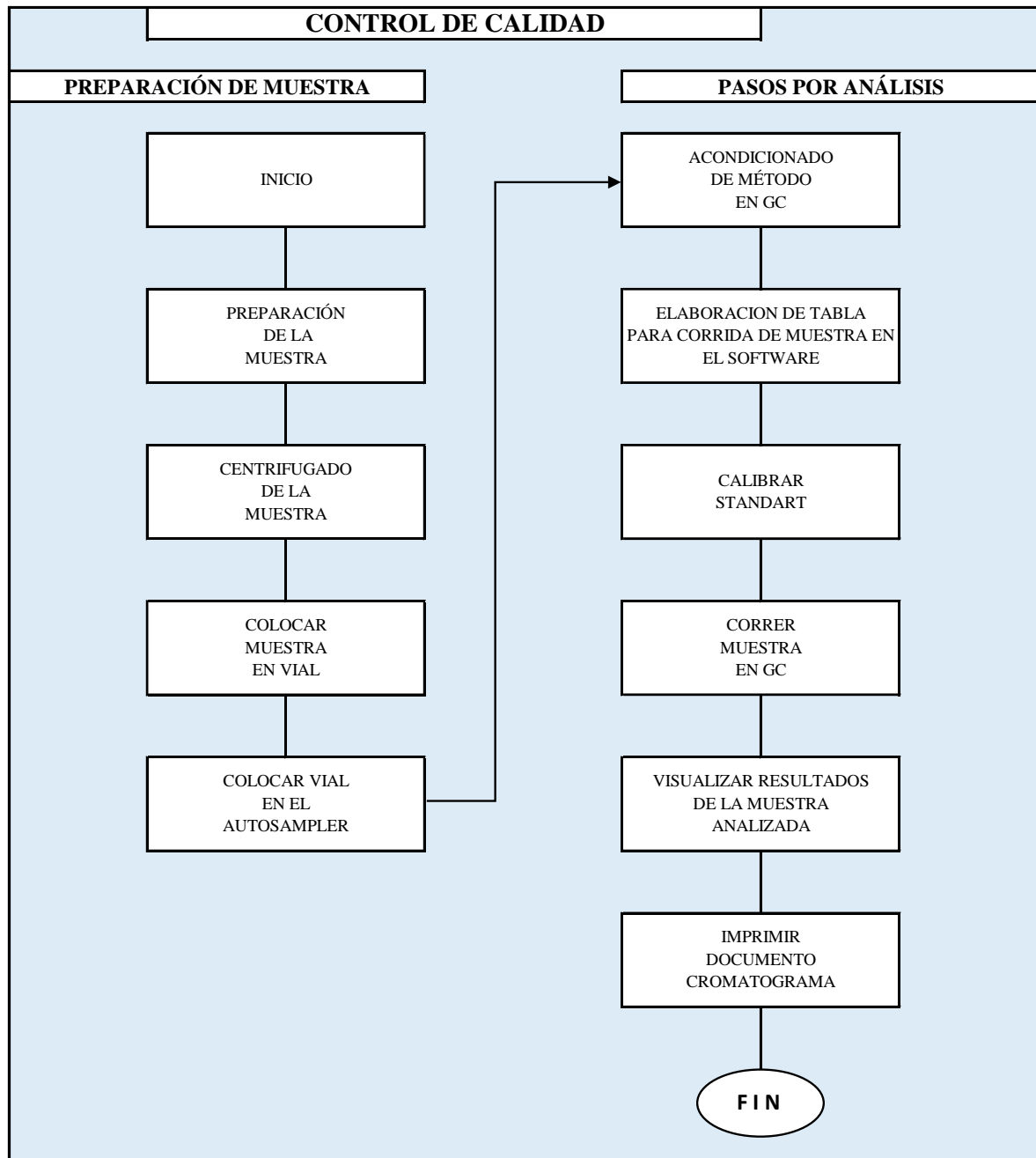


Fuente *Farmagro*.

Se recibe la muestras que trae el colaborador de planta, de la muestras se extrae una pequeña porción de acuerdo a lo que indica el método de análisis del producto que se va a analizar y se hace el pesaje para hacer la combinación con los reactivos que necesita cada muestra para su análisis, pasando por un centrifugado, luego por un filtrado, después de esto se procede al llenado de los viales, tapado hermético y se colocan en el porta viales del autosampler, luego se procede con el acondicionado del método (aquí se ponen el tiempo de corrida, temperatura, peso de la muestra multiplicada por el factor que indica cada método), se elabora una tabla donde se le indica la secuencia a seguir quedando listo para la corrida, pero antes de ello se hace una calibración al estándar analítico que es una especie de testigo químico (es para comparar resultados) y se da por iniciada la corrida de análisis de las 16 muestras.

## Diagrama DAP Proceso actual

Figura N° 40 Diagrama de flujo de Análisis de un Insecticida en la Actualidad





### 3.4.3. Resultados

#### ➤ Determinar los beneficios de la mejora propuesta






Impacto económico

¿Cuáles serán los beneficios de la mejora a proponer?

- Optimización de tiempos
- Muestras analizadas al 100 %
- Calidad de producto garantizada
- No más cuellos de botella entre Planta y Control de Calidad
- Menos gastos en compra de jeringas

En el análisis de resultados se da a conocer los beneficios alcanzados en esta mejora  
Reducir los tiempos de análisis de ingrediente activo de los productos formulados en  
Farmagro SA

Tabla N° 3 Comparación DAP Actual Vs DAP Proyectado

ACTIVIDAD	SIMBOLO	ACTUAL	PROPUESTO	BENEFICIO
OPERACIÓN		80	18	62
TRANSPORTE		0	0	0
ESPERA		16	16	16
INSPECCIONAR		16	1	1
ALMACEN		0	0	0
TOTAL, DE OPERACIONES		112	35	79

En el cuadro comparativo demostramos el total de actividades que se tiene en la actualidad versus el total de actividades que se tendrían utilizando el autosampler donde podemos visualizar la reducción de 112 actividades a 35 actividades propuestas reduciendo en 79 actividades.

Tabla N° 4 *Tiempo actual*

TIEMPO Min	POR ANALISIS Min	POR TOTAL DE ANALISIS Min
ACTUAL	14.97	239.5
PROPUESTO	11.81	189
BENEFICIOS EN TIEMPO min	3.16	50.5

En este cuadro comparativo se demuestra el tiempo actual que demanda realizar los análisis versus el tiempo de análisis proyectado, pasando de 14.97 minutos a 11.81 minutos teniendo un beneficio en reducción de tiempo de 3.16 min por análisis.

Reducir costos en los análisis de ingrediente activo de los productos formulados en Farmagro S.A

Tabla N° 5 *Comparación de beneficios económicos actual versus proyectado*

Gasto actual por análisis en soles		Gasto proyectado por análisis en soles	
Mano de obra por muestra	S/ 2.16	Mano de obra por muestra	S/ 1.70
gasto por muestra	S/ 7.21	gasto por muestra	S/ 4.99
costo maquina por análisis	S/ 3.42	costo maquina por análisis	S/ 2.70
		Costo por autosampler	S/ 0.07
total costo por análisis	S/ 12.79		S/ 9.61

En esta tabla se demuestra los beneficios económicos que se tendrían entre el análisis actual versus el análisis con autosampler pasando de S/12.79 a S/9.61 teniendo un ahorro de S/3.18 por análisis.

Tabla N° 6 *Comparación económica analizando 1057 muestras de insecticidas formuladas*

Costo actual de análisis en soles	Costo proyectado de análisis en soles	Ahorro
costo de análisis por 1057 muestras	costo de análisis por 1057 muestras	
S/ 13,516	S/ 10,155	S/ 3361

En esta tabla se demuestra cuánto costaría el análisis de 1057 las cuales se analizan en la actualidad versus el análisis utilizando autosampler pasando S/13 516 a S/ 10 155 teniendo un ahorro de S/3 361. Esto sería sin llegar al análisis del 100% de la muestra.

Tabla N° 7 *Comparación de análisis de 7044 muestras de insecticidas al año*

Costo actual de análisis en soles		Costo proyectado de análisis en soles		Ahorro
costo de análisis por 7044 muestras	S/ 90 076	costo de análisis por 7044 muestras	S/ 67671	S/22405

En esta tabla podemos visualizar los ahorros que se tendrían al analizar las 7044 muestras recepcionadas pasando de 90 076 soles a 67 671 soles.

Teniendo un ahorro de análisis de 22 405 soles, pasando a analizar el 100% de las muestras recepcionadas.

Analizar al 100 % los ingredientes activos de los productos formulados en Farmagro SA. Para analizar el 100% los ingredientes activos de las muestras se elabora un cuadro comparativo, tomando con referencia el diagrama de análisis de procesos DAP el cual nos ayuda a determinar la reducción de tiempos de análisis por muestras.

Tabla N°07

Análisis al 100% de Muestras recepcionadas

	Tiempo de análisis por muestra minuto	Total de muestras a analizar	Total de tiempos minutos
Actual	14.97	7044	105448.68
Proyectado	11.81	7044	83189.64
Ahorro en tiempo minutos	3.16	7044	22259.04

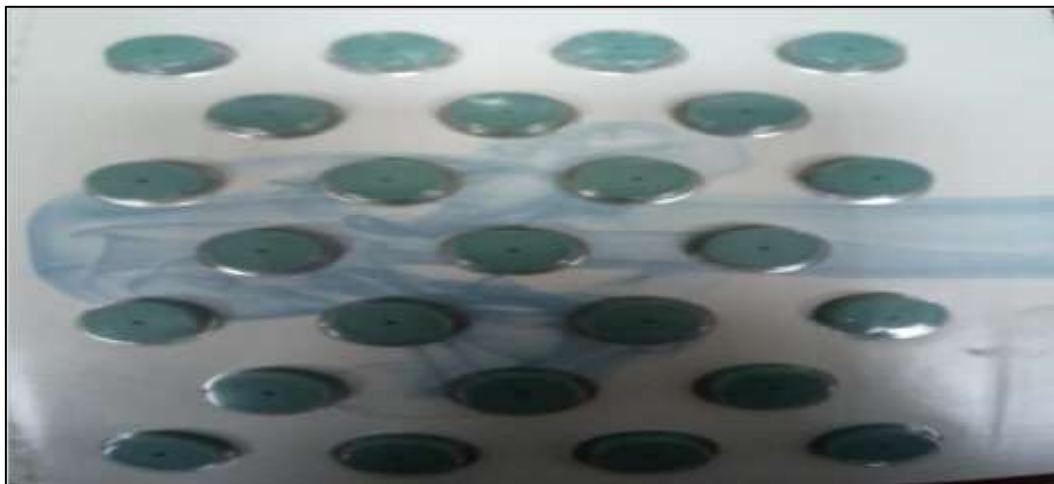
En esta tabla se demuestra la reducción de tiempos con referencia al total de las muestras mencionando que en la actualidad solo se analizan 1057 muestras las cuales representa el 15% de la nuestras recepcionadas, con la utilización de autosampler se reducirán los tiempos de análisis y se espera llegar al 100% de análisis de muestras.

➤ **Indicadores**

Tabla N° 8 *Indicadores*

Medir de manera sostenida la Satisfacción de nuestros clientes						
OBJETIVO ESPECIFICO	INDICADORES	FORMULA	AREA	U/M	RESULTADO 2018	META
Asegurar el control de calidad en la producción	Cumplimiento de Verificación de Proveedores	$(\text{Ingresos por Lote Verificados} / \text{Total de Ingresos por Lote}) \times 100\%$	C.C.	%	97.08 %	>95%
Asegurar el control de calidad en la producción	Cumplimiento de Verificación de Planta	$(\text{Órdenes Verificadas} / \text{Total de Órdenes Programadas}) \times 100\%$	C.C.	%	95.55 %	>95%
Reducir las Devoluciones por calidad de producto	Rechazo Externo	$(\text{Devoluciones en Unidades por Defecto de Calidad} / \text{Total de Unidades Vendidas}) \times 100\%$	C.C.	%	0.01 %	0.05%
Lograr realizar fórmulas nuevas	Fórmulas Nuevas	$(\text{Formulaciones realizadas} / \text{Formulaciones Solicitadas}) \times 100\%$	I & D	%	100 %	>75%
Encontrar reemplazo de materiales e insumos para la producción	Materiales Nuevos	$(\text{Números de Propuestas Evaluadas} / \text{Propuestas Solicitadas}) \times 100\%$	I & D	%	94.78 %	>75%
Optimizar las fórmulas de los productos	Fórmulas Optimizadas	$(\text{Cantidad de Fórmulas Optimizadas} / \text{Total de Fórmulas Solicitadas}) \times 100\%$	I & D	%	100 %	>75%
Reducir la Cantidad de Productos Defectuosos	Cantidad de NO Conforme	$(\text{Cantidad de Producto NO Conforme} / \text{Cantidad Total Fabricada}) \times 100\%$	C.C.	%.	0.01 %	2%

Figura N° 41 Septa de Cromatógrafo

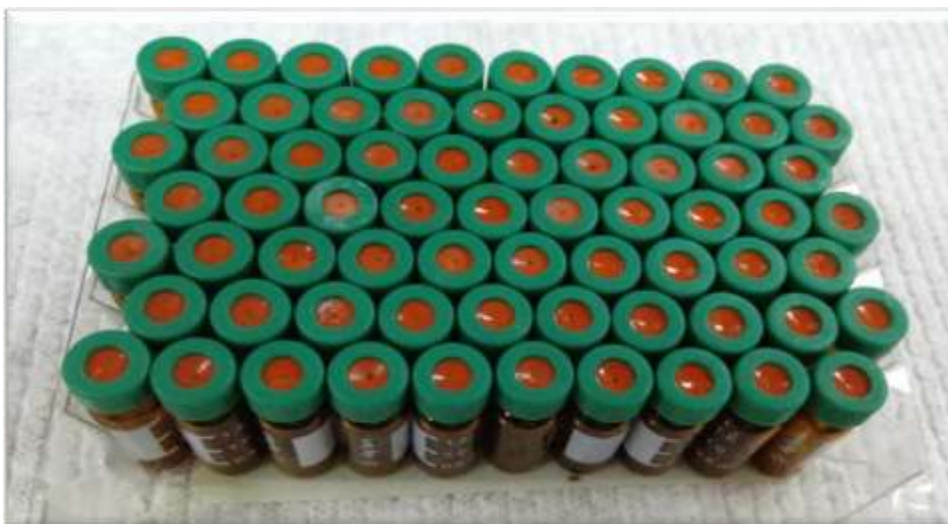


Fuente: *Farmagro*.

La Septa Agilent Microperforada es un sello de jebe resistente al calor, la cual tiene como función de no dejar que haya fuga de la muestra, actúa como un sello.

Artículo que sirve para hermetizar la muestra a la hora de inyección se debe cambiar según el uso o en su defecto cada 8 días.

Figura N° 42 Conjunto de Viales.



Fuente: *Farmagro*.

Pequeños frascos que sirven para contener las muestras para el análisis, los que se tienen en la actualidad son de 5 ml.

Figura N° 43 Jeringa para Inyección Manual



Fuente: Farmagro.

Aguja (Jeringa) la cual se utiliza en la actualidad para inyectar muestras de forma manual, es muy frágil, fácilmente se dobla.

Figura N° 44 Jeringas para autosampler



Fuente: Farmagro I

Jeringa para análisis de forma automática utilizando autosampler promedio de vida útil 6 meses, siempre y cuando este bien alineado el punto de inyección.

## CAPÍTULO IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Ante el crecimiento de la producción en Farmagro SA. Surge la necesidad de ver la forma como analizar de una manera más rápida los ingredientes activos de las muestras de los productos que se formulan en Farmagro SA. Y evitar que se genere un cuello de botella entre Producción y Control de Calidad.

Los colaboradores del área de control de calidad como se ha podido constatar en la encuesta respectiva, han manifestado las debilidades en el proceso de análisis de muestras de insecticida, en cromatografía de gases; situación que no permite tener un control eficiente de los resultados de los análisis y también existe desconocimiento técnico de parte de los analistas.

En la empresa moderna muy aparte de su tamaño es importante la existencia de experiencia específica para desempeñarse en las funciones asignadas para cada proceso, porque la ausencia de experiencia provocará deficiencia en la calidad en el desempeño de las funciones asignadas por el empleador.

### 4.2. Conclusiones

Al concluir este trabajo, la investigación se enfoca en dar una mejora de reducción de tiempos, reducción de costos y analizando el 100% de las muestras de todos los productos que se formulan en Farmagro, solamente modernizando al cromatógrafo de gases con un nuevo software y un autosampler automático y es así de esta manera estaríamos cumpliendo con la optimización de análisis de insecticidas y alcanzando nuestros tres objetivos específicos:

Reduciendo los tiempos de análisis de los ingredientes activos de todas las muestras de los productos insecticidas que se formulan en producción Farmagro con método antiguo se necesitaban 239.52 minutos para analizar 16 muestras y ahora con el autosampler automático se emplean solo 188.96 minutos, quiere decir que por cada 16 muestras analizadas hay un ahorro de tiempo de 50.56 minutos, o mejor dicho se ahorra tiempo de 3.16 minutos por pasada en el autosampler.

<b>3.16 minutos x 16 muestras por corrida en el autosampler = 50.56 minutos</b>
---------------------------------------------------------------------------------

Tiempo que el operario emplea en hacer otras actividades en el laboratorio.

Reducción de costos en los análisis, ya no se haría uno por uno, sino que con el equipo autosampler, se haría en serie de 16 muestras por corrida, al año se analizan un promedio de 7044 muestras de forma manual gastándose 90076 soles y con el autosampler automático, analizando la misma cantidad de muestras se gastan 67671 soles, generando un ahorro de 22405 soles/año

Analizar el 100% de todas las muestras que recibe el área de control de calidad y de esta manera Farmagro SA estaría asegurando los porcentajes de ingredientes activos, que contienen sus productos, según indicaciones en sus etiquetas, con el método de forma manual solo se analizaba un 15% de las muestras recepcionadas, pero hoy en día se analizan todas las muestras en su totalidad al 100 %

De esta manera se obtendrá resultados positivos, garantizando la calidad y la eficacia de la propuesta, cuya finalidad es alcanzar la optimización en los resultados y así de esta manera la empresa cumplirá sus objetivos y mejorando la calidad de sus productos, minimizando los tiempos y sobre todo reduciendo los costos y disponibilidad de mano de obra porque el técnico que opera el equipo va a tener mayor tiempo para que haga otras actividades propias del laboratorio, sin descuidar el proceso de análisis de todas las muestras que llegan de producción al área de control de calidad y es más está la posibilidad de dar servicio de análisis a otras empresas del rubro, que no cuentan con un software y un equipo autosampler.



## REFERENCIAS

Hernández. (2015). Introducción a la Cromatografía de Gases Primera Parte 05 de Agosto del 2015

<https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/2015/08/05/introduccion-a-la-cromatografia-de-gases/>

Martínez Vidal / Garrido Frenich – (2005) Pesticide Protocols

<https://books.google.com.pe/books?isbn=159259929X>

Mendeley. (2017). Homepage | Mendeley. Recuperado 16 de mayo de 2017, a partir de <https://www.mendeley.com/>

Zotero. (2017). es:quick\_start\_guide [Zotero Documentation]. Recuperado 16 de mayo de 2017, a partir de <https://www.zotero.org/support/es/Quick%20Start%20Guide>

Editorial: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)

URI: <http://hdl.handle.net/10757/621861>

## ANEXOS

### Anexo N. °1 Consumibles del Cromatógrafo.



*Fuente: Farmagro.*

### Anexo N. ° 2 Columna de Cromatógrafo.



*Fuente: Farmagro.*

*Anexo N° 03 Técnicas de Separación*

TECNICAS CLASICAS DE SEPARACIÓN ENTRE DOS FASES	
TECNICA	FASES EMPLEADAS
Precipitación	Líquido / Sólido
Extracción	Líquido / líquido
Intercambio iónico	Líquido / sólido
Destilación	Líquido / vapor

Fuente: *Farmagro*.