

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Ingeniería Industrial

Plan de mejora de la productividad de la planta
GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., en el
segundo semestre del 2018.

**Proyecto de graduación para optar por la
licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Sustentante: Diego Alexander Salas Madriz

Tutor: Ing. Franklin Carvajal Cordero

Atenas, diciembre, 2018.



**Fórmula de Aprobación de Tutor para
Ejecución del Requisito de Graduación**

Fecha: 06 de junio del 2018.

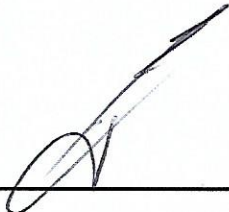
Carrera: Ingeniería Industrial.

Nombre del estudiante: Diego Alexander Salas Madriz.

Tutor Propuesto: Ing. Franklin Carvajal Cordero.

Aprobado: X

Reprobado:

Firma del Director(a): _____ 

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Diego Alexander Salas Madriz, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número: 1-1372-0148 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciado en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Plan de mejora de la productividad de la planta GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., en el segundo semestre del 2018, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los seis días del mes de junio del año dos mil dieciocho.



Firma del estudiante

Cédula 1-1372-0148.

ACTA DE APROBACIÓN

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 22 enero 2019

Señores

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Diego Alexander Salas Madriz, cédula de identidad número 1-1372-0148, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de Investigación denominado "Plan de mejora de la productividad de la planta GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., en el segundo semestre del 2018", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a	Originalidad del tema	10%	10%
b	Cumplimiento de entrega de avances	20%	18%
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados	30%	30%
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones	20%	20%
e	Calidad detalle del Marco Teórico	20%	20%
	TOTAL		98%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



MPIO. Franklin Carvajal Cordero, Ing.

Cédula Identidad: 7-0143-0830

San José, 7 de marzo de 2019.

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante **DIEGO ALEXANDER SALAS MADRIZ**, cédula de identidad **113720148**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **Plan de mejora de la productividad de la planta GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., en el segundo semestre del 2018**, el cual ha elaborado para optar por el grado de **Licenciatura** en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,

Ing. Diana Córdoba Pérez, M.Sc, M.Ed

Cédula: 1-1238-122

Carta de aprobación filológica

San José, 29 de marzo de 2019

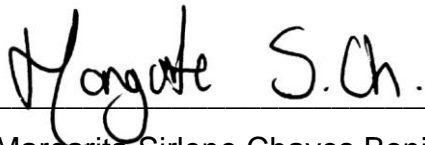
Señores
Departamento de registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios de la tesis titulada **“Plan de mejora de la productividad de la planta GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., en el segundo semestre del 2018”**, presentada por el estudiante Diego Alexander Salas Madriz, para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Con las correcciones realizadas en este trabajo de investigación, este es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentada ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,



Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula # 2 0717 0620

Carné afiliado # 83791 “COLYPRO”

Dedicatoria

Este esfuerzo se lo dedico primeramente a Dios, por darme la fuerza cada día para salir adelante y luchar por mis sueños. A mi familia quienes me han apoyado a lo largo de mi vida, en toda circunstancia han estado a mi lado y aconsejándome siempre atentos a mis preocupaciones. A mis amigos por ser ese ánimo adicional cuando más los necesito y, por supuesto, a los profesores quienes me han guiado por este camino de aprendizaje y crecimiento constante.

Diego Alexander Salas Madriz

Agradecimientos

De la misma manera, quiero agradecer primeramente a Dios, por su bendición al permitirme crecer profesional y laboralmente. Agradezco también a mi familia por darme el impulso de estudiar, fomentar en nuestro hogar el amor y el esfuerzo constante.

También, un agradecimiento especial para la familia Godoy Rodríguez, propietarios de la compañía GRAS, Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., por haber tenido la confianza de desarrollar un proyecto como este en la planta que a través de tantos años han forjado, siempre adelante con mucho esfuerzo y dedicación.

Diego Alexander Salas Madriz

Epígrafes

“El que sigue la justicia y la lealtad halla vida, justicia y honor.”

(Proverbios 21, 21)

“Entiende el don que se te ha dado, lucha por ese don, desarrollado, úsalo, no abuses de él. Así serás esa persona que tanto quieres ser.”

(Denzel Washington)

Índice de títulos

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	15
Sección 1.1 Descripción general del proyecto	15
Sección 1.2 Identificación de la empresa	17
1.2.1 Descripción general de la empresa	17
1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa	21
Sección 1.3 Planteamiento del problema	24
1.3.1 La idea del problema	24
1.3.2 Definición del problema	25
1.3.3. Justificación	25
Sección 1.4 Objetivos del proyecto	26
1.4.1 Objetivo general	26
1.4.2 Objetivos específicos	26
Sección 1.5 Alcances y limitaciones	27
1.5.1 Alcances	27
1.5.2 Limitaciones	29
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	30
Sección 2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera	30
Sección 2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.	37
Sección 2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto.	42
Sección 2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes	44
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	47
Sección 3.1 Metodología para la definición del problema	47
Sección 3.2 Metodología para la medición y el respaldo cualitativo del proyecto	50
Sección 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio	52
Sección 3.4 Metodología para la implementación del proyecto	53
Sección 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados	55
CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	57
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	79
Sección 5.1 Rediseño de línea de producción	80

Sección 5.2 Agilización del proceso de enfriamiento de producto terminado	83
Sección 5.3 Realización de procesos simultáneos	93
Sección 5.4 Implementación de los documentos con las órdenes de producción.	98
Sección 5.5 Nuevo diagrama de flujo.	102
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	104
Sección final del documento	107
Anexos	107
Anexo 1. Manual de procedimientos para elaboración de fertilizantes GRAS	107
Anexo 2. Cotización de ventiladores industriales	116
Anexo 3. Cotización de extractores de aire	117
Anexo 4. Catálogo de principales productos GRAS	118
Bibliografía	123

Índice de figuras

FIGURA 1. PLANTA DE PROCESOS GRAS S.A.....	17
FIGURA 2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL GRAS S.A.	19
FIGURA 3. MARCA NUTRIGRAS.....	20
FIGURA 4. PRODUCTO ENVASADO NUTRIGRAS	22
FIGURA 5. DESCRIPCIÓN DE PROCESO.....	23
FIGURA 6. CICLO DE TRABAJO GRAS S.A.	23
FIGURA 7. UBICACIÓN DE PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	28
FIGURA 8. EXPLICACIÓN DE ANÁLISIS FODA	32
FIGURA 9. DESCRIPCIÓN DE ISHIKAWA.....	33
FIGURA 10. DESCRIPCIÓN DE SEIS SIGMA	34
FIGURA 11. EXPLICACIÓN DE DIAGRAMA DE FLUJO.....	35
FIGURA 12. EJEMPLO DE CURSOGRAMA ANALÍTICO.....	39
FIGURA 13. EJEMPLO DE DIAGRAMA DE PLANTA.....	41
FIGURA 14. ESTRUCTURA DE CARÁCTER INVESTIGATIVO	48
FIGURA 15. ENTREVISTA DE VALOR	49
FIGURA 16. HERRAMIENTA DE PLAN DE ACTIVIDADES	50
FIGURA 17. DESARROLLO DE HERRAMIENTA DE ACTIVIDADES	53
FIGURA 18. DIAGRAMA DE GANTT	54
FIGURA 19. CHEQUEO DE PRODUCCIÓN.....	56
FIGURA 20. BASE DE DATOS PRODUCCIÓN	57
FIGURA 21. RESUMEN DE BASE DE DATOS PRODUCCIÓN	58
FIGURA 22. GRÁFICO DE BARRAS BASE DATOS PRODUCCIÓN.....	58
FIGURA 23. RESUMEN DE ANÁLISIS FODA.....	60
FIGURA 24. FLUJO DE ACTIVIDADES.....	65
FIGURA 25. DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL	66
FIGURA 26. DIAGRAMA DE PLANTA ACTUAL	68
FIGURA 27. DESARROLLO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA	69
FIGURA 28. TABLA DE ANÁLISIS DE CAUSAS PARA PARETO	70
FIGURA 29. ANÁLISIS DE PARETO.....	71
FIGURA 30. CURSOGRAMA ANALÍTICO BORO	73
FIGURA 31. HISTOGRAMA DE PRODUCCIÓN DE BORO.....	74
FIGURA 32. CURSOGRAMA ANALÍTICO ZINC.....	75
FIGURA 33. HISTOGRAMA DE PRODUCCIÓN DE ZINC.....	76
FIGURA 34. CURSOGRAMA ANALÍTICO FORTEN 6-32-6	77
FIGURA 35. HISTOGRAMA DE PRODUCCIÓN DE FORTEN.....	78
FIGURA 36. RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD	78
FIGURA 37. CUADRO RESUMEN DE PROPUESTAS.....	79
FIGURA 38. NUEVO DIAGRAMA DE PLANTA.....	82
FIGURA 39. IMAGEN EXPERIMENTO 1	84
FIGURA 40. IMAGEN EXPERIMENTO 2	85
FIGURA 41. IMAGEN EXPERIMENTO 3	86
FIGURA 42. IMAGEN EXPERIMENTO 4	87

FIGURA 43. TABLA EXPERIMENTO 1	87
FIGURA 44. IMAGEN EXPERIMENTO 5	88
FIGURA 45. IMAGEN EXPERIMENTO 6	89
FIGURA 46. TABLA EXPERIMENTO 2	89
FIGURA 47. IMAGEN EXPERIMENTO 7	90
FIGURA 48. IMAGEN EXPERIMENTO 8	90
FIGURA 49. TABLA EXPERIMENTO 3	91
FIGURA 50. NUEVO CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL BORO	95
FIGURA 51. NUEVO CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL ZINC	96
FIGURA 52. NUEVO CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL FORTEN	97
FIGURA 53. ORDEN DE PRODUCCIÓN DEL BORO	98
FIGURA 54. ORDEN DE PRODUCCIÓN DEL FORTEN	99
FIGURA 55. ORDEN DE PRODUCCIÓN DEL ZINC	100
FIGURA 56. NUEVO DIAGRAMA DE FLUJO	102
FIGURA 57. CUADRO COMPARACIÓN DE PROCESOS	103
FIGURA 58. PRIMER PÁGINA DE MANUAL	107
FIGURA 59. SEGUNDA PÁGINA DE MANUAL	108
FIGURA 60. TERCER PÁGINA DE MANUAL	109
FIGURA 61. CUARTA PÁGINA DE MANUAL	110
FIGURA 62. QUINTA PÁGINA DE MANUAL	111
FIGURA 63. SEXTA PÁGINA DE MANUAL	112
FIGURA 64. SÉPTIMA PÁGINA DEL MANUAL	113
FIGURA 65. OCTAVA PÁGINA DE MANUAL	114
FIGURA 66. NOVENA PÁGINA DE MANUAL	115
FIGURA 67. VENTILADOR INDUSTRIAL	116
FIGURA 68. EXTRACTOR DE AIRE	117
FIGURA 69. PRIMER PÁGINA DE CATÁLOGO	118
FIGURA 70. SEGUNDA PÁGINA DE CATÁLOGO	119
FIGURA 71. TERCERA PÁGINA DE CATÁLOGO	120
FIGURA 72. CUARTA PÁGINA DE CATÁLOGO	121
FIGURA 73. QUINTA PÁGINA DE CATÁLOGO	122

Acrónimos y siglas

GRAS: Godoy Rodríguez y Asociados.

Stock: Producto en almacenamiento.

S.A.: Sociedad Anónima.

GAM: Gran Área Metropolitana.

Quelatados: Compuestos de mayor estabilidad, fertilizantes y micronutrientes.

Nutrigras: Marca exclusiva de los productos de la planta GRAS.

Enterprises: Traducción textual del inglés de “empresas”.

EPP: Equipo de protección personal.

Boro: Producto de la marca Nutrigras.

Zinc: Producto de la marca Nutrigras.

Forten 6-32-6: Producto de la marca Nutrigras.

Resumen ejecutivo y Artículo publicable

El proyecto se desarrolla en la empresa de producción de fertilizantes GRAS S.A., ubicada en Atenas. Se trata de una compañía con gran potencial para desarrollar y ampliar el negocio de la manufactura de fertilizantes y en su deseo de implementar mejoras y aumentar la productividad se planteó para la compañía el desarrollo de un proyecto dirigido con la finalidad de mejorar sus procesos productivos. *Salas Madriz, D. (2019).*

El problema determinado es la inexistencia de planes de producción que postulen mejor uso de recursos, productividad más eficiente y control de inventarios más certero. Adherido a esto, se visualiza la carencia de un plan de desarrollo y promoción del catálogo de productos Nutrigras.

El proyecto trajo gran cantidad de beneficios para la compañía, a pesar del corto tiempo en el que se desarrolló, pues fueron solo 6 meses de trabajo y análisis de información, aproximadamente. En este periodo, se redujo el tiempo de ciclo del proceso general en un promedio del 23 % sobre el tiempo inicial. Por supuesto, la productividad tuvo un crecimiento, ya que se realizó la misma producción en un menor tiempo. También, junto con los aspectos positivos que influyeron sobre la producción, se estableció un proceso más lineal y lugares específicos para la ubicación de la materia prima y del producto final, lo cual no existía.

Estos beneficios, además de otros procesos de mejora, fueron analizados previamente, para determinar las herramientas de mejora. Se realizó un proceso de entrevista y encuesta de valor para detectar, primeramente, de dónde provenía el

problema. Asimismo, se hizo un análisis FODA, un diagrama de Ishikawa y un análisis de Pareto. También, se distribuyeron tareas para los colaboradores, listas de chequeo dentro de la línea, análisis del flujo del proceso, se midieron tiempos del proceso y, a partir de ahí, se determinaron las mejoras a aplicar.

Executive Summary and Publicable Article

The project is developed in the fertilizer production company GRAS S.A. located in Athens, is a company with great potential to develop and expand the business of fertilizer manufacturing and in its desire to implement improvements and increase productivity was raised for the company the development of a project aimed at that purpose, the improvement of their productive processes. *Salas Madriz, D. (2019)*

The problem determined is the non-existence of production plans that postulate better use of resources, more efficient productivity and more accurate inventory control. Attached to this is the lack of a development and promotion plan for the Nutrigras product catalog.

The progress of the project achieved many benefits for the company in terms of project development time, for example it was developed in a short time, approximately 6 months of work and analysis of information, the overall process cycle time was reduced by an average of 23% on the initial time, of course the productivity had a growth since the same production was done in a shorter time. Also, along with the positive aspects that influenced production, a more linear process was established, specific places for the location of the raw material and the final product, which did not exist.

These benefits, in addition to other improvement processes, were previously analyzed to determine the improvement tools. An interview and value survey process were conducted to first detect where the problem came from, SWOT analysis, Ishikawa diagram along with Pareto analysis, tasks were distributed to the

collaborators, checklists within the line, flow analysis of the process, times of the process were measured and from there the improvements to be applied were determined.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Sección 1.1 Descripción general del proyecto

El presente proyecto pretende abarcar temas de interés en cuanto a materia de producción de fertilizantes y agroquímicos se refiere. Se analizará detalladamente la manera idónea y posible sobre la manufactura de fertilizantes.

El trabajo de investigación se desarrolla en la empresa GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A., ubicada en Santa Eulalia, Atenas, Alajuela, con el fin de lograr crecimientos y flujo de productividad requerido, también existe el plus de lograr el desarrollo de un producto nuevo en el mercado del catálogo de GRAS, este sería un fertilizante en aerosol para plantas ornamentales y de jardinería. Claramente, este sería para un nicho de mercado centrado en uso doméstico de plantas, sin embargo, se perfila que tendrá un auge importante.

Este proyecto se plantea debido a la necesidad de la empresa de aumentar sus ventas y, por ende, sus ingresos. Actualmente, se desarrolla como una compañía de carácter familiar, la cual sostiene de manera estable su negocio, sin embargo, la visión de los propietarios es dirigida a la apertura de mercado, aumento de productividad, desarrollo de nuevos productos y cubrir las necesidades de más usuarios de productos basados en nutrientes vegetales.

La línea de investigación que tratará este proyecto se enfocaría en el área de operaciones industriales, ya que se verán las necesidades competitivas de la compañía, en cuanto a la integridad de esta, es decir, si las funciones de sus colaboradores deben ser más eficientes y polifuncionales para poder cumplir con

toda la labor operativa. Esto podrá llevar a la compañía a visualizar también las competencias externas.

La planta necesita ser más productiva y eficiente, y tener un mejor manejo de recursos, por lo tanto, también habrá una investigación dirigida, en segundo plano, a los procesos de producción. La transformación de materia prima debe ser lo más aprovechable en cuanto a tiempo, uso de insumos y calidad, por ello, se analizarán las gestiones de inventarios actuales y procesos de almacenamiento, para evitar los excesos de stock y mal manejo de recursos. En general, se desarrollarán técnicas de evaluación de proyectos.

Sección 1.2 Identificación de la empresa

1.2.1 Descripción general de la empresa

La empresa donde se realiza el proyecto se dedica a la producción de fertilizantes y nutrientes vegetales en estado líquido. Esta tiene como uno de sus principales objetivos que sus productos sean lo más puros posible, lo cual logra a través de la búsqueda de materias primas que cumplan con este requisito.



Figura 1. Planta de Procesos GRAS S.A.

Fuente: elaboración propia

La fundación nació de la idea de un emprendedor, Nilo Alberto Godoy Cabrera, conocido como Danilo. Actualmente, él es uno de los dueños registrales de la sociedad anónima junto con su esposa, Jilma Rodríguez. Todo inició cuando Danilo, siendo un agrónomo titulado y con experiencia como profesor universitario, se

dispuso a realizar mezclas de elementos químicos, con el objetivo de crear un fertilizante con alta calidad y que cumpliera con la función de generar proteínas y nutrientes para las plantas. Esto lo realizó en su propio hogar, con un estañón, agua y algunos componentes, de los cuales ya tenía basto conocimiento y objetivo de producción, esta manufactura rudimentaria lo llevó poco a poco a la necesidad de invertir en la estructura de una planta de producción, para dar a conocer sus creaciones.

Este acontecimiento se dio en el año 1991, pero a raíz de la necesidad de inversión, tuvo la colaboración y el interés de varios asociados y fundaron Servicios Técnicos Enterprise S.A., empresa ubicada cerca del cantón de Naranjo. Danilo formó parte varios años de esta sociedad, sin embargo, debido a diversas situaciones, él tomó la decisión de separarse de la sociedad y vendió su parte. Con el dinero obtenido, tuvo la iniciativa de continuar con el negocio y construyó en el cantón de Atenas la planta de producción de la compañía GRAS, Servicios Técnicos Agropecuarios S.A. y esta sociedad la representan, a nivel de propietarios, Danilo y su esposa. Así es como se marca el inicio de la fundación de la empresa, la cual, hasta el día de hoy, mantiene su ideal de productos hechos con materias primas puras y buscando los mismos resultados en su producto final.

La compañía es de carácter familiar. Los dueños registrales participan en función de Gerente Técnico (Danilo Godoy) y Asistente Administrativa (Jilma Rodríguez), además, colabora uno de sus hijos, Andrés Godoy, como Supervisor de Producción. También, hay cuatro colaboradores: una Secretaria Ejecutiva, un Encargado de Planta y dos Agentes de Ventas. Como se puede apreciar, se trata de una empresa

muy pequeña organizativamente, pero con una visión y valores muy objetivos, claros y contundentes.

Dentro de la estructura organizativa, se puede determinar un organigrama de la siguiente manera:

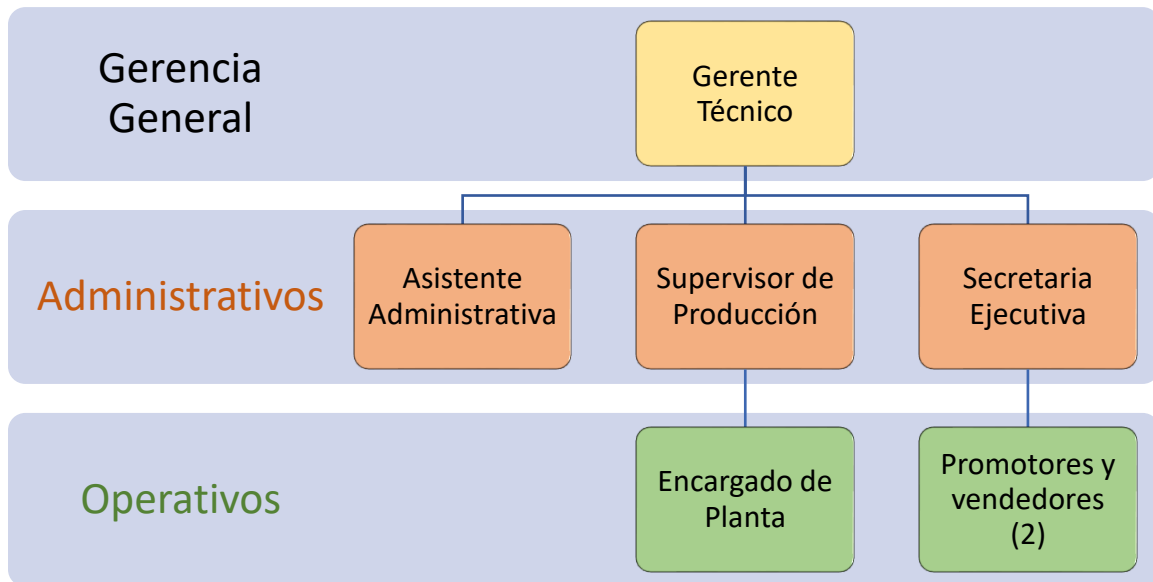


Figura 2. Estructura Organizacional GRAS S.A.

Fuente: elaboración propia

Razón social: Gras Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.

Misión: “Generar innovación permanente para ofrecer un amplio conjunto de soluciones para las necesidades de la producción agrícola, en nutrición vegetal, que generen y promuevan producción exitosa, con alto rendimiento y calidad de cosecha para nuestros clientes” (Documentos GRAS, Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.).

Visión: “Ser un agente activo y referente, con fuerte liderazgo en el sector agrícola, en el área de fisiología y nutrición vegetal, contribuyendo con soluciones tecnológicas diferenciadas para el sector productivo en armonía con el medio ambiente” (Documentos GRAS, Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.).

Nutrigras: Todos los recursos de Gras están dirigidos a la formulación de agro nutrientes eficaces, innovadores y amigables con el ambiente, con el fin de garantizar la excelencia en cada formulación, de este modo, se asegura la calidad e inocuidad en la producción agrícola que exigen los mercados.

Nutrigras es la marca que agrupa la línea de fertilizantes líquidos, quelatados, activadores, ácidos húmicos, correctores de carencias y coadyuvantes disponibles para los cultivos.



Figura 3. Marca Nutrigras

Fuente: Archivos Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.

1.2.2 Antecedentes del contexto de la empresa

El objetivo de la producción de este tipo de fertilizantes es la mayor facilidad en cuanto a la aplicación, ya que se puede hacer de maneras diversas, vía terrestre, vía aérea o con sistemas de riego. También, es importante agregar que este tipo de fertilizantes son más fácilmente aprovechados por las plantas, ya que son aplicados directamente sobre el cultivo, a diferencia de los fertilizantes de tipo granulado que se vierten en el suelo y deben ser absorbidos por el sistema radical de la planta; en procesos más lentos y en casos de mucha lluvia, las pérdidas por exceso de humedad son mayores. Esta situación no ocurre al ser líquido, ya que una vez aplicado, es absorbido por la planta.

Asimismo, la facilidad de transporte es una de las ventajas competitivas del catálogo de GRAS. Su presentación en envases de cubetas de diferentes tamaños agrega una comodidad que no existe en presentaciones de fertilizantes granulados. Los envases de litro son empacados en cajas que contienen 12 unidades, según las órdenes de producción que sean requeridas. Sus competencias y mercados se desarrollan en las zonas de altas producciones agrícolas en el país, tales como Guanacaste, Nicoya, Upala y en zonas de la meseta central.

Dentro de algunos de sus productos, existen compuestos en los que se hace énfasis a elementos mayores, como, por ejemplo, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Otro grupo se enfatiza en elementos menores solos o en grupos como manganeso, boro, zinc, hierro, los cuales más adelante, se nombrarán y algunos se analizarán.

La manufactura de estos productos conlleva la incorporación de metabolitos que ayudan a que las reacciones químicas sean mejores y produzcan cultivos rendidores, resistentes a plagas y enfermedades y con mayores nutrientes para las plantas.



Figura 4. Producto envasado Nutrigras

Fuente: elaboración propia

Bajo la marca Nutrigras, elaboran todo su catálogo. Inicialmente, fueron solamente 4 productos, pero, en la actualidad, su variedad ha aumentado por encima de los 20 productos. El proceso, a grandes rasgos, consiste en la transformación de materias primas granuladas en fertilizantes y nutrientes vegetales líquidos, esto a través de agentes que facilitan la disolución de la materia prima.

A continuación, se presenta una descripción, *grosso modo*, del proceso que la empresa tiene para sus ventas y atención al cliente.

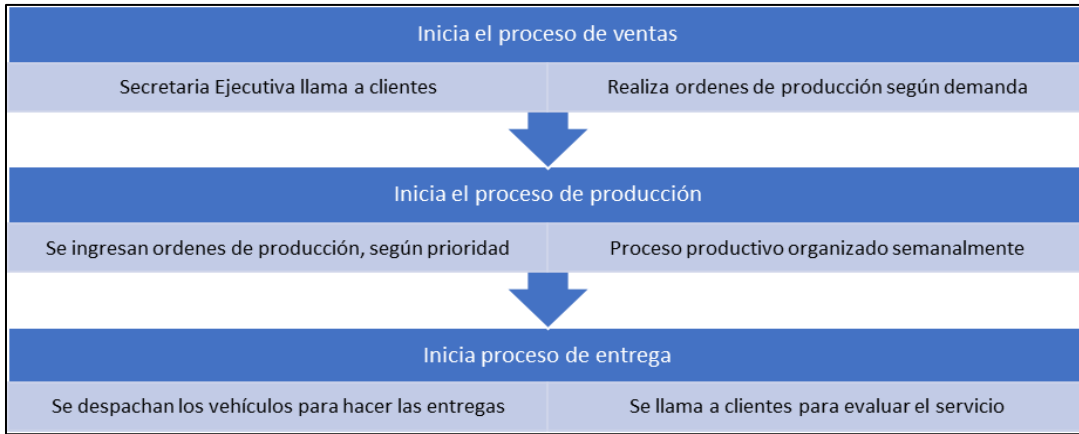


Figura 5. Descripción de proceso

Fuente: elaboración propia

El proceso de producción, actualmente, tiene un flujo de la siguiente manera:

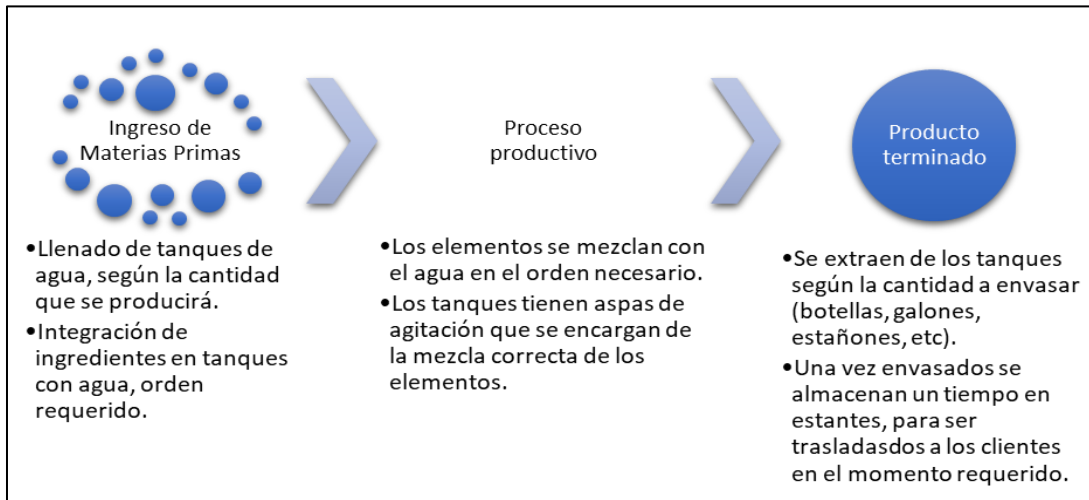


Figura 6. Ciclo de trabajo GRAS S.A.

Fuente: elaboración propia

Sección 1.3 Planteamiento del problema

1.3.1 La idea del problema

La compañía se dedica a la producción y comercialización de agro nutrientes para promover el desarrollo de las plantas, árboles, hortalizas y flora en general. En la empresa, desarrollan un sistema de manufactura que les permite cumplir con la demanda y satisfacer las necesidades de sus clientes. Existe una alta oportunidad de crecimiento, para el aumento de ventas de la compañía, sin embargo, la misma depende de la mejora de procesos, la cual quiere ser aprovechada por la compañía. Para ello, es necesario organizar debidamente un aumento en la capacidad de producción de la planta y el acompañamiento del despliegue de un producto innovador basado en la necesidad de la jardinería ornamental. Este se trata de un fertilizante en aerosol para plantas pequeñas, se pretende, a raíz de la mejora de procesos, levantar una compañía que durante muchos años se ha mantenido a flote, pero que, hoy en día, vive momentos de baja demanda, según un estudio de producción que se mostrará más adelante, desde el 2015 hasta el primer semestre del 2018, la empresa bajó en promedio un 40 % en la demanda de sus productos.

1.3.2 Definición del problema

Objetivamente, el problema en sí encierra una serie de obstáculos para el crecimiento de la compañía, en cuanto a temas de comercialización de sus productos y de la capacidad de producción utilizada, por ello, se describirá el problema de la siguiente manera: Inexistencia de planes de producción que postulen mejor uso de recursos, productividad más eficiente y control de inventarios más certero. Adherido a esto, se visualiza la carencia de un plan de desarrollo y promoción del catálogo de productos Nutrigras. Esto es importante, ya que la producción desde el 2016 hasta el primer semestre del 2018 ha venido en baja constante, cerca del 40 % de reducción, si se comparan ambos datos.

1.3.3. Justificación

El presente proyecto nace de la oportunidad de mejora de procesos, esta realidad se conoce debido a los datos de producción de años anteriores, donde se ha demostrado que la eficiencia puede ser mayor, los cuales sin tener un plan de producción establecidos en otros años ya se pudo visualizar producciones hasta 40% más altas. Objetivamente, tiene un gran valor a nivel de conocimiento de análisis de mejora, sin embargo, su aprovechamiento práctico es mucho más significativo para los propietarios, ya que proporciona herramientas de mejora continua para futuros análisis de procesos. El presente centra su realización en el marco del desarrollo de planes de producción eficientes. Además, la metodología de registro de datos de producción y oportunidad de mejora en los procesos productivos es un tema que se abracará a cabalidad y sustentará el funcionamiento de la planta.

Sección 1.4 Objetivos del proyecto

1.4.1 Objetivo general

Mejorar los niveles de productividad de la planta GRAS, a través del rediseño de procesos y planta, que permita un mayor aprovechamiento de recursos y tiempo eficiente de producción.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual de las líneas de producción en cuanto a tiempo y productividad.
- Diseñar un plan de mejora en la elaboración de estos procesos, que permita el aprovechamiento de todos los recursos a disposición.
- Implementar el plan, bajo el concepto de desempeño del trabajo y evaluación de procesos, obteniendo un mejor rendimiento en la producción.
- Determinar los controles necesarios para el flujo total de la línea de producción, analizando cómo se ha comportado el proceso.
- Evaluar el costo beneficio del proyecto, a través de productividades en función de litros contra el tiempo de producción.

Sección 1.5 Alcances y limitaciones

1.5.1 Alcances

La planta de procesos GRAS se encuentra en Santa Eulalia de Atenas, aproximadamente a unos 10 minutos del centro de Atenas, esto significa una ventaja importante a nivel de posibilidad de distribución y logística de sus productos, ya que una de las principales zonas comercialización de sus productos, es el área norte del país comprendida por San Carlos, Upala, Bagaces, entre otros, la cual se encuentra cerca de Atenas. Además, por la ubicación, se facilita la distribución en estas zonas, además de Guanacaste, Puntarenas y cercanías a la costa Pacífica del país.

La cercanía a estas zonas es muy importante y ventajosa. Aunado a esto, el cantón de Atenas es considerado uno de los más céntricos a nivel nacional y, en general, permite la rápida respuesta tanto en el casco central, la Gran Área Metropolitana (GAM) y diversas zonas rurales.

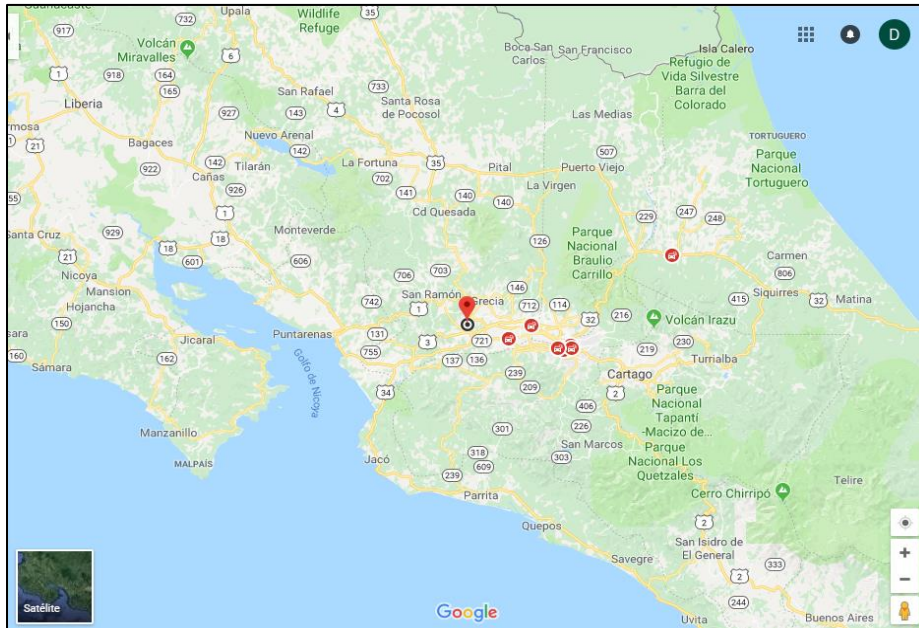


Figura 7. Ubicación de Planta de Producción

Fuente Google Maps

La constante promoción en apertura de mercados genera una alta oportunidad de posicionar la marca Nutrigras en un sector tan importante como lo es la agricultura del país, esta actividad representa el 40% de las exportaciones, además según datos del OCDE (Comité de Asuntos Fiscales de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos) la agricultura sigue siendo el empleador más importante del país. Este aspecto involucrará una mayor responsabilidad y compromiso por parte de la compañía para suplir las necesidades de los clientes y, por ende, los métodos de producción serán analizados para encontrar puntos de mejora no solo para su mejor uso de recursos, sino para la reestructuración de procesos, uno de los mayores alcances en cuanto a la aplicación de la metodología de ingeniería industrial en el ámbito de procesos productivos.

1.5.2 Limitaciones

La implementación del proyecto se basará en todos los datos estadísticos del catálogo completo de GRAS, sin embargo, para términos de producción, análisis, medición y reestructuración de procesos, solo se tomarán en cuenta la manufactura de los principales productos, ya que son los de mayor nivel de producción.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Sección 2.1 Marco conceptual general relativo a la carrera

El sustento y apoyo que brinda la carrera de Ingeniería Industrial para el desarrollo del presente proyecto es fundamental y sumamente importante, ya brinda muchas herramientas que serán empleadas en el plan de mejora productiva y en el área de procesos de la compañía GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.

Existen muchas posibilidades de herramientas y conocimientos que podrían utilizarse en esta labor. Una de ellas es la medición de la productividad a través de factores como el tiempo de producción. En esta, se reflejan porcentajes de productividad proporcionados a partir del tiempo eficiente contra el tiempo total de la jornada laborada. Este tipo de rendimientos también pueden usarse en diferentes factores como kilos de producto final, contra kilos totales de materia prima, o costo de todos los recursos contra la venta total realizada.

El concepto de productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. Este también es conocido como eficiencia o rendimiento de eficiencia, y será un indicador a seguir para verificar si los resultados son funcionales o no.

Existen 3 factores vitales para mejorar la productividad y son el trabajo, el capital y la gestión que se realice. A su vez, estos factores se pueden evaluar en diferentes áreas, como lo son la formación del personal, los gastos sociales que conlleven, la depreciación de los bienes sobre los que se invierte, la inversión neta, el empleo de

la tecnología, el uso del conocimiento y el manejo de la calidad, estos son solo algunos factores clave para la medición de la productividad (Haizer y Render, 2004).

Los procesos productivos esbeltos, básicamente, consisten en desarrollar, planificar e implementar procesos en los cuales el desperdicio de cualquier factor sea el mínimo, o en su mejor estado, sea cero. Esto se logra a través del aprovechamiento máximo de los recursos que se tengan a disposición, por ejemplo, si se necesitan 100 litros de agua para una producción de 150 litros de un fertilizante cualquiera, es importante que esos 100 litros sean justo lo que ingresa a la línea de producción y no sean más litros que solo vayan a ocasionar un exceso de materia prima innecesaria que sea desperdiciada. En estos casos, el costo de ingresar 1 litro más de agua en la línea para que sea desaprovechado implica un costo extra al proceso, el cual influye en los gastos operativos del mismo, también se debe tomar en cuenta los desperdicios que se ocasionan en áreas que brindan servicio a otras áreas de la empresa, como lo pueden ser suministros de oficina innecesarios, hojas de papel, lapiceros, implementos de oficina y demás. El hecho de aprovechar mejor los recursos genera una eficiencia en los costos, mayor rentabilidad en el negocio y mayor valor en el proceso. (Hernández y Godínez., 2014, p. 91).

Un análisis a través de FODA sirve para identificar los factores internos, vinculados al funcionamiento interno de la empresa, así como factores externos que dependen del entorno en el que opera la empresa. El análisis FODA es muy simple y fácil de utilizar, sin embargo, hay que conocer bien los factores que se van a utilizar. Este se emplea mucho en el sector de mercadeo, sin embargo, es muy efectivo para la

toma de decisiones y su valor principal recae en la utilidad para generar estrategias de negocio y una visión estratégica general (Speth, 2016).

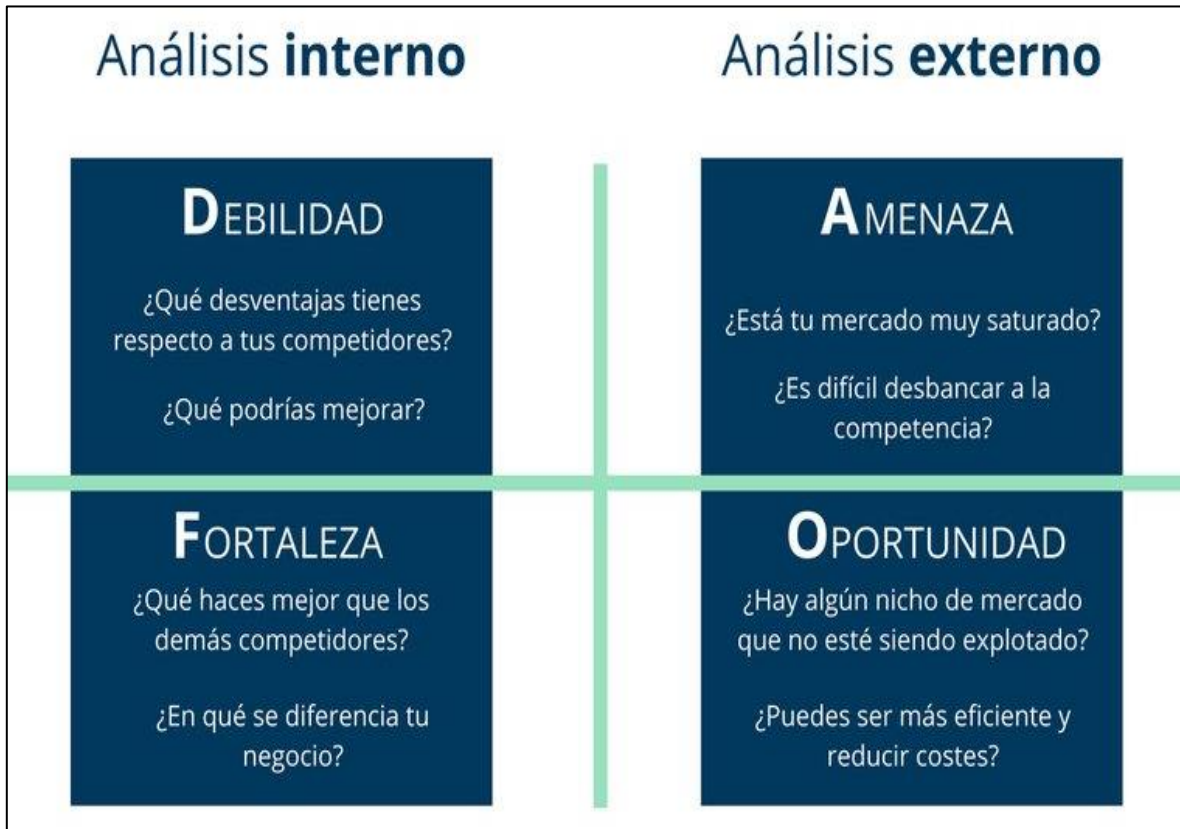


Figura 8. Explicación de Análisis FODA

Fuente: infoautonomos.eleconomista.es

Los diagramas de Ishikawa se utilizan para localizar lugares de un proceso en los que pueden surgir problemas, o donde ubicarán puntos de inspección, también se le conoce como diagrama de causa-efecto o gráfico de espina de pez. Usualmente, encierra 4 categorías: material, maquinaria, mano de obra y métodos. Estas categorías conforman las causas que provocan un problema en específico. En este análisis, no se determinan las causas principales, sino solamente se despliegan

todas las causas para relacionarlas como un determinante dentro de un problema o un posible problema (Haizer y Render, 2004).

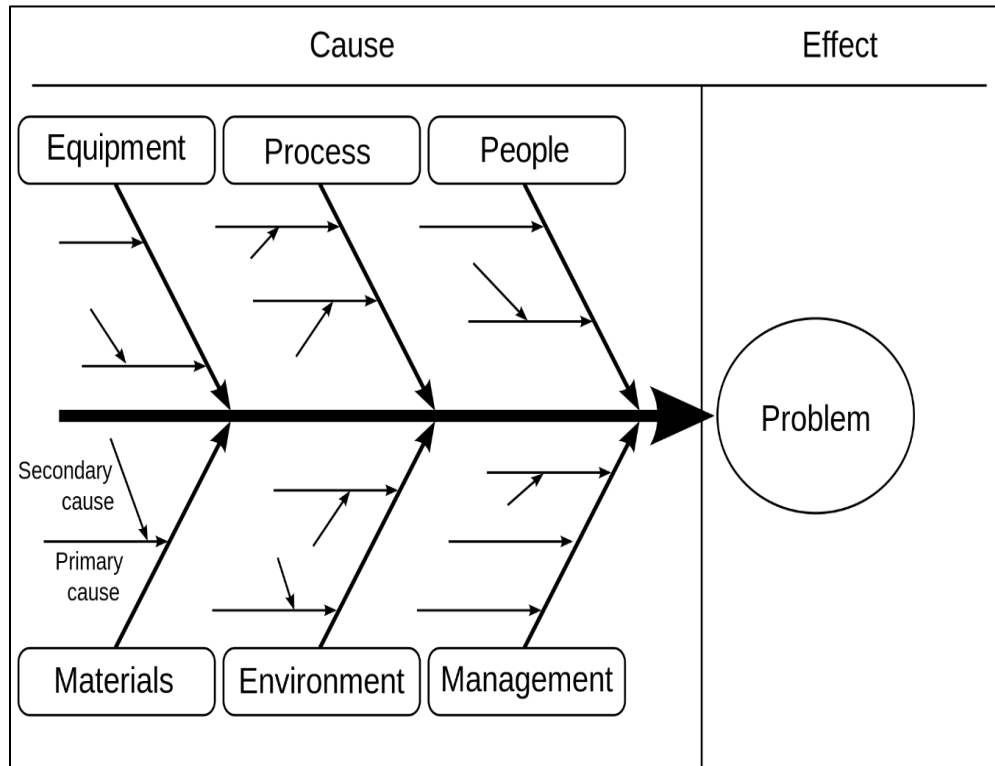


Figura 9. Descripción de Ishikawa

Fuente: gestiondeoperaciones.net

El uso de métodos de mejora a través de DMAIC constituye un ciclo de 5 etapas, las cuales se van desarrollando a lo largo de cualquier tarea. Sus siglas se componen de las palabras en inglés *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, *control*, las cuales se traducen como definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Este método también es conocido por el nombre de seis sigma, la cual es una metodología de mejora continua, es decir, que expone la filosofía de que a partir de una aplicación de este ciclo en cualquier proceso se pueden hacer cosas para que

este sea cada vez mejor. Este ciclo es la evolución y simplificación notable del anterior ciclo PDCA (*plan, do, check, act*) hecho por Deming.

Las etapas del ciclo permiten puntuar en diferentes áreas y utilizar muchas herramientas de ingeniería que sirvan para el análisis de toda la información, para, de esta forma, hacer la aplicación de las mejoras basados en los datos que se tienen para tomar decisiones asertivas. Para presentar dicha información es mucho más sencillo con la metodología DMAIC, ya que cada etapa es correlacional con la siguiente, lo cual beneficia el entendimiento de la misma, ayuda a coordinar y establecer tiempos de desarrollo de etapas más eficientes (Prieto, 2010, p. 55 -56).

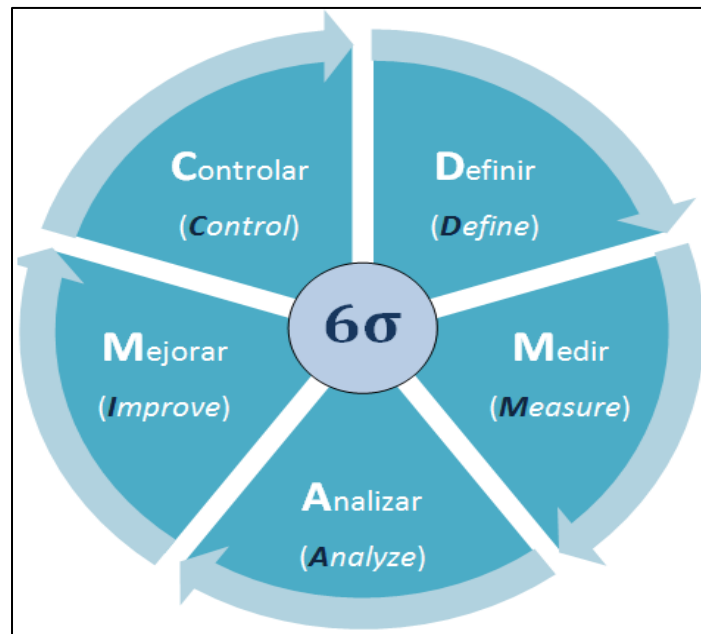


Figura 10. Descripción de Seis Sigma

Fuente: ctcalidad.blogspot.com

Las herramientas de ingeniería no son funcionales si no se establecen metas y estrategias definidas. Es de vital importancia conocer sobre que se va a trabajar y hacia dónde va la empresa, pero para eso es necesario conocer el problema

correctamente, con el objetivo de dirigir todo el esfuerzo y las técnicas que se van a aplicar hacia la disminución de ese problema.

El diagrama de flujo es un esquema o dibujo del movimiento del material, el producto o las personas. Estos diagramas pueden ayudar a la comprensión, análisis y comunicación de un proceso. Cuando se elige el trabajo que se va a analizar, se deben registrar los hechos relativos al método existente. Este registro se convierte en una base para el análisis y, con el fin de facilitar el estudio, se desarrolla el proceso dentro de un diagrama de flujo (Kanawaty, 2005).

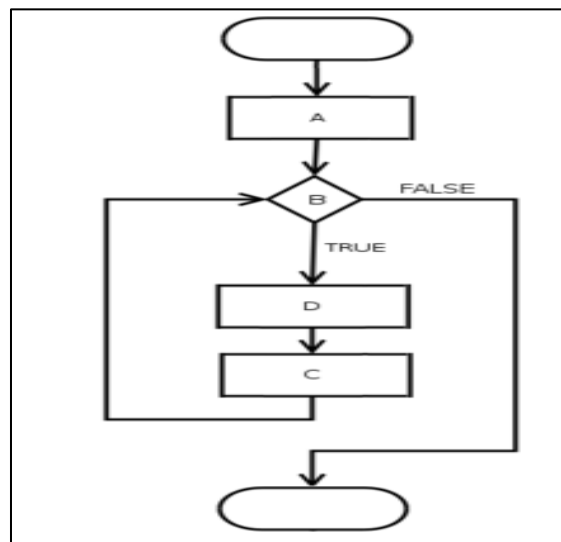


Figura 11. Explicación de Diagrama de Flujo

Fuente: es.wikipedia.org

El diagrama de Pareto es una herramienta muy útil para diagnosticar todos los factores que pueden intervenir en un problema dado, incluso, se pueden diagnosticar factores establecidos en un Ishikawa, sin embargo, esta herramienta permite conocer cuáles son los factores que son causantes de la mayor parte de los problemas, así que se pueden concentrar los esfuerzos en los factores más

preocupantes y no desgastarse en los incorrectos. También, es importante porque permite analizar diferentes procesos a la vez y considerar factores distintos para situaciones distintas (Bravo, 1995).

En temas de mercadeo, se puede iniciar con la certeza de que el consumo de muchos productos no necesariamente está ligado a la necesidad como tal de los que lo consumen sino más bien de la oferta provechosa que estos encuentren en los fabricantes y comercializadores de sus productos.

Las necesidades y los deseos de los consumidores se satisfacen con las ofertas de mercado, es decir, mediante cierta combinación de productos, servicios, información y experiencias que se ofrece a un mercado para satisfacer una necesidad o un deseo. Las ofertas de mercado no se limitan a productos físicos; también incluyen servicios, es decir, actividades o beneficios que se ofrecen en la venta, los cuales son esencialmente intangibles y no se derivan en la posesión de algo (Kloter y Armstrong, 2016, p. 6).

Es preciso considerar elementos de carácter productivo que permitan la búsqueda constante en la mejora de los rendimientos de la planta, puestos sirven para “dirigir y coordinar todas las fases de los procesos productivos. Constituye un auxiliar muy valioso para uniformar criterios y sistematizar líneas de trabajo en áreas de fabricación” (Franklin, 2014, p. 196).

La reingeniería es establecer secuencias en interacciones nuevas en procesos administrativos y regulatorios. Es un análisis y rediseño radical de la economía y de la concepción de los negocios para lograr mejoras significativas en medidas como costos, calidad, servicio y rapidez. Su objetivo es incrementar la capacidad de gestión. Es un modo planificado de establecer secuencias e interacciones con el objetivo de aumentar la eficiencia, la eficacia, la productividad y la efectividad.

En la siguiente sección, se detallarán las herramientas guiadas por la metodología DMAIC que se emplearán en el desarrollo de este plan de mejora, por tanto, en este apartado solamente se tomó el aclaratorio referente a las dos grandes áreas que abarcará este proyecto, las cuales son las operaciones industriales y la mejora de procesos productivos.

Sección 2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.

El proyecto en sí se desarrollará con la metodología DMAIC, este es un acrónimo de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Es una herramienta de la metodología enfocada en la mejora incremental de procesos existentes. La herramienta es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora. En sí, se desarrollarán planes con el propósito de definirlos, describirlos y ponerlos en práctica, para controlar los resultados. Las herramientas de ingeniería que se pueden aplicar en este proyecto, básicamente, son de análisis, gestión y desarrollo de productos.

Para encontrar el problema a resolver es necesario conocer más a fondo la necesidad de la empresa y el modelo de negocio al que se dedica, por tanto, es aplicable un análisis FODA que permita conocer, a grandes rasgos, en qué ámbitos la empresa tiene opciones de mejora y en cuáles debe tener un poco más de resguardo.

El análisis FODA es una herramienta de estudio de la situación de una empresa. Sirve para conocer la situación real en la que se encuentra una organización, empresa o proyecto, y planear una estrategia de futuro.

Inmediatamente, se desarrollará una encuesta de valor que permita al investigador conocer cuáles son los objetivos planteados por la compañía, la visión que mantiene hacia el futuro y cuáles son las prioridades del negocio. También, es importante incluir una entrevista con los dueños de la empresa, ya que se trata de una empresa pequeña y es más sencillo de identificar el problema con los propietarios, pues ellos conocen muy de cerca su negocio y tienen bien planteado hacia donde quieren llegar.

Una vez identificado el problema, es momento de enfocar los esfuerzos a conocer los factores que pueden estar afectando la empresa para que se problema se dé y poder comparar si el problema descrito por los propietarios es en efecto lo que causa que los objetivos planteados no se estén cumpliendo a cabalidad.

Para iniciar con este análisis de causas, se debe conocer el proceso productivo, por lo tanto, lo ideal es meterse en la línea de producción, conocer cada paso, cuanto tiempo tarda y como está ubicado el lugar. Se iniciará a través de un diagrama de flujo actual del proceso, describiendo cada paso en un cronograma analítico del proceso para tener un concepto claro del tiempo de cada proceso, su función y su recorrido.

porcentaje en una línea de crecimiento, por tanto, se determina el 20% de los causantes dentro del 80 % del factor del problema, es decir que se puede corregir un 80 % del problema atacando un 20 % de las causas existentes.

Una vez que se identificaron las causas más influyentes, se deben concentrar los esfuerzos en atacar esas causas solamente, y es acá donde entra el ingenio del desarrollador del proyecto, para conocer cuáles son las herramientas que mejor convienen a la aplicación de mejora de procesos de la planta.

La metodología Kaizen, la cual es traducida como “mejora continua”, es un proceso basado en acciones concretas, simples, poco costosas y que implica a todos los trabajadores de una empresa, desde los directivos hasta los colaboradores en la planta. Este uso de herramientas de mejora, finalmente, concluirá en un control de acciones para verificar si, en efecto, la propuesta, o bien la aplicación de esta, son efectivas. Como ya se dijo, la metodología de uso es la DMAIC, por tanto, en esta fase del proyecto, entra la última parte de este.

Para este momento, es importante comprobar que los cambios realizados y las aplicaciones de mejora hechas han sido efectivos, por lo tanto, es factible la realización de un nuevo diagrama de flujo y, por supuesto, un cursograma analítico para poder comparar el proceso cómo se realizaba inicialmente y la cómo se hace con la nueva metodología. Deberá existir una mejora en los tiempos del proceso y las distancias recorridas por los operarios. Finalmente, la mejor manera de representar las mejoras hechas es a través de una nueva identificación de la productividad del proceso, valorando el uso de recursos utilizados.

Los diagramas de planta son fundamentales para la aplicación de la mejora de procesos, ya que, a través de ellos, se obtiene una visión estratégica de la planta en proceso, los lugares de trabajo y el proceso a través de hilos de flujo o diagrama de hilos. Además, estos sirven para analizar el diseño actual de la planta y, basándose en las mejoras del flujo, diseñar un nuevo acomodo de planta, lo cual es fundamental para establecer los tiempos y recorridos del nuevo proceso.

Un diagrama de planta gráficamente no tiene una estructura estándar, sino que varía según el lugar de trabajo, ya que identifica las áreas de la empresa a través de formas y figuras que representan los lugares de trabajo. Para ejemplificar un diagrama de planta, se presentará esta imagen.

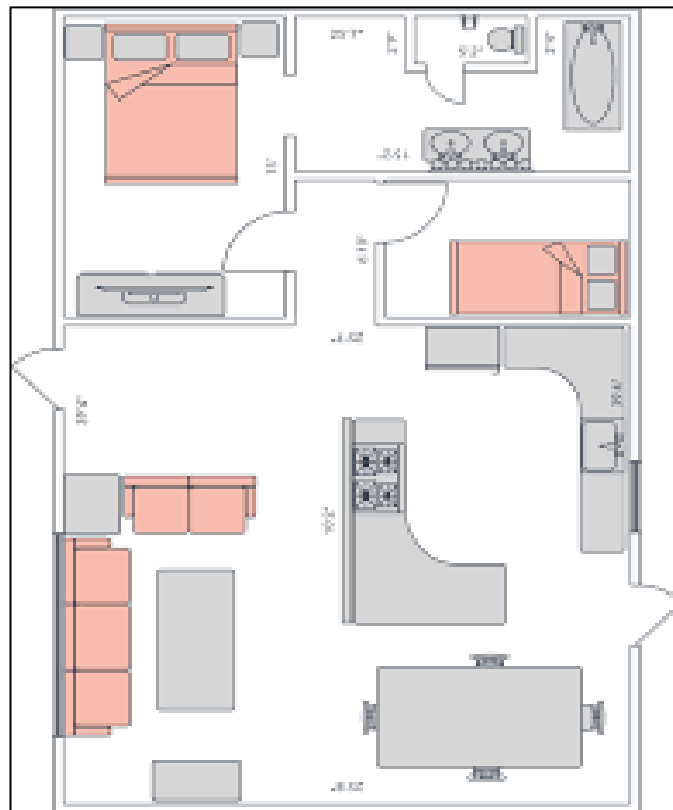


Figura 13. Ejemplo de Diagrama de Planta

Fuente: lucidchart.com

Sección 2.3 Marco conceptual referente al impacto del proyecto.

La importancia de este proyecto radica en la mejora sustancial de la compañía, se pretende poder estructurar de manera lógica la producción referente a las ventas de los clientes y, a la vez, su distribución. Claramente, se deben establecer planes de producción enfocados en las necesidades del cliente.

De igual forma, uno de los principales impactos del proyecto recaerá en los procesos productivos, la línea de producción actualmente está restringida hacia las ventas. Lastimosamente, la necesidad de producción está decayendo, ya que la empresa es pequeña y de ventas un tanto bajas, no obstante, si se direcciona un aumento de ventas, también se dará un incremento en la producción. Este cambio se proyectará en la realización de una línea de producción más eficiente, realizando movimientos dentro de la planta, pero que no sean tan radicales, pues la estructura no lo permite del todo. De este modo, se obtendrá, en el corto plazo, una línea de producción con un poco más de estructura; medianamente, se espera que sus cambios en la manera de producir sean sustanciales para cubrir las ventas obtenidas y, a la vez, proyectados para prepararse en un futuro crecimiento de negocio de más del 50 % de ventas, los planes productivos caminarán en función de continuar expandiéndose en un mercado cada vez más exigente.

El beneficio del desarrollo del proyecto también recae en el asentamiento de una base de información y gestión de procesos para la empresa, la cual inicialmente no cuenta con un estudio de este tipo que le permita conocer su manejo de recursos, oportunidades de crecimiento y planes de producción. Asimismo, se puede agregar a este impacto positivo el control de tiempos definido para cada proceso realizado,

para poder determinar cuánto tiempo es el aproximado al ingresar una orden de producción a la planta, beneficiando al cliente final, ya que se le podrá entregar un plazo estimado mucho más cercano a la transmisión de su producto.

También, es importante saber que esta aplicación de herramientas es parte de un análisis de mejoras, las cuales pueden seguir creciendo cada vez que se analice el proceso, es decir que la mejora continua puede implementarse a partir del estudio hecho en el presente proyecto, no es una solución ya dada y definitiva, sino que es parte de un conjunto de mejoras de procesos que pueden proyectarse a un mediano plazo y continuar creciendo cada vez más.

Sección 2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes

La experiencia como tal de proyectos de crecimiento de ventas y mejora de procesos productivos es mucha, existe una gran variedad de análisis de este tipo que ayudan a obtener información acerca de cómo hacer estos proyectos, sin embargo, se van a utilizar solamente 5 proyectos como base para el presente proyecto.

1. En la tesis de *Producción y comercialización de fertilizantes orgánicos provenientes de la lombricultura y abonera orgánica en la comunidad de Salquil Grande, Nebaj, Departamento de Quiché*, de Carmelina Magdalena Santiago Ceto, se especifican varios pasos de estudio lógico en la parte de las características del producto, área de mercado (población en referencia), población afectada y población objetivo, son parte de los análisis realizados en este proyecto mencionado, el cual se publicó en el año 2011.
2. También se tomará como base de análisis una publicación universitaria realizada por Martín Darío Arango Serna, Luis Felipe Campuzano Zapata y Julián Andrés Zapata Cortés, la cual remite a la importancia del uso de los dispositivos “Kanban” dentro de una línea de producción y muestra una guía de cómo tomar datos de productividad para este tipo de implementaciones. El artículo se publicó en el año 2015 en Medellín, Colombia.

Los autores resaltan la importancia de los métodos de “Kanban” para disminuir los niveles de inventario de productos en proceso en líneas de producción de empresas manufactureras, como resultado de producir

únicamente lo necesario en aquellos procesos en que esta metodología es aplicada.

3. Un análisis de mejora en procesos productivos será también una guía importante en el desarrollo del proyecto, dicha guía es llamada, *Desarrollo e implementación de proyecto integrador en la carrera de ingeniería industrial*, fue publicada por Leopoldo Viveros Rosas, Rebeca Díaz Téllez, Mario Luis Chew Hernández, en el año 2015, y tiene como objetivo mostrar las estructuras principales del análisis y mejora de los procesos productivos.

Los autores concluyen la importancia de los aspectos de la Ingeniería Industrial, en el fortalecimiento de las siguientes competencias: identificación de necesidades de su entorno y desarrollar investigación aplicada para crear e innovar bienes y servicios, interpretación e implementación de estrategias y métodos estadísticos en los procesos organizacionales para la mejora continua, selección y adecuación de modelos de calidad y diseño de experimentos en procesos organizacionales para su optimización, creación y mejora de productos de alto valor agregado bajo los principios de productividad y competitividad

4. Una tesis presentada en el año 2015 en Ecuador muestra un análisis de productos, en la línea de fertilizantes, esta tiene por nombre *Análisis prospectivo de una línea productiva con fertilizantes granulados para la empresa Solvesa Ecuador*". Dicha tesis consta de un análisis de mercado, procesos productivos y, finalmente, una propuesta de mejora, la cual fue

publicada *por* Abner Zúñiga Macías y tiene una estructura para tomar en cuenta en el desarrollo del presente proyecto.

Zúñiga Macías, por su parte, fomenta la importancia de la competitividad como punto de partida para mejorar constantemente y, además, el interés abierto de las personas por productos de este tipo.

5. Finalmente, se estudiará la estructura de una tesis publicada en el país de un estudiante de la Universidad de Costa Rica, la cual tiene por nombre *Estudio de prefactibilidad para la exportación papaya híbrida Pococí al mercado canadiense, producida en tanque de San Carlos, Alajuela, Costa Rica*. Dicha tesis muestra en su estructura estudios financieros y ambientales, los cuales componen una parte importantísima en cuanto a la manufactura de fertilizantes se refiere, además su desarrollo en el país también se convierte en una fuente muy provechosa para la obtención de resultados que se podrían incurrir, esta tesis fue publicada en el año 2012 por Denis Loría Paniagua.

Loría Paniagua determinó en una de sus conclusiones que actualmente no existen muchos fertilizantes que protejan cultivos en Costa Rica y que esto expone la integridad de un negocio como la cosecha de productos agrícolas, lo cual es interesante de analizar, ya que permite una oportunidad muy buena para la industria de fertilizantes. También, indica la importancia de estar pendiente de los manejos de los agroquímicos en el país y su impacto ambiental.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Sección 3.1 Metodología para la definición del problema

Básicamente, para definir el problema, la herramienta que se utilizó fue la entrevista con el propietario de la empresa, en la cual se determinaron aspectos como los bajos niveles de ventas y producción. También, se usó una lista de chequeo en la que se señalaron puntos de mejora en cuanto a la productividad se puede referir, la estructura de ambas fue basada en la opinión de los miembros de la compañía, ya que al ser pocos los trabajadores, es posible tener en cuenta el punto de vista de todos los colaboradores.

La entrevista propiamente obtuvo como resultados la necesidad de hacer un giro en cuanto el rumbo que empresa tiene actualmente. El propietario indica que, hoy en día, la empresa tiene una producción y venta que le permite sostenerse con sus actuales gastos, pero que para que el negocio sea factible y genere las ganancias esperadas, es necesario mejorar su productividad y controlar mejor sus gastos y, de la mano con esta necesidad, se requiere una mejor propuesta en el proceso.

También, se utilizó la lista de chequeo para verificar los aspectos prioritarios de mejora y el actual procedimiento que tiene la empresa. Además, para conocer cuáles áreas dentro de la planta se pueden revisar y hacia qué puntos se debe intervenir.

Gracias a estos métodos de evaluación, además de la entrevista verbal con el representante y dueño principal de la compañía, se determinó la problemática en general por la cual está pasando la empresa, por tanto, se dedicó la investigación y

el plan de mejora a evaluar el aspecto productivo, el cual requiere modificaciones con el objetivo de incrementar su productividad.

Entrevista semiestructurada de carácter investigativo Empresa: GRAS Servicios Técnicos Agropecuarios S.A
<p>Objetivos: Encontrar puntos de mejora a nivel general, en cuanto al manejo de decisiones y promoción del producto. Buscar opciones de promoción del producto que puedan ser aplicados con los recursos existentes.</p>
<p>Encuesta de valor</p> <p>Primera parte. Seleccione con una X su respuesta.</p> <p>1. La producción se realiza: <input type="checkbox"/> Contra pedido <input type="checkbox"/> Producción anticipada <input type="checkbox"/> Combinando ambos métodos <input type="checkbox"/> Otro método, Explique: _____</p> <p>2. ¿Se cumple con la producción para abarcar toda la demanda? <input type="checkbox"/> La mayor parte de las veces <input type="checkbox"/> Casi nunca <input type="checkbox"/> Siempre <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>3. ¿Existe una programación de producción? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p> <p>4. ¿Las zonas de la planta están debidamente demarcadas? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p> <p>5. ¿Hay tiempos establecidos para cada proceso? <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p> <p>6. ¿Cuál área debe de reforzarse primeramente para el crecimiento de la empresa? <input type="checkbox"/> Mercadeo <input type="checkbox"/> Producción <input type="checkbox"/> Transporte y entrega <input type="checkbox"/> Atención al cliente</p>
<p>Segunda parte. Complete según se le indica.</p> <p>1. En orden prioritario del 1 al 5 cuáles funciones de la empresa se necesitan modificar: <input type="checkbox"/> Servicio al cliente <input type="checkbox"/> Procesos productivos <input type="checkbox"/> Logística <input type="checkbox"/> Almacenamiento <input type="checkbox"/> Mercadeo y ventas</p> <p>2. Mencione 3 aspectos de mejora para incrementar la producción A. _____ B. _____ C. _____</p> <p>3. ¿Cuáles son las zonas de mayor alcance que tiene la compañía en el país?</p> <p>4. ¿Cuáles son los productos que hoy en día tienen mayor demanda? (Mencione al menos 3)</p> <p>5. ¿Cómo visualiza la marca Nutrigras en 5 años? _____</p> <p>6. Mencione 3 ideas de mejora de la compañía para el área de producción y almacenamiento A. _____ B. _____ C. _____</p> <p>7. ¿Actualmente está conforme con los alcances de la compañía y por qué?</p>

Figura 14. Estructura de Carácter Investigativo

Fuente: elaboración propia

Se utilizó una lista de chequeo para la interpretación del estado actual de la empresa de la siguiente manera:


ANÁLISIS DE PLANTA Y PROCESOS DE LA EMPRESA GRAS SERVICIOS TECNICOS AGROPECUARIOS S.A.				
LISTA DE CHEQUEO				
Empresa:		Ciudad:		
Area/Proceso:		Fecha de realizacion del Trabajo:		
Lugar de Trabajo:		Hora de Inicio (a.m./p.m.):		
Ubicación donde se realiza el trabajo:		Hora de finalización (a.m./p.m.):		
Tipos de análisis en a realizar:				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento especifico y claro para desarrollar los productos			
2	Se dispone de los elementos necesarios para realizar los nutrientes.			
3	El personal esta certificado para desarrollar nutrientes vegetales			
4	Se verifico que los sistemas utilizados cumplan con las necesidades del proceso			
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima			
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo			
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION				
7	Cubre bocas			
8	Guantes			
9	Zapatos de seguridad			
10	Gafas de seguridad			
11	Gabachas de protección			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de			
13	Están todos los elementos de protección en buen estado.			
VERIFICACION DE PUNTOS DE CONTROL				
14	Se verifican los elementos a disolver antes de empezar proceso			
15	Existe una medición de la temperatura durante el proceso			
16	Antes de envasar los nutrientes, se realiza una revisión de los productos			
PLAN DE ENTREGA				
17	Hay un plan de entrega de productos a clientes			
18	Se brinda un servicio a tiempo para los consumidores de los nutrientes			
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Figura 15. Entrevista de Valor

Fuente: elaboración propia

Sección 3.2 Metodología para la medición y el respaldo cualitativo del proyecto

Para entender mejor el comportamiento de la planta GRAS, se debe conocer el flujo de procesos y tener claro qué piensan los consumidores de los nutrientes vegetales. Es necesario establecer métodos de control que permitan tener resultados acerca de este tema. Además, se deben tener datos que puedan ser analizados respecto a esta información, por eso el método, tal vez un poco sencillo, pero efectivo, para obtener esta información es la creación de un esquema de trabajo con las funciones de cada persona y la herramienta necesaria.

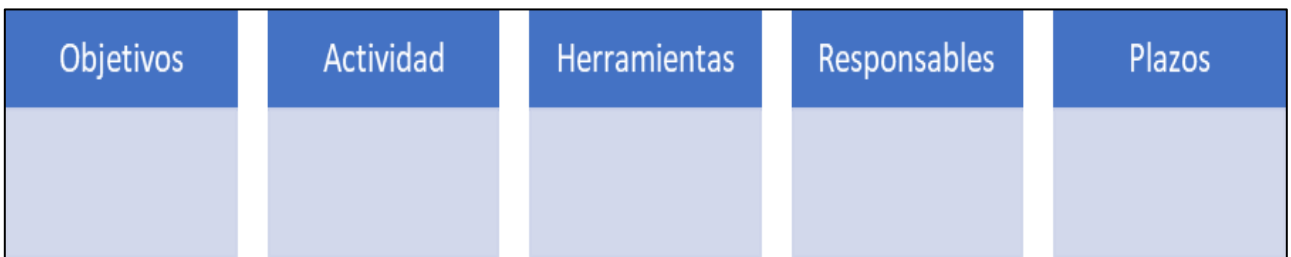


Figura 16.Herramienta de Plan de Actividades

Fuente: elaboración propia

Dentro de los tipos de herramientas a utilizar para la medición del proyecto, lo primero que se debe usar es la medición de tiempos y movimientos. A través de un diagrama de flujo que permita establecer el tiempo en cada estación de trabajo y reconocer en dónde se encuentra el cuello de botella del proceso.

También, es eficiente el uso de los gráficos de Pareto para determinar la importancia de los problemas encontrados en el diagrama de flujo. Los porcentajes de rendimiento en gráficos de barras también son importantes para tener claro cuáles factores son los de mayor o menor eficiencia en el proceso, como, por ejemplo,

obteniendo los tiempos de cada proceso y dividiéndolos en el total de litros producidos, se obtiene un porcentaje que representa el consumo o rendimiento en cada factor.

Se desarrolla un diagrama de Ishikawa para determinar causas del problema, con este tipo de herramientas se propone la obtención de resultados del estado actual de la compañía y para proponer el plan de mejora se establece el uso de un análisis FODA, según los resultados se buscará la manera de atacar las oportunidades en el mercado existentes y, por supuesto, fortalecer las ventajas del proceso productivo. Con el fin de que el plan de mejora sea constante, se utilizará el ciclo de Deming para evaluar cada etapa del proyecto.

Sección 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso, producto o servicio

Según lo indica la metodología de Ingeniería Industrial, una vez obtenidos los resultados del estado actual de los procesos, se propone la mejora a raíz de los tiempos de ciclos existentes, se puede establecer un rediseño en la línea de producción, es decir, modificar la línea para que tenga una secuencia lógica, la herramienta para proponer un cambio en la línea de producción es un diagrama de flujo con los tiempos detallados y desde ese punto de partida se establece un nuevo diagrama de flujo.

Reforzar las ideas de mejora continua es posible con la aplicación de entrevistas y encuestas que aporten opiniones en cuanto a la línea de producción. Emplear preguntas referentes a la seguridad laboral incentiva el uso más controlado de la materia prima, además, es posible aplicar metodología Kaizen en el proyecto.

Los dispositivos visuales en la línea de producción son muy importantes, un ejemplo son los marcadores de procesos como dispositivos “poka yoke”, que advierten la secuencia en una línea de producción. Los cambios en el proceso también pueden ser dirigidos hacia el almacenaje de producto terminado y materia prima. Actualmente, solo está determinada un área específica para los dos factores, es posible mover los envases para alistar el producto terminado, más cerca de la zona de almacenaje y, de la misma manera, movilizar la materia prima hacia la primera fase del proceso, permitiendo una línea continua durante el proceso.

Sección 3.4 Metodología para la implementación del proyecto

Para realizar el plan de mejora, se presentarán los datos de tiempos y movimientos actuales y proponiendo un reacomodo de la línea de procesos. Se realizarán mediciones en los nuevos tiempos, bajo la metodología Deming, se determinará en cada fase del ciclo los factores que se están midiendo, los cambios aplicados y, por supuesto, los métodos de control aplicados.

No existe un mecanismo que sea de aplicación de nuevas ideas en la empresa GRAS, simplemente en coordinación con los propietarios y con el encargado de la planta se propone un plan de mejora y se busca la manera más eficiente y correcta de implementar la mejora y realizar modificaciones en el proceso.

El cuadro de actividades para hacer el análisis de información se puede plantear de la siguiente manera:

Objetivos	Actividad	Herramientas	Responsables	Plazos
<ul style="list-style-type: none">•Establecer tiempo de procesos.•Determinar el valor de los procesos.•Promover planes de producción.	<ul style="list-style-type: none">•Medir tiempo de ciclo•Hacer evaluación de procesos•Recoger datos de producción.	<ul style="list-style-type: none">•Flujograma con tiempos (cronómetro)•Describir procesos para estimar valor•Digital base de datos de excel.	<ul style="list-style-type: none">•Encargado de planta•Gerente Técnico•Secretaria Ejecutiva	<ul style="list-style-type: none">•1 Semana•2 Semana•2 Semana

Figura 17.Desarrollo de Herramienta de Actividades

Fuente: elaboración propia

El desarrollo de actividades se establecerá a través de un diagrama de Gantt, para coordinar y delegar funciones, estableciendo tiempos de procesos y demás, el Gantt se definió de la siguiente manera:

Tarea	Inicio	Final	Total	3/5/2018	6/5/2018	10/5/2018	19/5/2018	20/5/2018	21/5/2018	26/5/2018	8/6/2018	9/6/2018	10/6/2018	29/6/2018	30/6/2018	1/7/2018	15/7/2018	16/7/2018	19/7/2018	25/7/2018	26/7/2018	27/7/2018	17/8/2018	18/8/2018	18/9/2018	19/9/2018	1/10/2018	2/10/2018	13/10/2018	
				Encuesta de valor	3/5/2018	9/5/2018	6	■																						
Encuesta de procesos	10/5/2018	19/5/2018	9		■																									
Análisis FODA	21/5/2018	30/5/2018	9					■																						
Análisis de Ishikawa	26/5/2018	8/6/2018	13						■																					
Análisis de Pareto	10/6/2018	29/6/2018	19										■																	
Asignación de tareas	1/7/2018	15/7/2018	14													■														
Lista de chequeo	19/7/2018	25/7/2018	6																				■							
Diagrama de flujo	26/7/2018	3/8/2018	8																					■						
Medición de tiempos	27/7/2018	17/8/2018	21																							■				
Datos de producción	18/8/2018	18/9/2018	31																								■			
Herramientas de mejora	19/9/2018	1/10/2018	12																									■		
Opciones de mejora	2/10/2018	13/10/2018	11																										■	

Figura 18. Diagrama de Gantt

Fuente: elaboración propia

Sección 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Inicialmente, se deberá corroborar la reducción de tiempos en los procesos relativos a la línea de producción, es decir, la primera verificación consiste en la medición de los tiempos en subprocesos, para aclarar la mejora aplicada a la línea.

Se elabora una lista de chequeo relacionada con cada etapa del proceso productivo, donde se pueda visualizar el estado de cada parte, como la fase previa al proceso, el estado de las condiciones del producto y la parte final de este. Dicha lista es muy concisa y clara, solo para verificar que cada etapa vaya cumpliéndose a cabalidad.

La verificación de calidad debe hacerse por el mismo operario de producción, ya que no existe una gran cantidad de colaboradores y, como está claro, se trata de una empresa en función de desarrollo e implementación de mejoras.

Los tiempos totales de ciclo deberán ser medidos también como un todo, en verificación de la mejora aplicada y aprovechamiento óptimo de recursos, también las órdenes de producción realizadas serán marcadas como parte de producto terminado y deberán revisarse al momento de su finalización principalmente por la secretaria ejecutiva para hacer constar que la mercadería está completa y está lista para ser entregada.

Esta es la lista de chequeo de las etapas productivas:

LISTA DE CHEQUEO PARA CADA ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO				
				
Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.			Atenas	
Departamento de producción			Revisión constante	
Planta de procesos			Inicio 7:00 am	
Santa Eulalia de Atenas			Finalización 5:00 pm	
Verificación de etapas del proceso productivo				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
Preparación del proceso				
1	Los tanques de agitación están en las condiciones de limpieza necesaria			
2	Se tiene la materia prima correcta para iniciar el proceso productivo			
Estado del producto				
3	La consistencia de la mezcla es la adecuada			
4	La temperatura de la mezcla es favorable para el proceso			
Producto terminado				
5	Los envases cuentan con las condiciones para embalar la mercadería			
6	El producto cumple con la normativa requerida según el MAG			
Nombre y Cedula de la persona que la ejecuta			Firma	
Nombre y Cedula de la persona que revisa			Firma	

Figura 19. Chequeo de producción

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO IV: LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

Para analizar el proceso de producción, inicialmente se tomaron registros de órdenes de producción desde el 2015 hasta la primera mitad del presente año 2018, esto con el fin de determinar cuáles productos son los más desarrollados y cuáles no. Dicho análisis demostró que los fertilizantes de mayor venta fueron Boro, Zinc y Forten 6-32-6, por lo tanto, el análisis de procesos se centrará en estos 3 fertilizantes solamente, para acortar el desarrollo de la tesis y enfocarla en procesos vitales para su ejecución, la base de datos de dicha información fue la siguiente:

2015			2016			2017			2018		
Producto	Fecha	Cantidad	Producto	Fecha	Cantidad	Producto	Fecha	Cantidad	Producto	Fecha	Cantidad
10-10-10+aa	4/8/2015	1000	10-10-10+aa	13/9/2016	1000	10-10-10+aa	7/3/2017	1000	10-10-10+aa	11/6/2018	200
10-10-10+aa	9/2/2015	600	10-10-10+aa	13/6/2018	1000	Forten 6-32-6	27/6/2017	200	10-10-10+aa	22/6/2018	200
Multimineral	3/11/2015	1000	Multimineral	27/9/2016	1000	Multimineral	13/3/2017	1000	10-10-10+aa	24/7/2018	200
Multimineral	20/7/2015	1000	Multimineral	27/6/2016	1000	Energy	14/6/2017	200	Forten 6-32-6	13/8/2018	200
Multimineral	13/4/2015	1000	Multimineral	17/2/2016	1000	Boro	30/5/2017	1000	Polisacaridos + EM	14/6/2018	200
Boro	21/10/2015	1000	Boro	16/11/2016	1000	Boro	24/3/2017	1000	Polisacaridos + EM	19/6/2018	1000
Boro	24/9/2015	1000	Boro	22/9/2016	1000	Polisacaridos + EM	28/3/2017	1000	Calcio	23/8/2018	200
Boro	12/8/2015	1000	Boro	16/8/2016	1000	Potasio Plus	8/6/2017	200	Synerggreen	12/7/2018	200
Boro	31/7/2015	1000	Boro	14/7/2016	1000	Potasio Plus	5/6/2017	200	Synerggreen	15/6/2018	200
Boro	10/7/2015	1000	Boro	30/5/2016	1000	Potasio Plus	12/6/2017	200	Synerggreen	6/6/2018	200
Boro	11/3/2015	1000	Boro	18/3/2016	1000	ZyBork	23/2/2017	800	Synerggreen	8/3/2018	200
Boro	19/1/2015	1000	Nova Fort	11/1/2016	1000	Magnesio	17/2/2017	800	Boro	20/6/2018	200
Complex	17/6/2015	200	Complex	20/1/2016	600	Vita Hum	20/3/2017	1000	Boro	20/7/2018	200
Calcio	27/10/2015	1000	Calcio	18/8/2016	1000	Zinc	13/6/2017	1000	Boro	19/7/2018	200
Calcio	9/2/2015	1000	Calcio	2/6/2016	1000	Zinc	21/2/2017	1000	Boro	18/7/2018	200
Energy	13/10/2015	1000	Energy	6/9/2016	1000	ZyBork	23/2/2017	1000			
Energy	16/7/2015	1000	Energy	12/4/2016	1000						
Forten 6-32-6	23/11/2015	1000	Forten 6-32-6	31/06/16	1000						
Forten 6-32-6	24/9/2015	1000	Forten 6-32-6	4/7/2016	1000						
Forten 6-32-6	11/7/2015	1000	Forten 6-32-6	11/2/2016	1000						
Forten 6-32-6	11/5/2015	1000	Magnesio	1/4/2016	1000						
Forten 6-32-6	17/3/2015	1000	Magnesio	30/5/2016	200						
Magnesio	22/9/2015	1000	Magnesio	12/7/2016	1000						
Manganeso	10/11/2015	1000	Magnesio	18/1/2016	1000						
Manganeso	19/1/2015	1000	Zn-Mn	1/9/2016	200						
Hierro	24/6/2015	1000	Zn-Mn	19/5/2016	200						
Polisacaridos + EM	16/9/2015	1000	Zn-Mn	4/5/2016	200						
Polisacaridos + EM	7/7/2015	1000	Polisacaridos + EM	16/6/2016	1000						
Polisacaridos + EM	6/4/2015	1000	Polisacaridos + EM	18/4/2016	1000						
Polisacaridos + EM	17/3/2015	1000	Potasio Plus	25/8/2016	1000						
Potasio Plus	28/8/2018	1000	Potasio Plus	27/6/2016	1000						
Potasio Plus	20/11/2015	1000	Pronik Regulador PH	15/11/2016	1000						
Potasio Plus	19/6/2015	1000	Pronik Regulador PH	23/5/2016	1000						
Pronik Regulador PH	17/9/2015	600	Pronik Regulador PH	14/1/2016	600						
Pronik Regulador PH	23/6/2015	600	Synerggreen	1/8/2016	1000						
Pronik Regulador PH	23/3/2015	600	Synerggreen	14/3/2016	1000						
Synerggreen	8/10/2015	1000	Vita Hum	22/8/2016	1000						
Synerggreen	25/6/2015	1000	Vita Hum	7/6/2016	1000						
Vita Hum	28/8/2015	1000	Zinc	18/9/2016	1000						
Vita Hum	28/4/2015	1000	Zinc	30/6/2016	1000						
Zinc	21/9/2015	1000	Zinc	4/3/2016	1000						
Zinc	21/10/2015	1000	Zinc	19/2/2016	1000						
Zinc	7/8/2015	1000	ZyBork	11/10/2016	1000						
Zinc	13/5/2015	1000									
Zinc	10/3/2015	1000									
Zinc	13/1/2015	1000									
ZyBork	28/7/2015	1000									
Total		44600			39000			11600			3800

Figura 20. Base de datos producción

Fuente: elaboración propia

La lista de productos de mayor a menor producción, según la anterior base de datos, queda de la siguiente manera:

Producto	Litros
Boro	15800
Zinc	12000
Forten 6-32-6	8400
Polisacaridos + EM	8200
Multimineral	7000
Potasio Plus	5600
10-10-10+aa	5200
Magnesio	5000
Vita Hum	5000
Synerggreen	4800
Pronik Regulador PH	4400
Calcio	4200
Energy	4200
ZyBork	3800
Manganeso	2000
Hierro	1000
Nova Fort	1000
Complex	800
Zn-Mn	600

Figura 21. Resumen de base de datos producción

Fuente: elaboración propia

El siguiente gráfico de barras muestra los datos de producción, de manera que puedan apreciarse mejor los volúmenes de demanda.

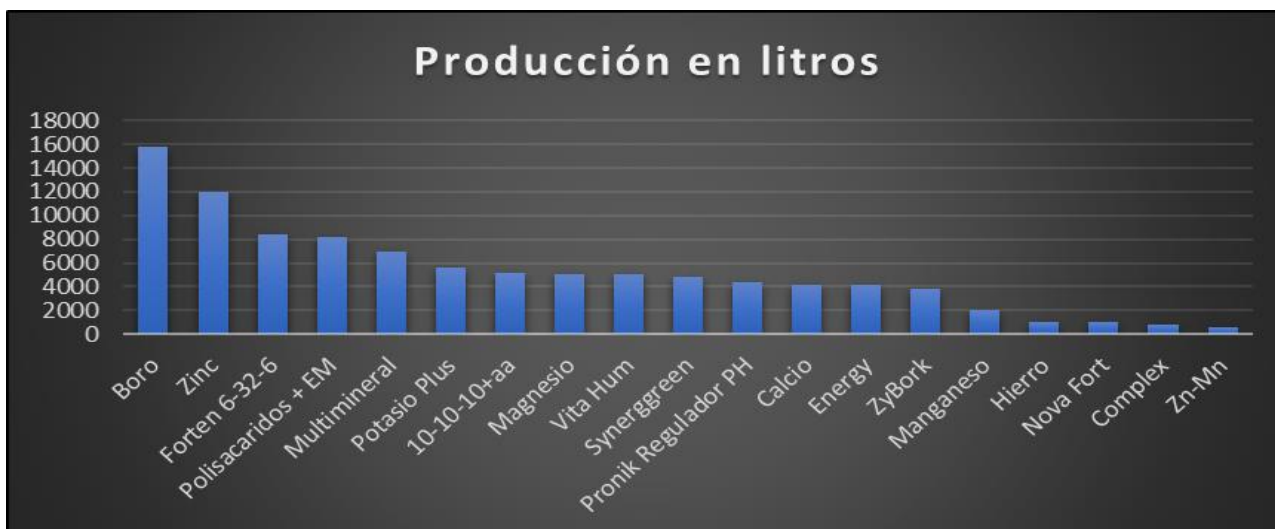


Figura 22. Gráfico de barras base datos producción

Fuente: elaboración propia

En el siguiente apartado, se analizará el estado actual de la planta de procesos de GRAS S.A. Este análisis comprenderá una serie de mediciones de procesos que permitirá conocer el tiempo del proceso productivo, la manera de realización de este y su eficiencia.

Se programó una serie de actividades para desarrollar el proyecto de forma lógica y ordenada, básicamente para tener más control sobre la fase de medición de procesos, realizando una análisis fuerte e importante en cuanto a la oportunidad de mejora que presenta el proceso productivo, determinando tareas como implementación de encuestas, listas de chequeo, análisis de causas, flujos de procesos y medición de tiempos concretos, los cuales pueden dar un énfasis en una mejora del proceso en general y mayor eficiencia en este.

A través de este cronograma, hecho con un diagrama de Gantt, surgió la posibilidad de buscar opciones de mejora, las cuales pueden surgir a partir de los datos analizados previamente. Como desarrollo de mejora, es posible que se tomen varias decisiones respecto a la mejora del proceso y disminución de tiempos.

La encuesta de valor muestra la posición de la Gerencia ante la situación actual de la empresa y su punto de vista hacia la mejora:

La lista de chequeo debe arrojar datos respectivos a las condiciones de la planta y las posibles mejoras que pueden implementarse en el proceso, la cual también fue aplicada en las fechas iniciales al proyecto. Asimismo, se miden los tiempos del proceso para complementar el diagrama de flujo de la producción como tal.

Un análisis de puntos a través de un FODA permite visualizar que la planta necesita una mejora de procesos que le abra oportunidades de ser más eficiente en cuanto a producción, para incrementar sus inventarios y tratar de competir más en un mercado que se encuentra en constante crecimiento y en una era de la tecnología que usualmente mecaniza todos sus procesos.

PUNTOS DE ANÁLISIS FODA	
FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<i>Planta en desarrollo</i>	<i>Planta relativamente pequeña</i>
<i>Clientes tienen antigüedad</i>	<i>No hay analista de procesos</i>
<i>Conocimiento técnico necesario</i>	<i>No hay plan de mejora continua</i>
FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<i>Apertura de mercados</i>	<i>Mercado en desarrollo</i>
<i>Desarrollo de plan de producción</i>	<i>Alta competencia local</i>
<i>Establecer áreas definidas en planta</i>	<i>Procesos automatizados en competencias</i>

Figura 23. Resumen de análisis FODA

Fuente: elaboración propia

Primeramente, se evaluarán los puntos positivos del análisis FODA, es decir, las Fortalezas y Oportunidades del negocio; seguidamente, los puntos de mejora y factores que pueden afectar de manera negativa el negocio, es decir, las Debilidades y Amenazas.

Fortalezas:

El análisis de las fortalezas señala principalmente el conocimiento técnico de los propietarios de la compañía. El señor Nilo Godoy desarrolló sus estudios como Ingeniero Agrónomo y tuvo la oportunidad de trabajar mucho tiempo en otras

compañías dedicadas a los fertilizantes a partir de productos químicos. También, impartió lecciones universitarias durante muchos años, lo cual le permitió ampliar sus conocimientos y mantenerse a la vanguardia de los cambios y avances de la agronomía, definitivamente su conocimiento de la materia es una fortaleza importantísima para mantener el auge de la compañía y aprovechar al máximo sus conocimientos y técnicas en el desarrollo de fertilizantes. El desarrollo de su trabajo a través de los años y en otras compañías desarrolladoras de fertilizantes le genera otra fortaleza vital para el negocio y es la confianza de sus clientes. Muchos de ellos mantienen sus relaciones comerciales gracias al compromiso que han adquirido con el trato con don Nilo, la lealtad de sus clientes convierte su negocio no solo en una relación comercial estable para los actuales consumidores, sino que también son ejemplo de entrega y responsabilidad para potenciales clientes en un futuro próximo.

Otra punto muy importante a favor de la visión que mantiene la planta de fertilizantes GRAS, es su potencial desarrollo, al no ser una planta totalmente automatizada, ni con gran maquinaria industrial trabajando, permite que la visión del negocio vaya desarrollándose poco a poco, a través de los objetivos que plantea la Gerencia, es decir, a medida que su demanda y productividad crezcan y el desarrollo de métodos y maquinaria industrial vayan en constante mejora, permite a la Dirección de la empresa tomar decisiones respecto a futuras inversiones. Es decir, si sería algo provechoso promover el uso de nuevas máquinas si en un futuro próximo el desarrollo del negocio va a mantener los mismos estándares o puede requerir de cambios en su inversión. La empresa tiene toda la apertura del mejoramiento

continuo a su disposición, es cuestión de valorar su visión y tomar las decisiones correctas para su inversión.

Oportunidades:

La mayor oportunidad para la planta de fertilizantes GRAS es la gran posibilidad de aventurarse en el desarrollo de mercados más amplios y con mayores zonas a través del país, actualmente, como se ha mencionado, se concentra en zonas específicas del país, sin embargo, la visión de negocio no es quedarse ahí, sino ampliar su marca por todo el territorio, por tanto, esto se convierte en la oportunidad más importante de la planta de producción y la marca Nutrigras. Sus productos tienen la capacidad de ser consumidos en todo el país, de ser comercializados por agricultores que necesiten un beneficio para sus cosechas. Además, los productos desarrollados por GRAS pueden ser los indicados para ayudar a los agricultores a sacar adelante sus cosechas de la mejor manera.

Otra oportunidad clara y necesaria es el desarrollo de un plan de producción que permita ordenar sus objetivos de producción, basados en la demanda y el comportamiento estadístico de los clientes, para aprovechar al máximo sus recursos materiales y humanos, el tiempo es un recurso vital y que debe contemplarse como uno que constantemente se está agotando, por tanto un plan de producción ante todo permite administrar correctamente este recurso tan importante y necesario, además del aprovechamiento de muchos más.

La siguiente oportunidad de mejora corresponde al espacio dentro de la planta. Este es un punto donde claramente se debe trabajar y buscar mejoras constantemente.

La oportunidad se define como un desarrollo de espacios físicos dentro de la planta que sean asignados única y definitivamente para mantener un orden y limpieza dentro del lugar de trabajo, esta oportunidad de mejora reflejará los resultados dentro de la reducción de tiempos de ciclo, productividad más alta y, por supuesto, una línea de trabajo más efectiva.

Debilidades:

Un punto de posible desarrollo se tiene en el tamaño de la planta, en otras palabras, en un futuro auge del negocio y desarrollo de nuevos productos, es muy difícil la inclusión de maquinaria en el actual lugar de trabajo, y la planta posiblemente deba de ser remodelada o bien se deba buscar otra infraestructura. Además, el tamaño de la planta tan pequeño también afecta para el almacenaje de mercadería en producto terminado, no hay espacio para tener mucho inventario y esto crea que constantemente que la producción sea muy acelerada, por decirlo de alguna manera, no hay mucho lugar para tener producto listo para despachar.

Otro punto es que no existe una figura que esté realizando análisis de tiempos y movimientos, las técnicas de producción son claramente supervisadas por Nilo Godoy, quien conoce ampliamente el tema de desarrollo de este tipo de productos, sin embargo, es importante la oportunidad de crecimiento a través de una persona que analice si los procesos pueden ser reducidos en cuanto a tiempos, movimientos, recursos, entre otros. Esta figura podría estar constantemente desarrollando nuevos planes de trabajo y, a la vez, aplicando herramientas de mejora continua que permitan a la planta desarrollarse en el área de productividad eficiente.

El siguiente aspecto va ligado a la falta de una persona que sea analista de procesos y es la falta de un plan de mejora continua. Este plan se necesita para desarrollar técnicas y herramientas de trabajo que funcionen como medidores de rendimiento, como por ejemplo que se utilicen “Kanban” para asegurarse el cumplimiento de tareas y que cada tarea tenga una medición de tiempos para verificar que es constante, o indicadores “poka yoke” en la línea para visualizar en qué etapa se encuentra cada producción y cuál es el tiempo esperado para finalizar. También, un control de inventarios para realizar solamente la producción necesaria. En fin, la aplicación de este tipo de herramientas es necesaria para un funcionamiento y desarrollo ideal en la planta.

Amenazas:

La primera amenaza puede ser vista, en cierta forma, como una oportunidad, sin embargo, se analizarán las características que la convierten en una amenaza directamente y es que el mercado de fertilizantes para la marca Nutrigras, se encuentra en desarrollo, es decir, existen otras marcas de fertilizantes que son más estables en el mercado nacional. El riesgo es que el desarrollo y crecimiento de una nueva marca o una marca en potencial auge puede ser obstaculizado o bien opacado por un mercado abarcado por otras marcas establecidas. Si bien es cierto que puede ser una amenaza, también es un riesgo que se debe tomar y crecer bajo esa circunstancia.

La competencia es un factor de riesgo importante, hay un alto mercado por desarrollar, sin embargo, la diversidad de marcas es amplia y, por supuesto, todas las empresas quieren surgir en este mercado de consumidores de fertilizantes, por

tanto, puede ser una amenaza el hecho de no lograr competir correctamente y, en lugar de lograr posicionarse, más bien, la empresa ceda mercado a otros y vaya paulatinamente bajando su demanda y producción.

La automatización de procesos por parte de la competencia es una amenaza muy clara, ya que permite que la producción sea mucho mayor y pueden tener listo el producto con mayor anterioridad, los procesos automatizados son una ventaja competitiva para las empresas que cuentan con estos y la compañía GRAS S.A. no cuenta con la automatización de la línea de producción por tanto, en cuanto a la velocidad del proceso y producto terminado en inventario, no tiene el mismo rendimiento de trabajo que otras marcas.

El actual proceso se puede diagramar, a grandes rasgos, de la siguiente manera:

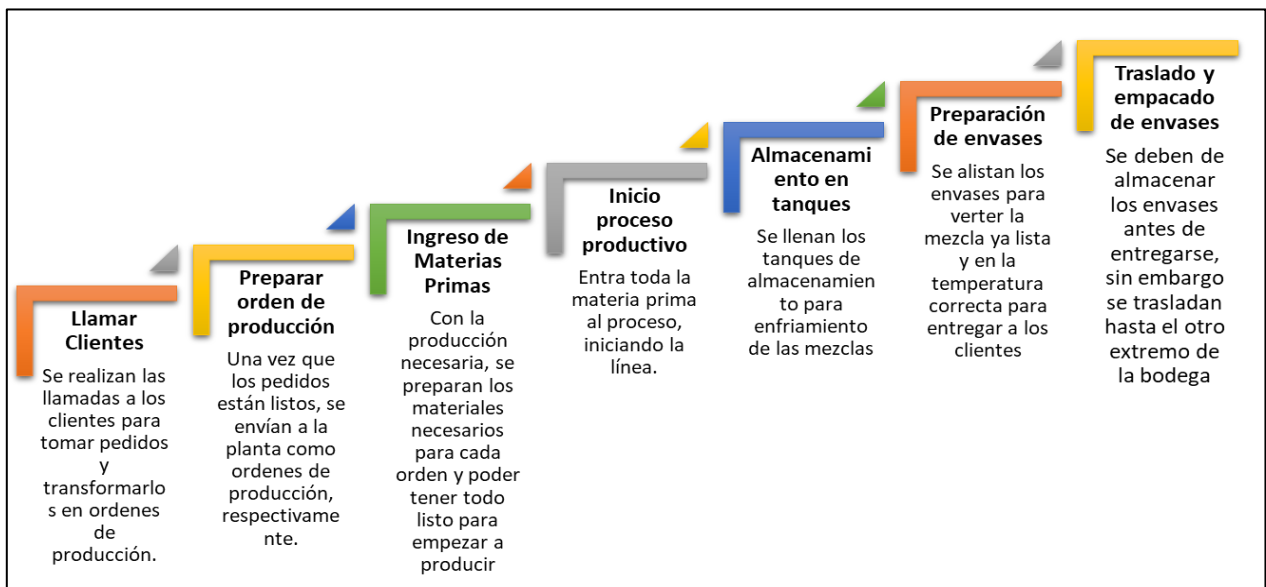
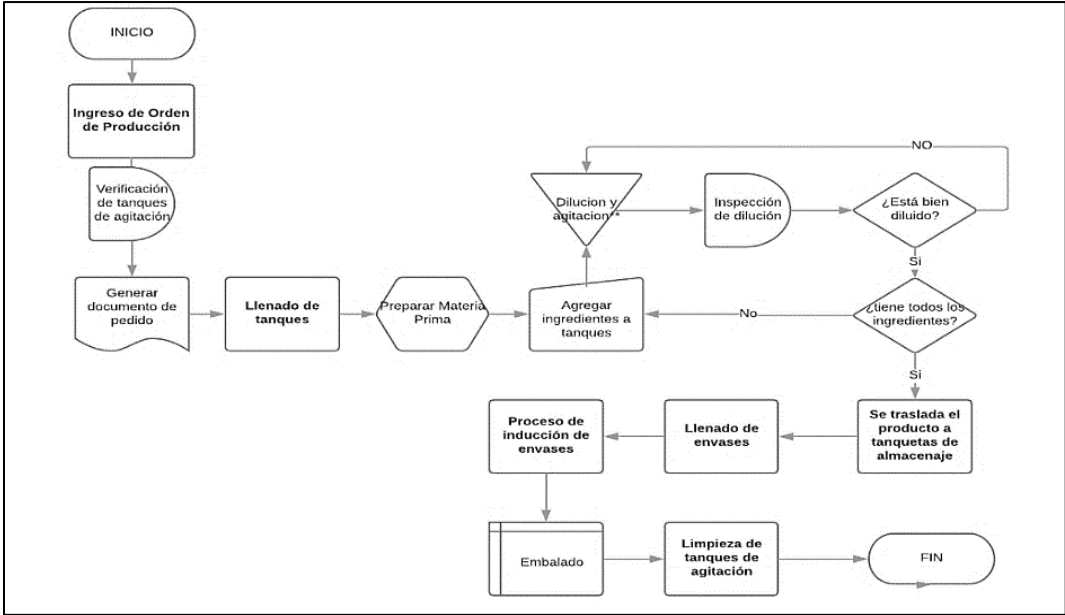


Figura 24. Flujo de actividades

Fuente: elaboración propia

Para el análisis del proceso en sí, se realizó este diagrama de flujo del proceso, con el fin de conocer todos los procedimientos que conllevan al desarrollo de los productos en GRAS S.A.:



**** Este proceso no tiene límite de tiempo**

Figura 25. Diagrama de flujo actual

Fuente: elaboración propia

La inclusión de los tiempos de los procesos se determinó para cada proceso de la siguiente manera:

El proceso de producción del Boro tiene un tiempo de duración de aproximadamente 30 horas de trabajo, las cuales, si se distribuyen en 8 horas laborales diarias, se tienen 3,75 días laborados, es decir, si la tanda de producción inicia lunes a las 8:00 a.m., se finaliza el día jueves a las 03:00 p.m., esto tomando en cuenta que en la jornada laboral se debe restar una hora diaria para alimentación, por tanto para producir una orden se necesita casi una semana completa, ya que el día viernes, se toma como un día para distribuir el producto final.

La encuesta de valor y la determinación de las herramientas son una etapa del proyecto que se desarrollan en la segunda parte de la presente tesis, por tanto, ya son temas abarcados y en esta sección solamente se aplicarán.

Las opciones de mejora posibles se contemplarán en este apartado para comenzar a desarrollar las aplicaciones en este proyecto, no solamente será la agilización de los procesos, sino el reacomodo de la planta.

El actual diagrama de la planta se distribuye de la siguiente manera:

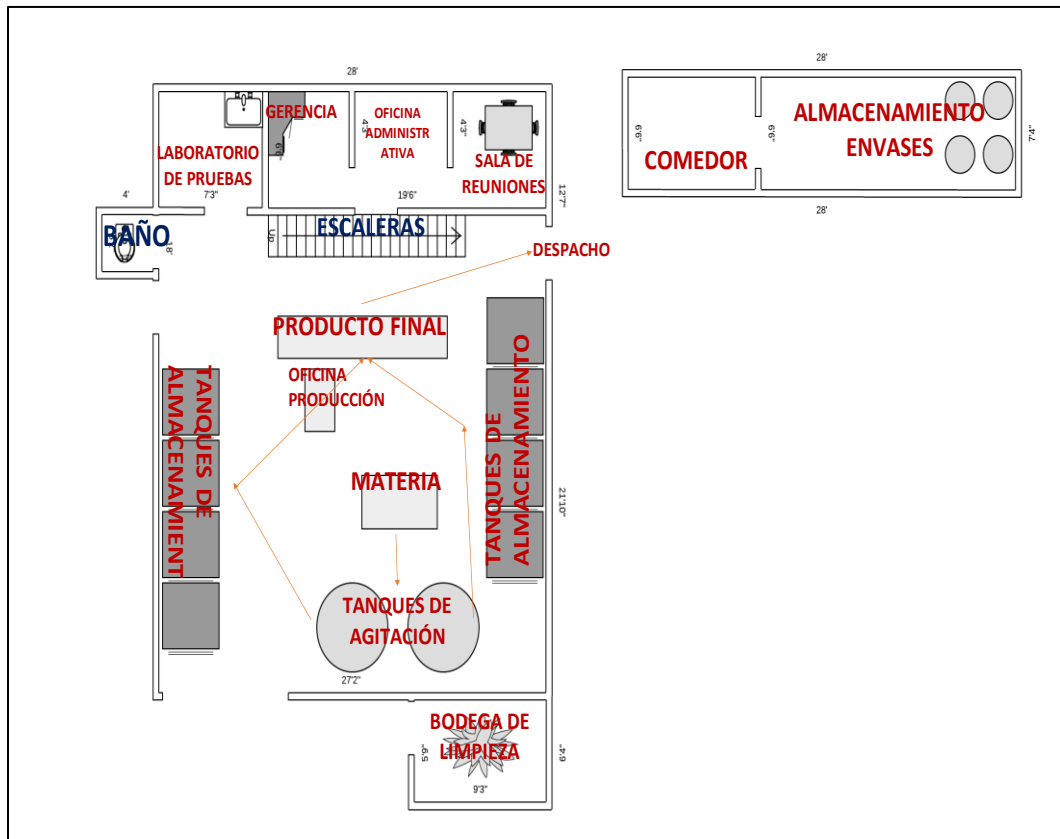


Figura 26. Diagrama de planta actual

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar el diagrama de hilos, el ciclo de producción no tiene un orden lógico ni lineal, lo cual afecta directamente el tiempo del proceso y tiene altas posibilidades de ser mejorado, realizando una propuesta de un proceso completamente lineal, aprovechando espacios para desarrollare bodegas de almacenamiento de materias primas y por supuesto, de producto terminado, lo cual beneficia en gran manera el aprovechamiento de los recursos y genera una eficiencia mucho mayor en el proceso.

El análisis de Ishikawa muestra una serie de causantes que pueden ser evaluadas dentro de un Diagrama de Pareto, para darle un valor a las causas relativas al

problema de que el proceso productivo es poco estable, la matriz relativa al Ishikawa de determinó de la siguiente manera:

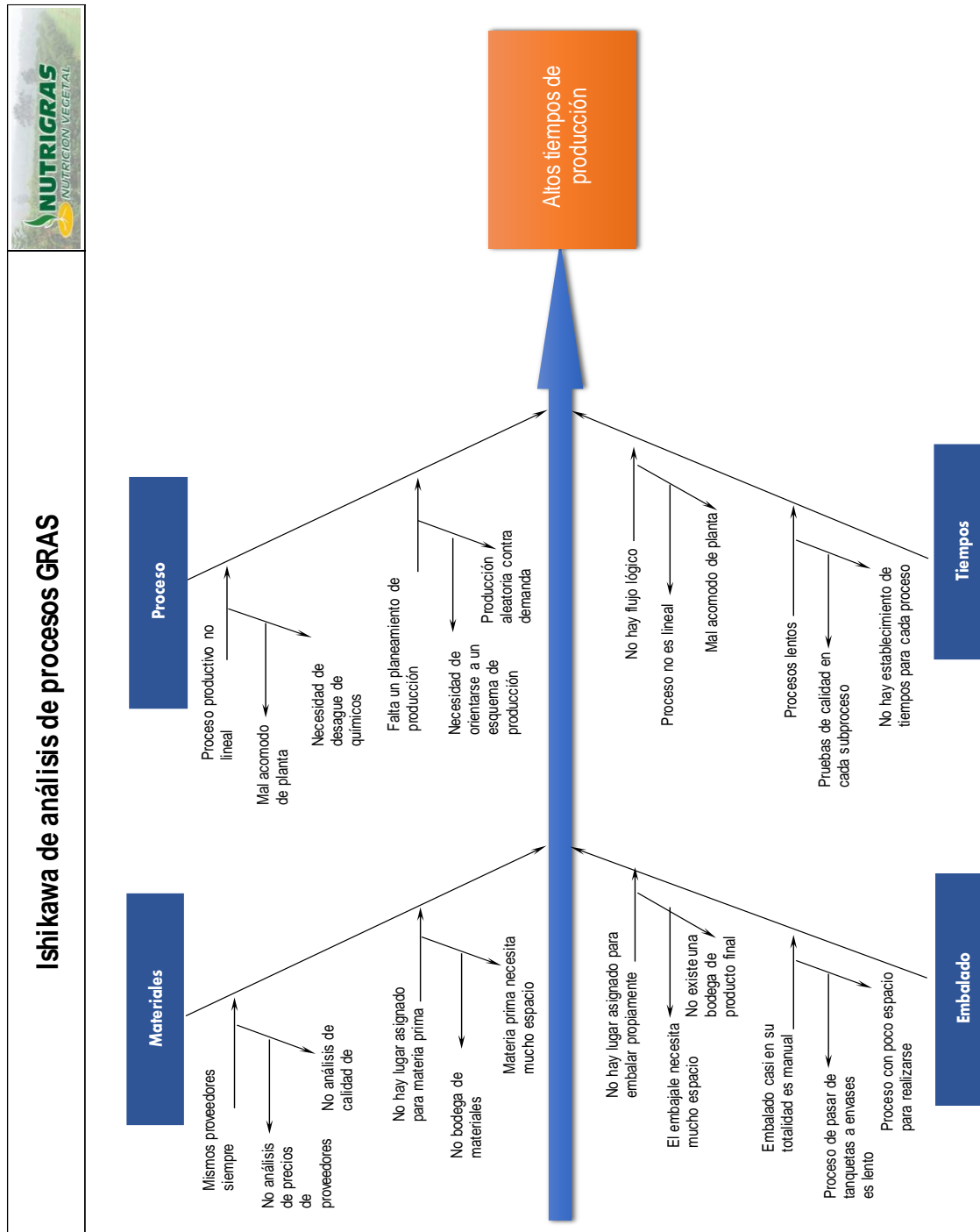


Figura 27. Desarrollo de Diagrama de Ishikawa

Fuente: elaboración propia

Basándose en las causas que se desprenden del diagrama de Ishikawa, se puede realizar un gráfico de Pareto que permita visualizar las causas de manera cuantitativa, con el fin de centrarse en las principales causas que afectan la mayor parte del problema:

Causa	Frecuencia	%	% acumulado
<i>Proceso productivo no es lineal</i>	50	10 %	10 %
<i>Producción diaria, según demanda</i>	47	9 %	19 %
<i>Productos de más venta, desconocidos</i>	45	9 %	27 %
<i>Tiempos de procesos inexactos</i>	43	8 %	36 %
<i>Enfriamiento de mezcla muy lento</i>	41	8 %	43 %
<i>Productos estrella, inseguros</i>	39	8 %	51 %
<i>Producto terminado sin lugar específico</i>	37	7 %	58 %
<i>Materia prima sin lugar específico</i>	35	7 %	65 %
<i>Materia prima necesita mucho espacio</i>	33	6 %	71 %
<i>Área de embalaje sin determinar</i>	30	6 %	77 %
<i>Espacio muy reducido en la planta</i>	28	5 %	82 %
Embalaje totalmente manual	26	5 %	87 %
Mantenimiento preventivo sin programar	24	5 %	92 %
Pruebas de calidad en cada subproceso	22	4 %	96 %
Control estadístico de procesos desconocido	20	4 %	100 %
Total de datos	520	100 %	

Figura 28. Tabla de análisis de causas para Pareto

Fuente: elaboración propia

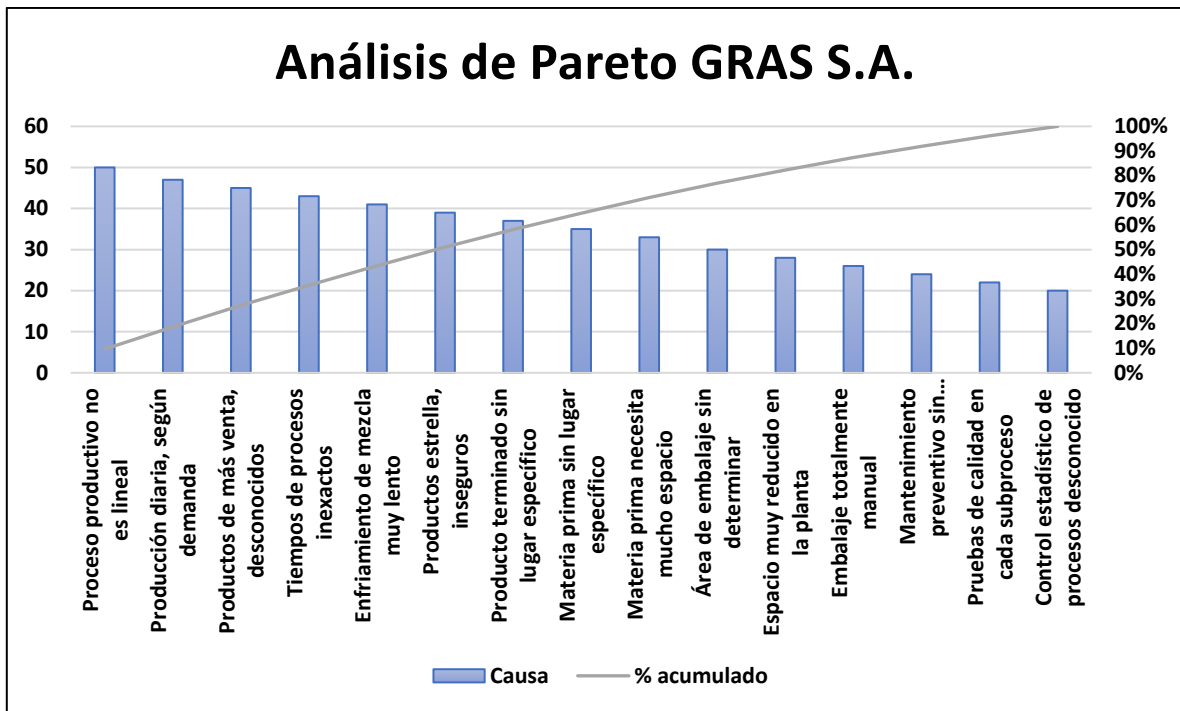


Figura 29. Análisis de Pareto

Fuente: elaboración propia

El análisis de Pareto indica que las principales causas que se deben analizar son aquellas que comprenden el 80% del problema.

En función de los tiempos de manufactura se puede determinar una productividad para cada producto realizado, es decir, para los productos estrella. La productividad deberá ser dada en función del tiempo que toma desarrollar una orden de producción, ya que no se manejan datos de costos de producción y la compañía es más conservadora en cuanto a esta información y respetando su decisión se manejará de la manera mencionada.

Como fórmula sencilla para determinar la productividad, se determina un resultado de litros por hora, (Litros/hora), cada manufactura tiene un tiempo diferente de producción, se analizarán solamente Boro, Zinc y Forten. Inicialmente, para la

fabricación de Boro, se utilizan 10 reactivos dentro del proceso, cada reactivo tiene un tiempo de duración en la mezcla de 1,6 horas (1 hora y 36 minutos) adicional a esto luego de que se mezcla un reactivo se toma un muestreo y se baja un poco más la temperatura y se toma la decisión de continuar o no con el siguiente reactivo y esto toma 15 minutos aproximadamente (0,25 horas). Si se suman los 10 reactivos, se tiene un total de 16 horas, adicional el tiempo de cada muestreo, si se suman dan un total de 2,5 horas (2 horas y 30 minutos) en conjunto este proceso de mezcla de reactivos toma 18,5 horas (18 horas y 30 minutos).

Fuera del tiempo de proceso como tal, es importante analizar las diferentes operaciones:

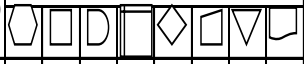
CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE BORO						
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen				
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad	Actual	Propuesta	Economía	
Actividad: Producción de BORO		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión Agregar ingredientes Dilución Documentación	X			
Método: Actual/Propuesto						
Lugar: PLANTA GRAS						
Operario (s): Encargado planta	Ficha núm: 1					
Compuesto por: Diego Salas	Fecha: 28/07/18					
Aprobado por: Danilo Godoy	Fecha: 10/08/18	Tiempo (horas-hombre) Recursos: Personal Materia Prima Tiempo				
Descripción		Cantidad	Tiempo	Simbolo		Observaciones
						
Ingreso de la orden de producción		1	0,083			
Verificación de tanques de agitación		1	0,17			
Generar documento de pedido		1	0,083			
Llenado de tanques		1	1			
Preparación de materia prima		1	1			
Agregar reactivos a tanques		10	0			
Dilución de reactivo		10	16			
Toma de muestra de mezcla		10	1,25			
Toma de decisión		10	1,25			
Traslado de producto a tanques de almacenaje		1	1			
Llenado de envases		1	5			
Inducción de envases		1	1,5			
Embalado		1	1,5			
Limpieza de tanques de agitación		1	1,5			
Total		50	31,3			

Figura 30. Coursograma analítico BORO

Fuente: elaboración propia

Boro			
Total de litros producidos	200	Productividad	6,38
Descripción	Responsable	Horas	Minutos
Verificar estado de tanques	Encargado planta	0,1	5
Ingreso de Orden de Producción	Asistente administrativa	0,2	10
Generar documento de pedido	Asistente administrativa	0,1	5
Llenado de tanques de agitación	Encargado planta	1	60
Preparar materias primas	Encargado planta	1	60
Agregar ingredientes	Encargado planta	-	0
Dilución de ingredientes, muestreo y decisión	Encargado planta	18,5	1110
Traslado a tanques de almacenaje	Encargado planta	1	60
Llenado de envases	Encargado planta	5	300
Proceso de inducción de envases	Encargado planta	1,5	90
Embalado	Encargado planta	1,5	90
Limpieza de tanques de agitación	Encargado planta	1,5	90
Total del proceso		31,3	1880

Figura 31. Histograma de producción de Boro

Fuente: elaboración propia

La productividad actual para el Boro es de 6,38 litros por hora, (6,38 Litros/hora), ya que la tanda de producción es de 200 litros.

Se analizará, seguidamente, la producción del Zinc, este conlleva 7 reactivos, por tanto, la duración de los procesos es más corta, sin embargo, la mezcla de los reactivos tiene el mismo tiempo de duración y la producción de Zinc es de 1000 litros. Se verá el análisis de la siguiente manera:


CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE ZINC										
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen								
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Producción de ZINC		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión Agregar ingredientes Dilución Documentación	X							
Método: Actual/Propuesto										
Lugar: PLANTA GRAS										
Operario (s): Encargado planta	Ficha núm: 1									
Compuesto por: Diego Salas	Fecha: 28/07/18									
Aprobado por: Danilo Godoy	Fecha: 10/08/18	Recursos: Personal Materia Prima Tiempo								
		Tiempo (horas-hombre)								
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo							Observaciones
			◡	◻	◻	◻	◻	◻	◻	
Ingreso de la orden de producción	1	0,083								
Verificación de tanques de agitación	1	0,17								
Generar documento de pedido	1	0,083								
Llenado de tanques	1	1								
Preparación de materia prima	1	1								
Agregar reactivos a tanques	7	0								
Dilución de reactivo	7	11,2								
Toma de muestra de mezcla	7	0,875								
Toma de decisión	7	0,875								
Traslado de producto a tanques de almacenaje	1	1								
Llenado de envases	1	5								
Inducción de envases	1	1,5								
Embalado	1	1,5								
Limpieza de tanques de agitación	1	1,5								
Total	38	25,8								

Figura 32. Cursograma analítico ZINC

Fuente: elaboración propia

Zinc			
Total de litros producidos	1000	Productividad	38,71
Descripción	Responsable	Horas	Minutos
Verificar estado de tanques	Encargado planta	0,1	5
Ingreso de Orden de Producción	Asistente administrativa	0,2	10
Generar documento de pedido	Asistente administrativa	0,1	5
Llenado de tanques de agitación	Encargado planta	1	60
Preparar materias primas	Encargado planta	1	60
Agregar ingredientes	Encargado planta	-	0
Dilución de ingredientes, muestreo y decisión	Encargado planta	13	777
Traslado a tanques de almacenaje	Encargado planta	1	60
Llenado de envases	Encargado planta	5	300
Proceso de inducción de envases	Encargado planta	1,5	90
Embalado	Encargado planta	1,5	90
Limpieza de tanques de agitación	Encargado planta	1,5	90
Total del proceso		25,8	1547

Figura 33. Histograma de producción de Zinc

Fuente: elaboración propia

La productividad actual para el Zinc es de 38,71 litros/hora, claramente es más alta, ya que la cantidad de litros es mayor y la cantidad de reactivos es menor, esto beneficia su manufactura.

Por último, la productividad del Forten 6-32-6 se verá reflejada en los mismos términos y esta contiene 10 reactivos al igual que el Boro, sin embargo, las tandas de producción del Forten se desarrollan habitualmente 1000 litros y no 200 como en el Boro, la productividad del Forten se analizará así:

CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE FORTEN 6-32-6



Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen					
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Producción de FORTEN 6-32-6		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión Agregar ingredientes Dilución Documentación		X					
Método: Actual/Propuesto									
Lugar: PLANTA GRAS									
Operario (s): Encargado planta								Ficha núm: 1	
Compuesto por: Diego Salas								Fecha: 28/07/18	
Aprobado por: Danilo Godoy		Fecha: 10/08/18		Tiempo (horas-hombre)					
				Recursos: Personal Materia Prima Tiempo					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Símbolo				Observaciones	
				□	□	□	□	□	
Ingreso de la orden de producción		1	0,083						
Verificación de tanques de agitación		1	0,17						
Generar documento de pedido		1	0,083						
Llenado de tanques		1	1						
Preparación de materia prima		1	1						
Agregar reactivos a tanques		10	0						
Dilución de reactivo		10	16						
Toma de muestra de mezcla		10	1,25						
Toma de decisión		10	1,25						
Traslado de producto a tanques de almacenaje		1	1						
Llenado de envases		1	5						
Inducción de envases		1	1,5						
Embalado		1	1,5						
Limpieza de tanques de agitación		1	1,5						
Total		50	31,3						

Figura 34. Cursograma analítico FORTEN 6-32-6

Fuente: elaboración propia

Forten 6-32-6			
Total de litros producidos	1000	Productividad	31,91
Descripción	Responsable	Horas	Minutos
Verificar estado de tanques	Encargado planta	0,1	5
Ingreso de Orden de Producción	Asistente administrativa	0,2	10
Generar documento de pedido	Asistente administrativa	0,1	5
Llenado de tanques de agitación	Encargado planta	1	60
Preparar materias primas	Encargado planta	1	60
Agregar ingredientes	Encargado planta	-	0
Dilución de ingredientes, muestreo y decisión	Encargado planta	18,5	1110
Traslado a tanques de almacenaje	Encargado planta	1	60
Llenado de envases	Encargado planta	5	300
Proceso de inducción de envases	Encargado planta	1,5	90
Embalado	Encargado planta	1,5	90
Limpieza de tanques de agitación	Encargado planta	1,5	90
Total del proceso		31,3	1880

Figura 35. Histograma de producción de Forten

Fuente: elaboración propia

La productividad del Forten es de 31,91 litros/hora, con el actual proceso de manufactura, estos indicadores son importantes para la medición de la mejora presentada en el proyecto, en resumen, las productividades se reflejan así:

Producto	Cantidad	Horas	Productividad
Boro	200	31,3	6,4
Zinc	1000	25,8	38,8
Forten 6-32-6	1000	31,3	31,9

Figura 36. Resumen de productividad

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Validando todo el análisis de causas y determinando que las principales fuentes del problema deben ser solucionadas lo antes posible, se desarrolla un plan de mejora continua que permita integrar cambios en la línea de producción a nivel estructural y, a su vez, proporcionar planes de producción eficientes, los tiempos de producción actualmente, como se analizó, son bastante extensos y es necesario que estos cambios reflejen una reducción en el tiempo para conseguir una mayor eficiencia de producción y aprovechamiento de recursos existentes.

A continuación, se presenta un cuadro con las principales causas que se atacarán en el proyecto, todas con su solución y una pequeña observación de cada caso:

CAUSAS	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	OBSERVACIONES
Flujo del proceso no lineal	Rediseño de la línea de producción	La línea actual tiene la Materia Prima en medio del proceso. La línea propuesta tiene secuencia lineal.
Proceso de enfriamiento es lento	Enfriamiento asistido con ventilación	La mezcla necesita temperatura ambiente para agregar siguiente reactivo.
Existen procesos que deben esperar otros para continuar	Realización de procesos simultáneamente	No se recarga todas las funciones a un colaborador, sino que se distribuyen
No existen registros de orden de producción	Implementación de documentos de ordenes de producción	Los registros permiten tener análisis de tiempos, muestreos y control de calidad.
Diagrama de flujo no analizado	Desarrollo de nuevo flujo de proceso, con un diagrama de flujo	Conocer el flujo del proceso permite entender la lógica de producción, sus tiempos y movimientos.

Figura 37. Cuadro resumen de propuestas

Fuente: elaboración propia

Sección 5.1 Rediseño de línea de producción

En términos de flujo de procesos, lo que indica el estudio de métodos en cuanto a la producción eficiente de un proceso, lo ideal es mantener la secuencia lineal en el mismo, a no ser que amerite ser de otra manera. Sin embargo, en este caso, lo ideal es seguir la indicación de flujo de procesos lineales, primeramente, la materia prima, luego, el proceso como tal y, finalmente, el producto terminado.

Al verlo así, tiene mucho sentido la posición del flujo, pero hay que tomar en cuenta aspectos importantes para esta modificación en la planta de procesos de GRAS, ya que, como ya se conoce, la posición en la planta no es lineal y esto tiene una razón de ser muy importante. Los tanques de agitación, los cuales son parte del proceso de manufactura, están en la parte inicial del flujo, adheridos prácticamente a una pared, la cual tiene en su parte inferior una cañería especial para el desalojo fácil y rápido de sustancias químicas en caso de una emergencia relevante, esta particularidad en la planta a parte de una medida de seguridad importante, es también una normativa del Ministerio de Salud, con el fin de evitar altas contaminaciones ambientales y emergencias importantes en las zonas aledañas a las plantas productoras de fertilizantes y agroquímicos.

Una vez dada esta explicación, es importante conservar esta normativa en la nueva distribución de planta, así que la mejor manera de lograr un flujo lineal, y al mismo tiempo conservar la normativa, es construir una nueva cañería que conecte el desagüe de los tanques de agitación con la cañería existente que recorre alrededor de la planta. El piso debe tener una leve inclinación hacia los costados para lograr que los líquidos tengan la fluidez necesaria para realizar un correcto drenaje. Con

esta premisa se puede lograr el flujo requerido y, a su vez, mantener la seguridad de las zonas aledañas.

Otro punto importante para el nuevo diseño de la planta es la estabilidad de los tanques de almacenamiento y de agitación. Esta es otra razón por la cual los tanques en su totalidad están nexos a las paredes de la planta. Aporta mayor seguridad el hecho de que estén afirmados con las paredes, comparado con que se encuentren en el centro de la planta sin apoyo a los costados. Sin embargo, existe una forma muy eficiente de dar seguridad a los tanques de agitación y es utilizando *racks* de soporte de hierro para montar los tanques, atornillando las bases en el piso y colocando barandas metálicas alrededor de ambos tanques, esto evitará las posibles inclinaciones y movimientos de dichos tanques. Por otra parte, los tanques de almacenamiento no deben moverse de su posición actual, no sería necesario para mejorar el flujo, sino simplemente los tanques que almacenan los productos de mayor demanda, es decir Boro, Zinc y Forten 6-32-6 solamente. Estos deberán quedar en la última posición de almacenaje para facilitar su proceso de embotellado y envasado, también, facilitaría su almacenamiento final, ya que, al tenerlo cerca del área de producto terminado, su desplazamiento claramente va a ser el mínimo.

La nueva distribución de planta sería desarrollada contemplando también áreas que anteriormente no existían como lo son la bodega de materia prima y el área de embalado adjunta a la zona de producto final, también esta distribución traslada la oficina de producción junto con la bodega de materia prima y junto con la puerta de recepción de esta, esto con el fin de ser más eficientes al momento de recepción de

mercadería, colocación de los productos, planeación e inicio de la línea de producción. Esta distribución queda de manera gráfica de la siguiente manera:

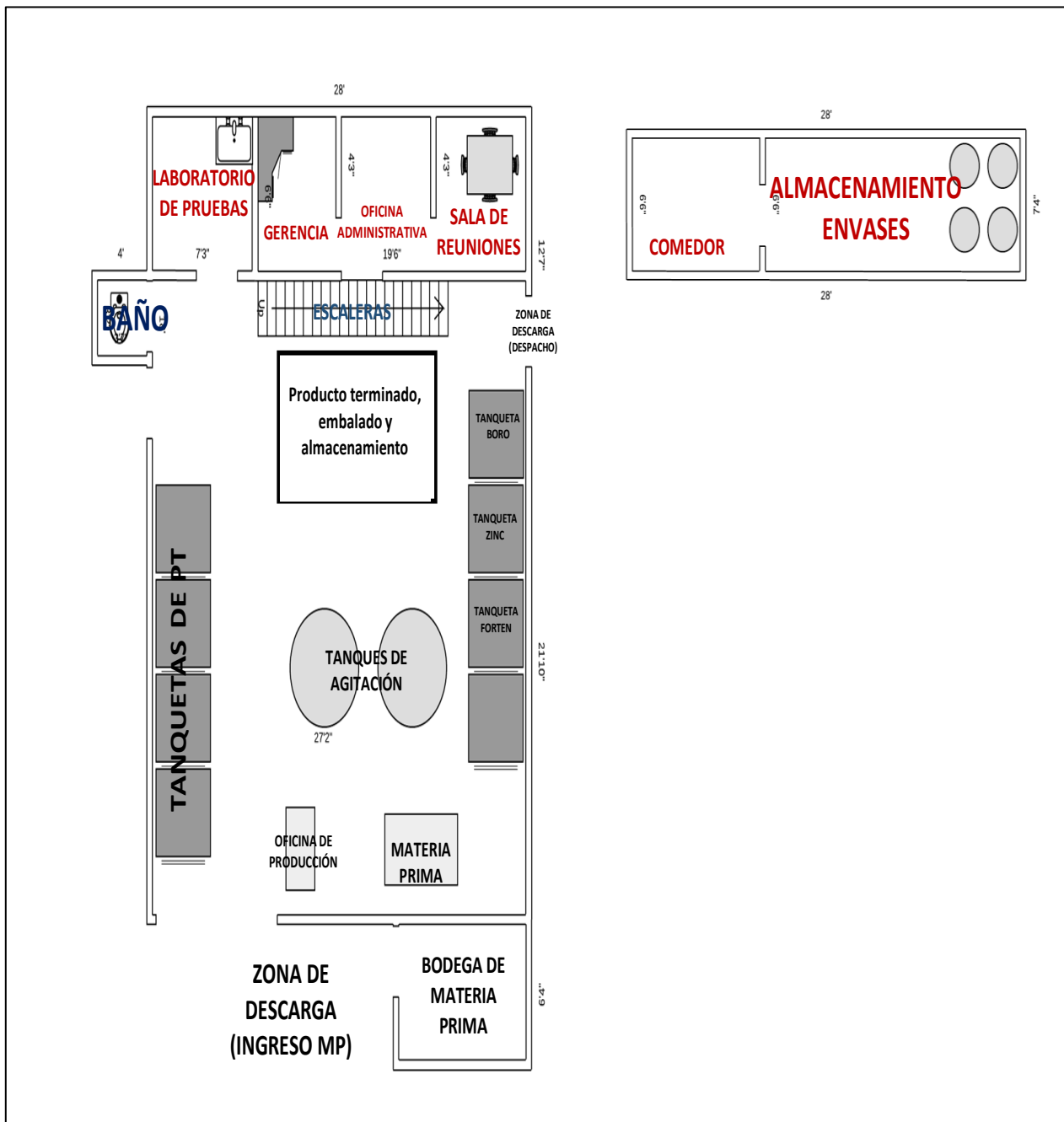


Figura 38. Nuevo Diagrama de Planta

Fuente: elaboración propia

Sección 5.2 Agilización del proceso de enfriamiento de producto terminado

Anteriormente se mencionó que parte importante del flujo del proceso de producción es la espera del enfriamiento del producto para poder realizar pruebas de calidad, dicho enfriamiento tiene una gran oportunidad de mejora y por supuesto consiste en su agilización. Actualmente, la inserción de químicos puede tardar hasta 3 días, ya que no se agrega un ingrediente hasta que el anterior haya sido totalmente diluido y, a su vez, correctamente estabilizado a una temperatura idónea.

El proceso del enfriamiento asistido se desarrolló a través de un experimento en el cual se tomó una muestra de una mezcla a la temperatura lograda cuando se están diluyendo los reactivos. Luego, se dejó alcanzar la temperatura ambiente sin alguna intervención y se tomó el tiempo que requirió este proceso con un cronómetro y así se obtuvo un tiempo real del proceso de enfriamiento normal.

En la segunda etapa de este experimento se tomó la muestra nuevamente y con la temperatura lograda al momento del proceso de dilución de reactivos se realizó un enfriamiento asistido con un ventilador y con la muestra en un ambiente externo, tal y como si estuviese expuesta a un extractor de aire.

Este proceso mostró un registro bastante satisfactorio para la mejora requerida, un proceso de producción en el cual se beneficia en gran manera el flujo a través de una reducción importante de los tiempos de ciclo.

La primera toma registró una temperatura de 72,2 °C en una muestra de 100 ml de la mezcla:

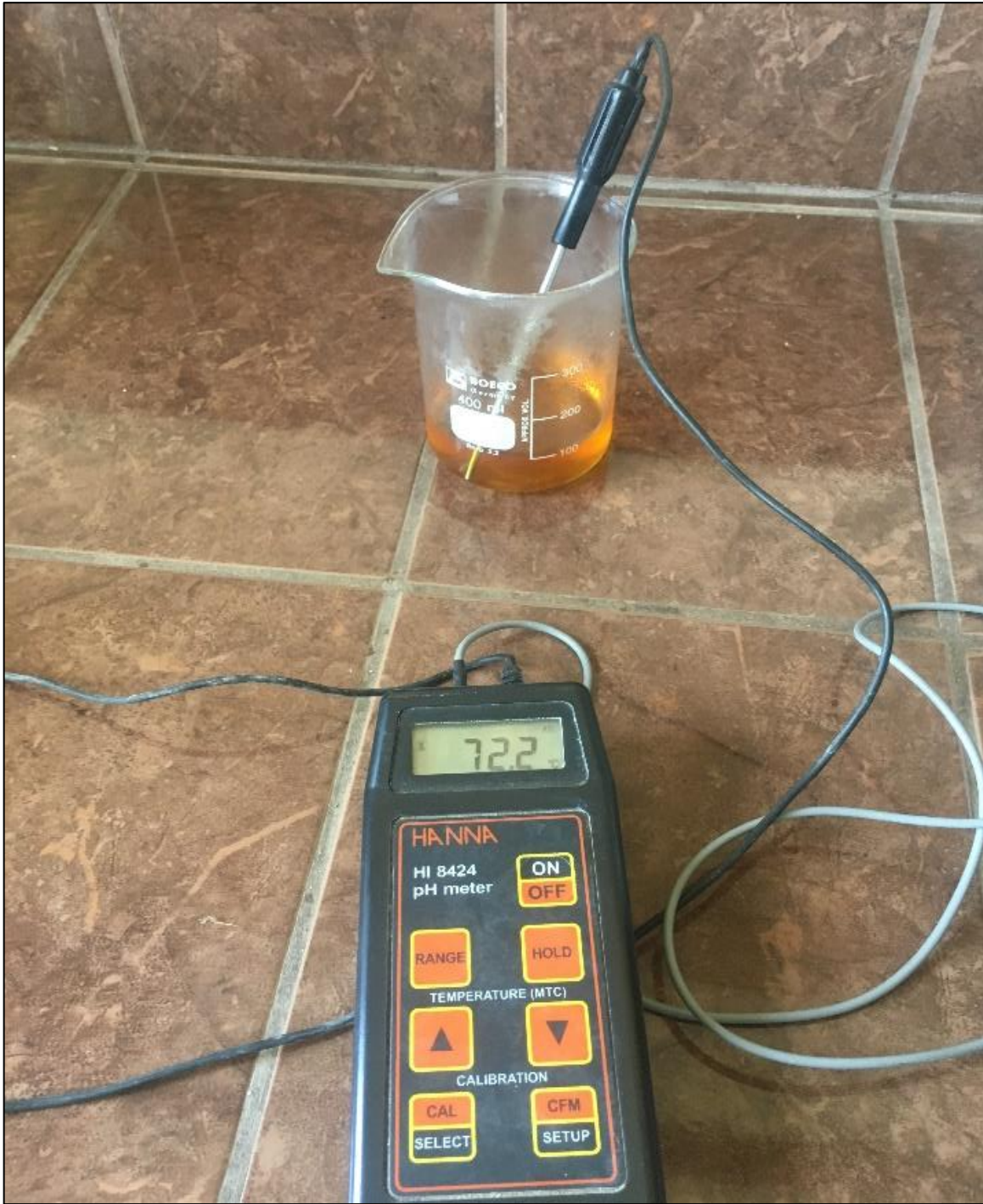


Figura 39. Imagen experimento 1

Fuente: elaboración propia

El cronómetro se ajustó en 00:00:00 para iniciar la prueba y así empezó la toma del tiempo durante el proceso de reducción de temperatura:



Figura 40. Imagen experimento 2

Fuente: elaboración propia

Siguiendo con la parte del experimento, se detuvo el cronómetro al momento en que la mezcla llegó a los 30,8 °C y se tomó el tiempo del enfriamiento en 21:40:38



Figura 41. Imagen experimento 3

Fuente: elaboración propia



Figura 42. Imagen experimento 4

Fuente: elaboración propia

De esta forma, se registró el dato en la siguiente tabla de información:

	Enfriamiento normal
Temp Inicial	72,2
Temp Final	30,8
Tiempo	00:21:40
Minutos	21,67

Figura 43. Tabla experimento 1

Fuente: elaboración propia

Para el segundo experimento, se tomó nuevamente la toma de la temperatura inicial de la mezcla y esta vez registró 73,2 °C y nuevamente con el cronómetro en 00:00:00 se inició la toma del tiempo de enfriamiento.



Figura 44. Imagen experimento 5

Fuente: elaboración propia

El objetivo de este enfriamiento consiste en asistir el proceso a través de un ventilador que acelere en determinada manera el proceso, acá un registro del cual se utilizó:



Figura 45. Imagen experimento 6

Fuente: elaboración propia

El resultado, como se mencionó, fue muy favorable, ya que se alcanzó una temperatura de 28,2 °C en tan solo 15:52:28. Registrando los datos de la siguiente manera:

	Enfriamiento asistido
Temp Inicial	73,2
Temp Final	28,2
Tiempo	15:52:28
Minutos	15,87

Figura 46. Tabla experimento 2

Fuente: elaboración propia



Figura 47. Imagen experimento 7

Fuente: elaboración propia



Figura 48. Imagen experimento 8

Fuente: elaboración propia

La diferencia de productividad del enfriamiento normal al asistido fue bastante, exactamente 2,87 grados/minuto que se aceleran en el enfriamiento asistido. En cuanto a los tiempos por cada grado que se reduce, se establece una diferencia de 0,35 min/grado como mejora obtenida, este tiempo refleja un 33 % de mejora del tiempo por cada grado que la temperatura baja respecto a la toma inicial donde se registra 0,52 min/grado.

En resumen, con el experimento de enfriamiento asistido se presenta la siguiente tabla con los debidos registros y valores analizados:

	Enfriamiento normal	Enfriamiento asistido
Temp Inicial	72,2	73,2
Temp Final	30,8	28,2
Diferencia Temp	41,4	45
Tiempo	21:40:38	15:52:28
Minutos	21,67	15,87
Grados/min	1,91	2,87
Min/grado	0,52	0,35

Figura 49. Tabla experimento 3

Fuente: elaboración propia

No se recomienda adicionar un químico si hay una alta temperatura de la dilución anterior, por lo tanto, es necesario esta espera, sin embargo, acá es el punto de la mejora, reducir esa espera es posible si se agregan ventiladores industriales y extractores de aire que agilicen este proceso. El enfriamiento natural de la mezcla, como ya se mencionó, puede tardar horas entre cada mezcla y, por ejemplo, si se inicia una producción de Boro un lunes a las 8:00 a.m. este proceso el día lunes acaba a las 5:00 p.m. con la inclusión de 3 reactivos y la receta indica que lleva 10 reactivos, por tanto, la finalización de producción del Boro puede darse el día jueves

a la 1:00 p.m., cuando se haya agregado el último reactivo y también alcance la temperatura ideal. Una vez listo, esto se inicia el envasado en sus respectivas presentaciones, lo cual también se lleva el resto del día jueves y la mañana del día viernes, por tanto, una producción completa tarda hasta una semana.

El enfriamiento asistido de la mezcla ayuda a reducir este tiempo en un 30% del tiempo, es decir, si anteriormente se tardaba 16 horas para agregar ingredientes, para la producción de Boro, ahora se tarda 11,2 horas, lo cual reduce en gran manera el ciclo de producción.

Después de cada dilución de un reactivo, el encargado del proceso deberá realizar un muestreo para evaluar la calidad de la mezcla y así determinar si se puede continuar con el siguiente reactivo o no, estos muestreos no deberán de exceder los 5 minutos para agilizar el proceso productivo, si el reactivo se diluyó correctamente el flujo total en un caso como el anterior puede verse de la siguiente manera:

Se inicia el lunes a las 7:00 a.m. con la revisión del estado de los tanques, el ingreso de la orden de producción y, por supuesto, el llenado de los tanques de agitación al nivel de agua requerido, se preparan las materias primas y se arranca el proceso con el primer reactivo a las 9:00 a.m., cada inserción de un reactivo se va a dar cada 72 minutos, es decir, una hora con 12 minutos. Este tiempo incluye los 5 minutos del muestreo y comprobación de calidad de la dilución. Si este tiempo se cumple la dilución de todos los reactivos, terminaría el martes a las 10:36 a.m., el final del proceso incluyendo el llenado de envases, inducción de envases y embalado estará listo para el siguiente día, es decir, miércoles a más tardar las 2:00 p.m., con el producto listo para entregar.

Esta entrega la realiza el propietario de la empresa, Nilo Godoy Cabrera, por tanto, en esta nueva situación la planta puede disponer de la tarde del miércoles, jueves y viernes completos para la realización de otra orden de producción, incluso, que conlleve una menor cantidad de reactivos como lo es el Zinc que requiere solamente 7 reactivos para su confección.

Sección 5.3 Realización de procesos simultáneos

Hay una mejora indudablemente en la secuencia de los procesos, no es necesario que una persona se encargue de realizar todos los procesos, en otras palabras, en el orden lógico del proceso hay momentos en los que no es necesario detener la línea para continuar con la siguiente tarea. Por ejemplo, al inicio de la línea se comienza con la verificación de tanques de agitación, ingreso de las órdenes de producción, generar el documento de pedido, llenado de los tanques y preparación de materias primas, bueno cada tarea lleva un tiempo específico y las que más tardan son el llenado de tanques y preparar las materias primas, una hora cada proceso, y los demás un total de 20 minutos, actualmente, se desarrolla todo el inicio del proceso en 2 horas y 20 minutos.

Este planteamiento del proceso es lento y desgastante, por tanto, lo primero que se debe hacer es revisar el estado y poner a llenar los tanques de agitación, luego se revisa la orden de producción. Con esto, se sabrá cuánta será la cantidad de agua requerida para detener el llenado del tanque al momento correcto. Mientras se realiza este procedimiento, se genera el documento de pedido y se preparan las materias primas, con lo cual solo se va a necesitar la misma hora que tarda el tanque en llenarse, solo se necesitarán 20 minutos adicionales para terminar de preparar

los reactivos. Se pasa de un proceso que tarda 140 minutos a uno que tarda 80 minutos.

En la etapa final del proceso, también se encuentran procesos que se pueden realizar en simultáneo, sin embargo, solo hay una persona encargado de la planta y la producción, por tanto, no sería aplicable en este caso, en todo caso, como manera de mejora sería provechoso trabajar con dos personas que se encarguen de todo el proceso de envasado, inducción y embalado del producto. Esto permitiría que mientras una persona está envasando el producto, otra persona haga la inducción y embalado en cajas, así se reduce el tiempo a las 5 horas del proceso de llenado de envases, ya que inmediatamente se haría la inducción y su embalaje, para pasar finalmente a la limpieza del tanque que entre dos personas podría hacerse en menos tiempo, muy posiblemente la mitad del actual.

Pero enfocándose en el planteamiento con el actual personal, se disminuye el total del proceso de 31,37 horas laboradas a 23,86 horas, es decir, una reducción total del tiempo de ciclo del 24 % con respecto al actual.

Los nuevos cursogramas analíticos se desarrollan de la siguiente manera:


CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE BORO									
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen							
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Producción de BORO		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión Agregar ingredientes Dilución Documentación		X					
Método: Actual/Propuesto									
Lugar: PLANTA GRAS									
Operario: Encargado planta y Asistente Administrativo									
Ficha núm: 1		Tiempo (horas-hombre)							
Compuesto por: Diego Salas		Recursos: Personal Materia Prima Tiempo							
Aprobado por: Danilo Godoy									
Fecha: 03/10/18									
Fecha: 10/10/18									
Descripción	Cantidad	Tiempo	Símbolo						Observaciones
			□	□	□	□	□	□	
Ingreso de la orden de producción	1	0,266							
Verificación de tanques de agitación	1	0,266							
Generar documento de pedido	1	0,266							
Llenado de tanques	1	0,266							
Preparación de materia prima	1	0,266							
Agregar reactivos a tanques	10	0							
Dilución de reactivo	10	4,01							
Toma de muestra de mezcla	10	4,01							
Toma de decisión	10	4,01							
Traslado de producto a tanques de almacenaje	1	1							
Llenado de envases	1	5							
Inducción de envases	1	1,5							
Embalado	1	1,5							
Limpieza de tanques de agitación	1	1,5							
Total	50	23,9							

Figura 50. Nuevo Cursograma Analítico del Boro

Fuente: elaboración propia


CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE ZINC								
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen						
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad	Actual	Propuesta	Economía			
Actividad: Producción de ZINC		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión		X				
Método: Actual/Propuesto								
Lugar: PLANTA GRAS								
Operario: Encargado planta y Asistente Administrativo								
Ficha núm: 1		Tiempo (horas-hombre)						
Compuesto por: Diego Salas		Agregar ingredientes Dilución Documentación	Recursos:					
Aprobado por: Danilo Godoy			Personal					
Fecha: 03/10/18 Fecha: 10/10/18			Materia Prima Tiempo					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Símbolo				Observaciones
				□	□	□	□	□
Ingreso de la orden de producción		1	0,266					
Verificación de tanques de agitación		1	0,266					
Generar documento de pedido		1	0,266					
Llenado de tanques		1	0,266					
Preparación de materia prima		1	0,266					
Agregar reactivos a tanques		7	0					
Dilución de reactivo		7	2,8					
Toma de muestra de mezcla		7	2,8					
Toma de decisión		7	2,8					
Traslado de producto a tanques de almacenaje		1	1					
Llenado de envases		1	5					
Inducción de envases		1	1,5					
Embalado		1	1,5					
Limpieza de tanques de agitación		1	1,5					
Total		38	20,2					

Figura 51. Nuevo Cursograma Analítico del Zinc

Fuente: elaboración propia

CURSOGRAMA ANALÍTICO PRODUCCIÓN DE FORTEN 6-32-6



Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen					
Objeto: Fertilizantes GRAS S.A.		Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad: Producción de FORTEN 6-32-6		Preparación Proceso Inspección Embalado Decisión Agregar ingredientes Dilución Documentación		X					
Método: Actual/Propuesto									
Lugar: PLANTA GRAS									
Operario: Encargado planta y Asistente Administrativo	Ficha núm: 1								
Compuesto por: Diego Salas Aprobado por: Danilo Godoy	Fecha: 03/10/18 Fecha: 10/10/18								
		Tiempo (horas-hombre)		Recursos: Personal Materia Prima Tiempo					
Descripción		Cantidad	Tiempo	Símbolo				Observaciones	
				□	□	□	□	□	□
Ingreso de la orden de producción		1	0,266						
Verificación de tanques de agitación		1	0,266						
Generar documento de pedido		1	0,266						
Llenado de tanques		1	0,266						
Preparación de materia prima		1	0,266						
Agregar reactivos a tanques		10	0						
Dilución de reactivo		10	4,01						
Toma de muestra de mezcla		10	4,01						
Toma de decisión		10	4,01						
Traslado de producto a tanques de almacenaje		1	1						
Llenado de envases		1	5						
Inducción de envases		1	1,5						
Embalado		1	1,5						
Limpieza de tanques de agitación		1	1,5						
Total		50	23,9						

Figura 52. Nuevo Cursograma Analítico del Forten

Fuente: elaboración propia

Sección 5.4 Implementación de los documentos con las órdenes de producción.

No existen manuales de procedimientos establecidos, sino solamente documentos de seguimiento para cada manufactura de un fertilizante, es decir, como un recetario de ingredientes en orden de agregación y en función de un tiempo de mezclado y demás, como los siguientes:

GRAS S.A.						
ORDEN DE PRODUCCIÓN						
Fecha		#Lote				
Volumen a producir (L):	200	Tanque#				
BORO						
CANTIDAD						
Reactivos y orden de incorporación	Tiempo	(g)	(Kg)	(ml)	(L)	Check
ZZZ			30,68			
Tripolifosfato de sodio			9,12			
Glicerina					18,4	
XXX			9			
Maltodextrina			7			
Fructuosa			4			
Ácido Ascórbico		4				
YYY			2			
Colorante Amarillo				30		
Corbato de sodio		200				
Etiquetado con #lote						
CONTROL DE CALIDAD						
	Referencia		Obtenido			
Cantidad (g/ml)						
Temperatura (°C)						
Conductividad (µS/cm)						
Observaciones:						
	Formulación	Inspección	Inventario			
Responsable:			Firma:			

Figura 53. Orden de Producción del Boro

Fuente: elaboración propia

GRAS S.A.						
ORDEN DE PRODUCCIÓN						
Fecha		#Lote				
Volumen a producir (L):	1000	Tanque#				
FORTEN 6-32-6						
CANTIDAD						
Reactivos y orden de incorporación	Tiempo	(g)	(Kg)	(ml)	(L)	Check
Carbonato de potasio			88,8			
XXX			331,9			
Fosfato monoamónico			182,2			
YYY			83			
Sulfato de Magnesio			30,6			
Molibdato de sodio		251,9				
EDTA			2,5			
ZZZ				30		
Ascorbico		20				
Ácido húmico			7,5			
Etiquetado con #lote						
CONTROL DE CALIDAD						
	Referencia		Obtenido			
Cantidad (g/ml)						
Temperatura (°C)						
Conductividad (µS/cm)						
Observaciones:						
	Formulación	Inspección	Inventario			
Responsable:						
	Firma:					

Figura 54. Orden de Producción del Forten

Fuente: elaboración propia

GRAS S.A.						
ORDEN DE PRODUCCIÓN						
Fecha		#Lote				
Volumen a producir (L):	1000	Tanque#				
ZINC						
CANTIDAD						
Reactivos y orden de incorporación	Tiempo	(g)	(Kg)	(ml)	(L)	Check
XXX			50			
Sulfato de Zinc			331,3			
EDTA			20			
YYY			50			
Ácido Ascórbico		20				
Proteína			10			
ZZZ				150		
CONTROL DE CALIDAD						
	Referencia			Obtenido		
Cantidad (g/ml)						
Temperatura (°C)						
Conductividad (µS/cm)						
Observaciones:						
	Formulación	Inspección	Inventario			
Responsable:						
	Firma:					

Figura 55. Orden de Producción del Zinc

Fuente: elaboración propia

Se muestran las tres órdenes de producción y los ingredientes no se ven completos, ya que la empresa requiere mantener sus fórmulas anónimas, por tanto, los ingredientes no son los reales, sin embargo, la hoja funciona como un ejemplo de orden en cuanto a la cantidad de ingredientes a preparar y las medidas de calidad requeridas.

Esta herramienta de ayuda funciona propiamente como un control sobre cada orden de producción, no añade reducción de tiempos, simplemente agiliza el conocimiento de lo que se está realizando y permite tener una base de datos sobre cada producción diaria. En caso de verificar si hubo algún inconveniente en alguna tanda de producción, el documento permite validar esa revisión más fácilmente.

Sección 5.5 Nuevo diagrama de flujo.

El flujo del proceso varía en cuanto a la eficiencia de este se refiere, el orden de cada proceso se mantiene, el cambio consiste en que hay varios procesos que se realizan simultáneamente, es decir, en el mismo tiempo el flujo representa una serie de procesos, luego, continúa con el siguiente proceso y así seguidamente hasta finalizar.

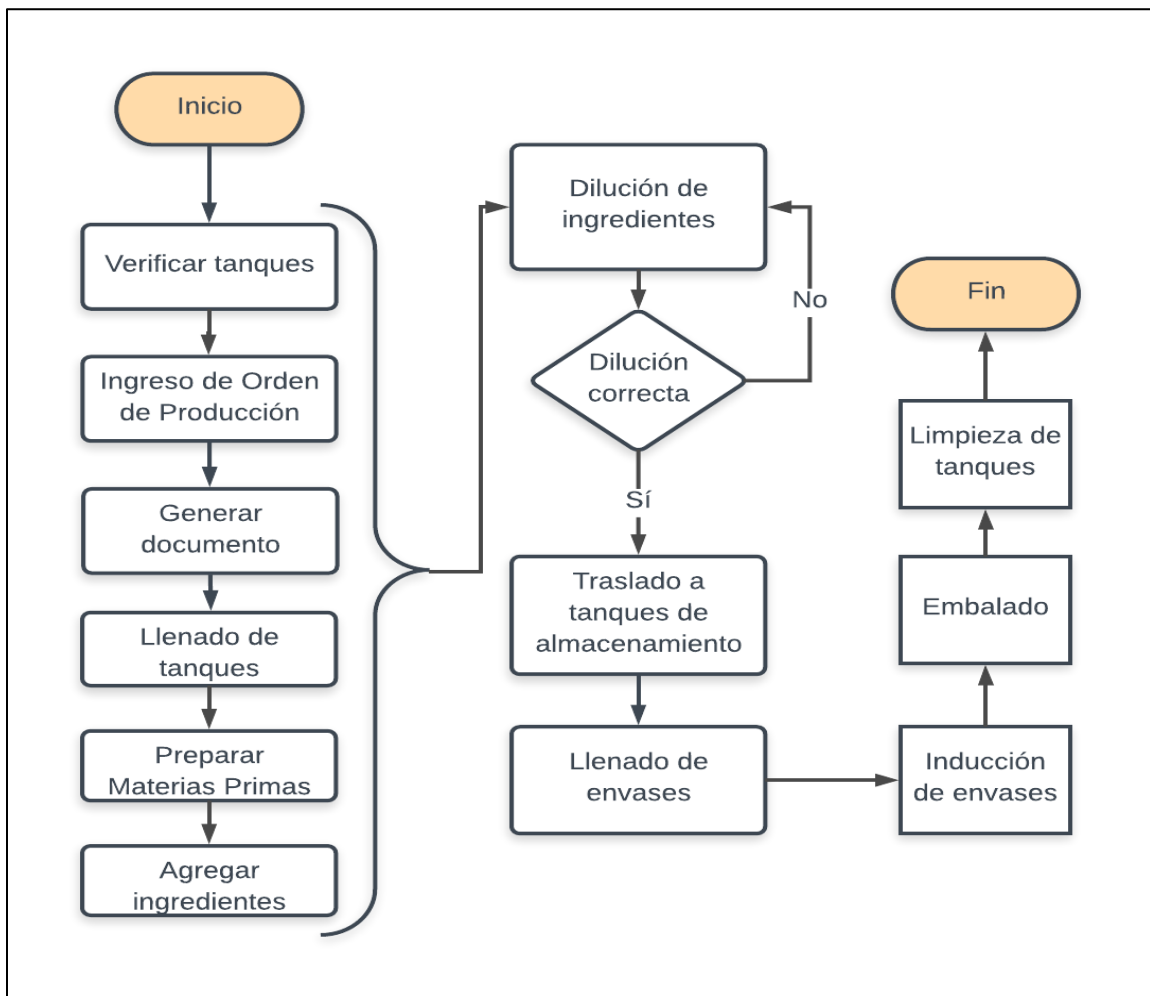


Figura 56. Nuevo Diagrama de Flujo

Fuente: elaboración propia

La productividad de cada proceso varía a gran manera, luego de las mejoras propuestas, inicialmente se determinó una productividad para cada uno de los productos estrella y se determinó de la siguiente manera:

Producto	Cantidad	Nuevo proceso		Proceso anterior		Mejora
		Horas	Productividad	Horas	Productividad	
Boro	200	23,9	8,38	31,3	6,39	31 %
Zinc	1000	20,2	49,43	25,8	38,76	28 %
Forten 6-32-6	1000	23,9	41,91	31,3	31,95	31 %

Figura 57. Cuadro comparación de procesos

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En el desarrollo de productos quelatados y fertilizantes químicos, se puede tener una gran variación de características y requisitos. Es importante, por supuesto, cumplir con las normativas necesarias para la producción y comercialización de este tipo de productos.

En el presente proyecto, se concluye que los procesos de producción de fertilizantes deben ser mejorados siempre en función de los requerimientos necesarios, es decir, ante cualquier modificación del proceso lo primero a considerar es si se está incumpliendo o no una normativa establecida.

Los procesos industriales siempre pueden ser mejorados y muchas veces las mejoras más eficientes son las más sencillas de aplicar, por tanto, es muy importante conocer con claridad cuál es el objetivo de la mejora y el lugar donde se desarrollará. Conocer el proceso y sus etapas es un paso clave para saber dónde exactamente es que se aplicará el análisis y la mejora propuesta.

El diagrama de flujo ayuda a observar cuál es el recorrido lógico del proceso, ayuda a realizar un análisis más exacto de donde es que se está ralentizando el flujo de trabajo. Con esta herramienta y acompañando de diagramas y cursogramas analíticos se determina cuál es la productividad actual de la empresa y hacia dónde se quiere llegar. Por medio de estas herramientas, se determinó que los tiempos más altos en el proceso fueron: los enfriamientos de las mezclas, la realización de procesos separados, que pueden ser hechos simultáneamente y, por supuesto, el flujo que no es lineal.

Se puede observar una mejora importante en el rendimiento del proceso. Cada uno de estos productos ahora tiene una productividad mayor, gracias al análisis del flujo y la aplicación de mejoras propuestas.

Los recursos que podían utilizarse fueron aprovechados al máximo, la modificación de la línea de producción necesitó propiamente la inversión de una cañería que permitiera el desagüe por el centro de la planta, directamente de los tanques de agitación. La bodega que se planteó para la materia prima ya existía, sin embargo, no se utilizaba con este fin. La distribución de tareas a realizar simultáneamente no requirió de ningún tipo de inversión, sino propiamente la asignación de tareas y organización correcta del trabajo y, por supuesto, la inversión sí fue requerida en la adquisición de abanicos industriales para el enfriamiento.

El plan de trabajo se diseñó bajo el concepto de mejora continua y el análisis constante de los procesos, permite seguir conociendo el estado del proceso y saber en cual aspecto puede ser mejorado. Su rendimiento puede ser medido en cuanto a tiempos, como se desarrolló en el presente proyecto, sin embargo, los rendimientos pueden ser medidos en cuanto a los costos de producción se refieren, todos los rendimientos son importantes de mejorar y la mejora de uno puede beneficiar otro.

Los controles aportados dentro de la línea de producción son los aplicados en el capítulo 5 del proyecto, donde se determinan las cantidades necesarias de cada reactivo para diluir en la mezcla y permite determinar si los tiempos de duración de cada uno están dentro de lo que deben tardar. Además, incluye un control de la

cantidad de masa molar, temperatura y conductividad de la mezcla al final del proceso.

Se realizó un catálogo con los 3 productos estrella de la marca Nutrigras, para promocionar y dar a conocer aún más sus características. Este catálogo también marca un inicio, para que se llegue a realizar uno con todos los productos Nutrigras.

Sección final del documento

Anexos

Anexo 1. Manual de procedimientos para elaboración de fertilizantes GRAS

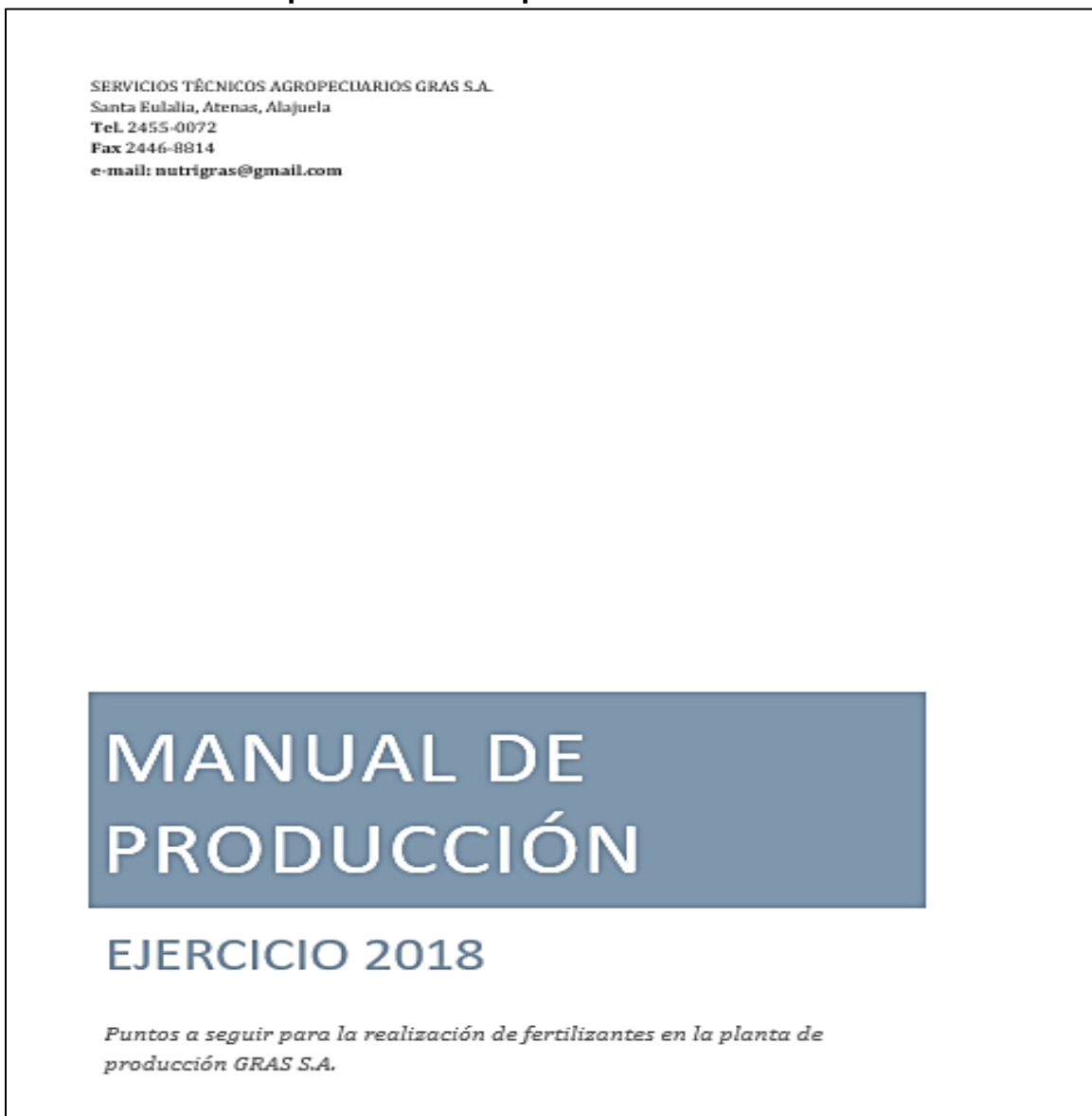


Figura 58. Primer página de manual

Fuente: elaboración propia

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

Plan de producción	1
Ingreso de orden de producción	1
Flujo del proceso	1
Listado de verificación	1
Control de producción	1
Anexos de producción	2
Flujograma	2
Verificación por etapas de producción	3
Matriz de producto a desarrollar	4
Diagrama de planta	5
Histograma del proceso	6
Notas finales del instructivo	7
Conclusiones	7
Información de la compañía	7

Figura 59. Segunda página de manual

Fuente: elaboración propia



Plan de producción

INGRESO DE ORDEN DE PRODUCCIÓN

Se requiere una orden de producción, para proceder a planificar un listado de materiales requeridos y estar listos para iniciar la línea de producción.

FLUJO DEL PROCESO

Ingresan las ordenes de producción, se preparan los tanques de agitación, ingreso de materias primas, agitación de mezcla, revisión constante de la mezcla y finalmente el envasado del producto en diferentes presentaciones.

LISTADO DE VERIFICACIÓN

Se desarrolla un listado de chequeo para utilizarse durante el proceso de producción, es necesario verificar cada paso y estado de la línea de producción.

CONTROL DE PRODUCCIÓN

Se desarrolla un matriz en Excel para documentar cada producción realizada, además permite tener control de las cantidades necesarias para cada fertilizante a producir.

Figura 60. Tercer página de manual

Fuente: elaboración propia

Anexos de producción

FLUJOGRAMA

El proceso productivo sigue un flujo de la siguiente manera:

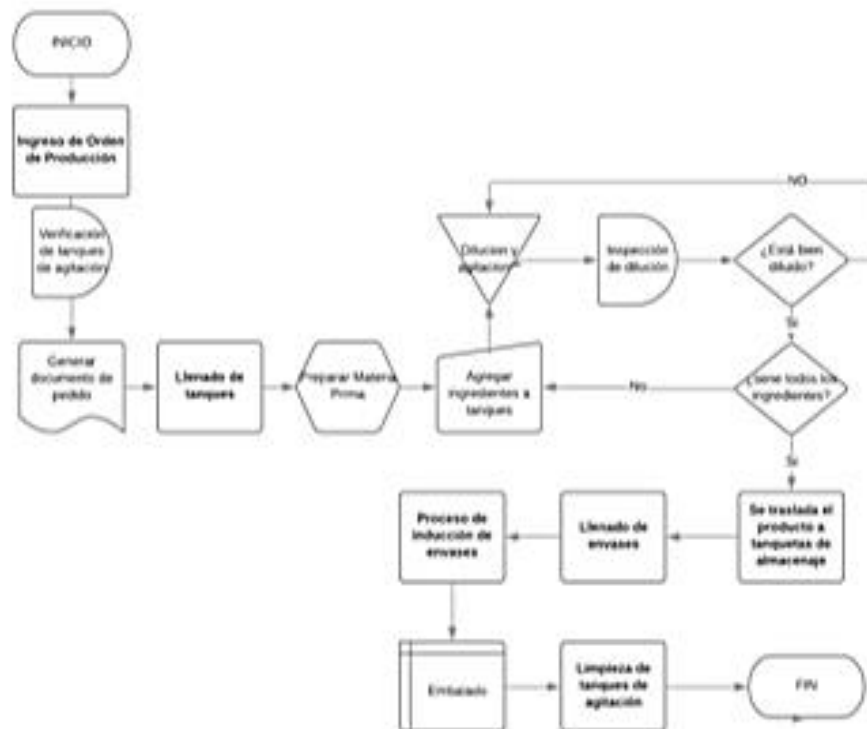


Figura 61.Cuarta página de manual

Fuente: elaboración propia



VERIFICACIÓN POR ETAPAS DE PRODUCCIÓN

La lista de chequeo de cada etapa de producción se desarrolló de esta manera:


LISTA DE CHEQUEO PARA CADA ETAPA DEL PROCESO PRODUCTIVO				
				
Servicios Técnicos Agropecuarios S.A.			Atenas	
Departamento de producción			Revisión constante	
Planta de procesos			Inicio 7:00 am	
Santa Eulalia de Atenas			Finalización 5:00 pm	
Verificación de etapas del proceso productivo				
ANÁLISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCIÓN	Si	No	N/A
Preparación del proceso				
1	Los tanques de agitación están en las condiciones de limpieza necesaria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Se tiene la materia prima correcta para iniciar el proceso productivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estado del producto				
3	La consistencia de la mezcla es la adecuada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	La temperatura de la mezcla es favorable para el proceso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Producto terminado				
5	Los envases cuentan con las condiciones para embalar la mercadería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	El producto cumple con la normativa requerida según el MAG	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nombre y Cédula de la persona que lo ejecuta			Firma	
Nombre y Cédula de la persona que revisa			Firma	

Figura 62. Quinta página de manual

Fuente: elaboración propia



MATRIZ DE PRODUCTO A DESARROLLAR

La matriz de Excel para el desarrollo de la producción se estableció de la siguiente manera:

GRAS S.A.						
ORDEN DE PRODUCCIÓN						
Fecha		#Lote				
Volumen a producir (L):	200	Tanque#				
PRODUCTO A DESARROLLAR:						
CANTIDAD						
Reactivos y orden de Incorporación	Tiempo	(g)	(Kg)	(ml)	(L)	Hora
ZZZ			30,68			
Tripolifosfato de sodio			9,12			
Glicerina					18,4	
XXX			9			
Maltodextrina			7			
Fructuosa			4			
Acido Ascórbico		4				
YYY			2			
Colorante Amarillo				30		
Carbonato de sodio		200				
Equivalente con #lote						

CONTROL DE CALIDAD		
	Referencia	Obtenido
Cantidad (g/ml)		
Temperatura (°C)		
Conductividad (µs/cm)		

Observaciones:

Formulación	Inspección	Inventario

Responsable:

Firma:

Figura 63.Sexta página de manual

Fuente: elaboración propia

DIAGRAMA DE PLANTA

La distribución de planta en un diagrama de hilos se desarrolla de la siguiente manera:

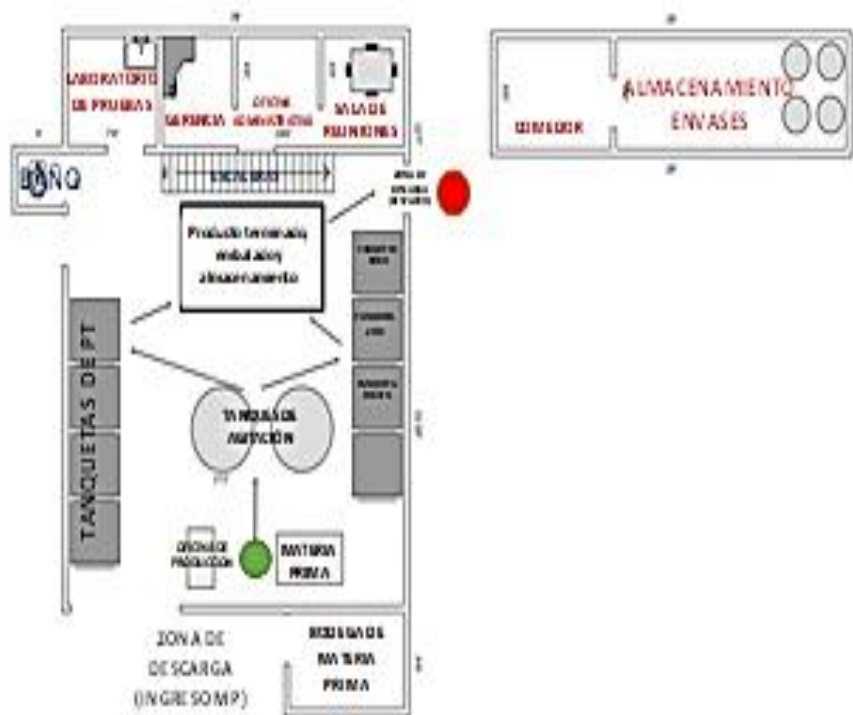


Figura 64. Séptima página del manual

Fuente: elaboración propia



Histograma del proceso

Boro			
Total de litros producidos	200	Productividad	8,38
Descripción	Responsable	Horas	Minutos
Verificar estado de tanques	Encargado planta		
Ingreso de Orden de Producción	Asistente administrativa		
Generar documento de pedido	Asistente administrativa	1,33	80
Llenado de tanques de agitación	Encargado planta		
Preparar materias primas	Encargado planta		
Agregar ingredientes	Encargado planta	-	-
Dilución de ingredientes, muestreo y decisión	Encargado planta	12,03	720
Traslado a tanques de almacenaje	Encargado planta	1	60
Llenado de envases	Encargado planta	5	300
Proceso de inducción de envases	Encargado planta	1,5	90
Embalado	Encargado planta	1,5	90
Limpieza de tanques de agitación	Encargado planta	1,5	90
Total del proceso	23,9	1555	

Figura 65. Octava página de manual

Fuente: elaboración propia



Notas finales del instructivo

CONCLUSIONES

- El instructivo cuenta con un plan paso a paso para confeccionar un determinado fertilizante.
- Los pasos son sencillos y estables con detalle de cada ingrediente que se debe incorporar.
- Para poder completar las ordenes de producción correctamente siempre es necesario verificar el estado de la materia prima y que las cantidades necesarias existan.
- Un elemento muy importante el cual no está descrito en el proceso es la limpieza correcta de los tanques de agitación, si esto no se cumple la producción no se puede realizar.
- Las ordenes de producción aplican para cualquier tipo de fertilizante que se vaya a producir; solamente es necesario editar las cantidades y el orden de aplicación de los ingredientes según cada receta, pero el documento tiene el mismo documento.

Información de la compañía

SERVICIOS TÉCNICOS AGROPECUARIOS GRAS S.A.
Santa Eulalia, Atenas, Alajuela
Tel. 2455-0072
Fax 2446-8814
e-mail: nutrigras@gmail.com



Figura 66. Novena página de manual

Fuente: elaboración propia

Anexo 2. Cotización de ventiladores industriales

El costo de un equipo usado aproximadamente ronda los ₡200,000.00, un equipo industrial nuevo se puede adquirir en ₡450,000.00, en páginas de venta de equipos usado se consigue uno en buen estado en ₡250,000.00, como por ejemplo:

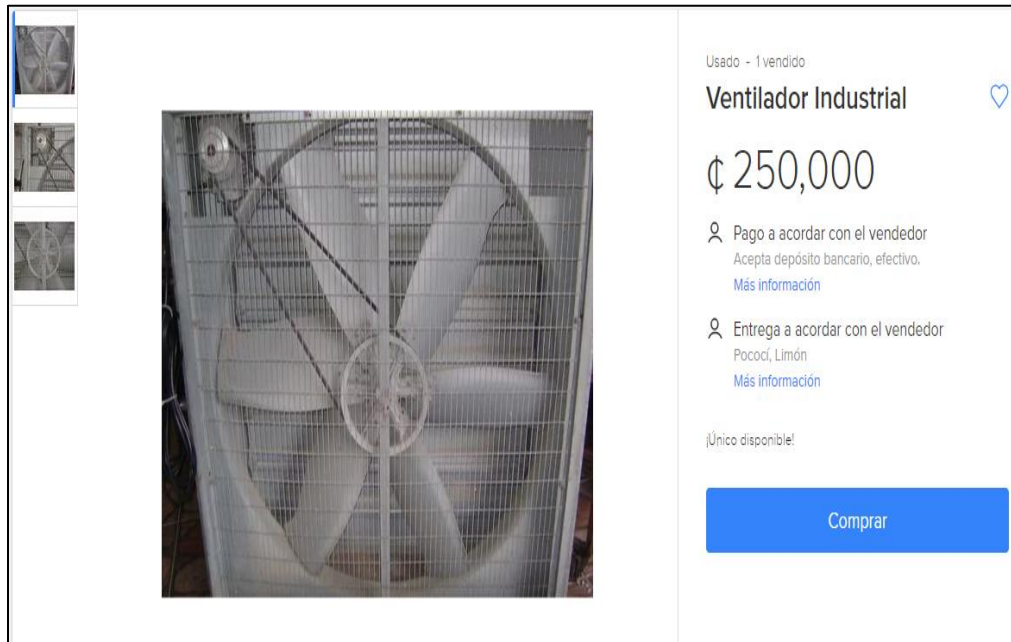


Figura 67. Ventilador Industrial

Fuente: mercadolibre.com

Anexo 3. Cotización de extractores de aire

En páginas de compra y venta de artículos, se pueden encontrar extractores de aire desde los ₡30,000 en adelante.

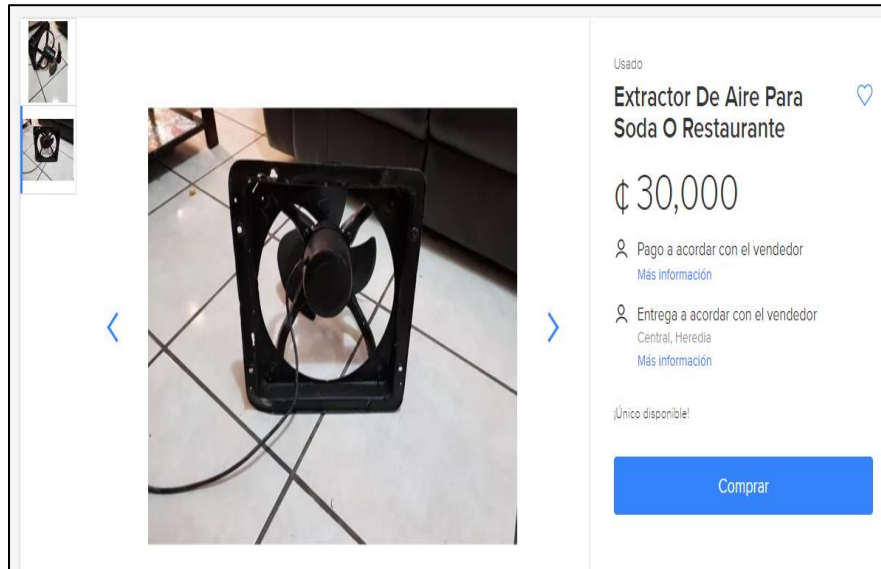


Figura 68.Extractor de aire

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Catálogo de principales productos GRAS

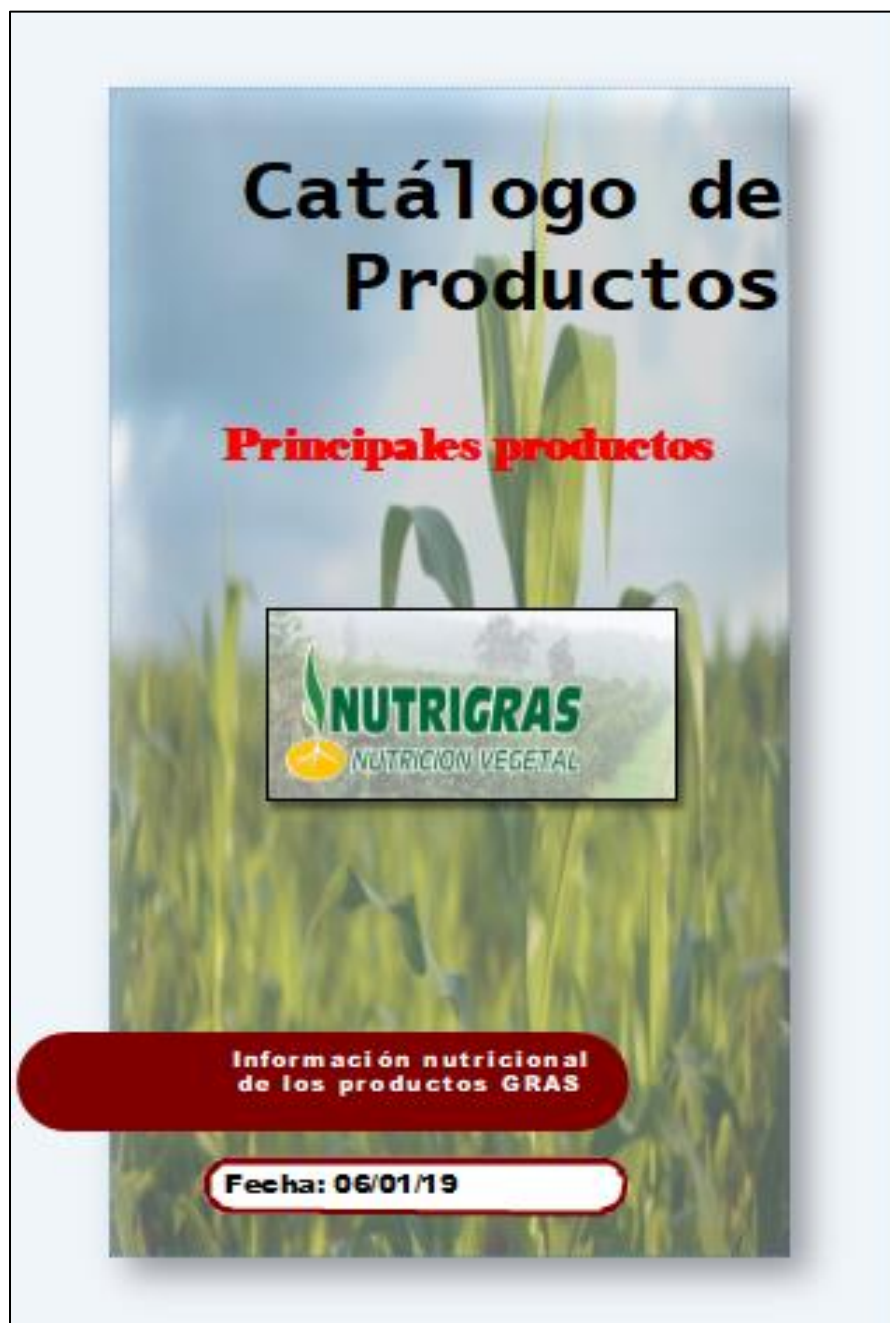


Figura 69. Primer página de catálogo

Fuente: elaboración propia

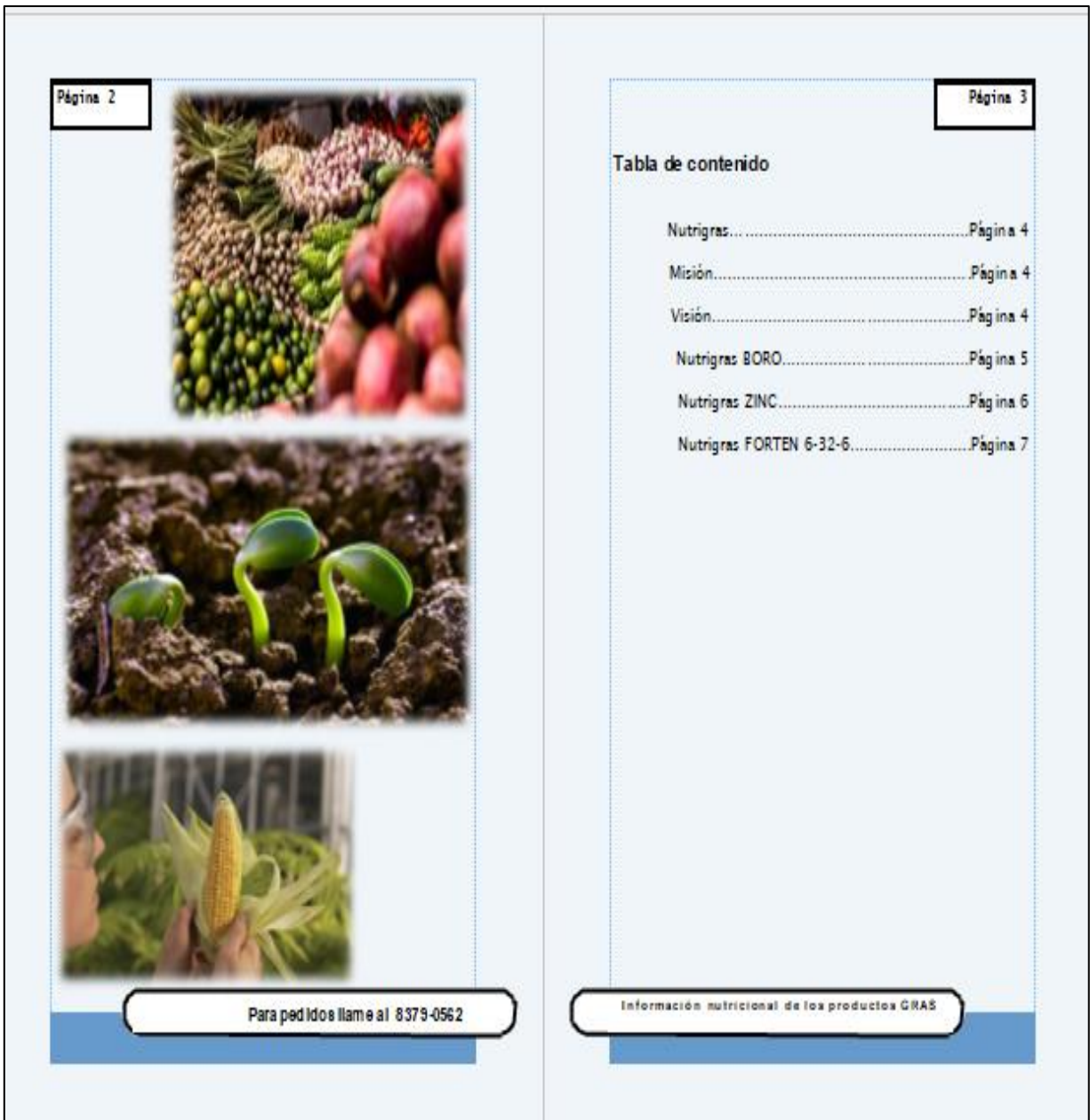


Figura 70. Segunda página de catálogo

Fuente: elaboración propia

NUTRIGRAS

Todos los recursos de Gras, están dirigidos a la formulación de agro nutrientes eficaces, innovadores y amigables con el ambiente a fin de garantizar la excelencia en cada formulación, de manera que asegure la calidad e inocuidad en la producción agrícola que exigen los mercados. Nutrigras, es la marca que agrupa la línea de fertilizantes líquidos, quelatados, activadores, ácidos húmicos, correctores de carencias y coadyuvantes disponibles para los cultivos.



MISIÓN

Generar innovación permanente para ofrecer un amplio conjunto de soluciones para las necesidades de la producción agrícola, en nutrición vegetal, que generen y promuevan producción exitosa, con alto rendimiento y calidad de cosecha para nuestros clientes.

VISIÓN

Ser un agente activo y referente, con fuerte liderazgo en el sector agrícola, en el área de fisiología y nutrición vegetal, contribuyendo con soluciones tecnológicas diferenciadas para el sector productivo en armonía con el medio ambiente.

Para pedidos llame al 8379-0562

Presentaciones:

1 L
3,78 L
9,5 L
19 L
200 L
1000 L



NUTRIGRAS BORO

Fertilizante líquido formulado, a través de un proceso de acoopleamiento, que facilita y asegura la incorporación rápida y efectiva de este micro elemento en el metabolismo de la planta. Se utiliza ampliamente para corregir de manera rápida y efectiva deficiencias de BORO en los cultivos.

Información nutricional de los productos GRAS


Figura 71. Tercera página de catálogo


Fuente: elaboración propia

Página 6

Presentaciones:

- 1 L
- 3,78 L
- 9,5 L
- 19 L
- 200 L
- 1000 L






NUTRIGRAS ZINC
Fertilizante líquido quelatado utilizado para prevenir y corregir de forma rápida y efectiva deficiencias de ZINC en los cultivos. Su formulación es fácilmente absorbida por la planta, de esta forma permite suplir necesidades y corregir carencias de manera rápida y efectiva de este elemento esencial.


Para pedidos llame al 8379-0562

Página 7

Presentaciones:

- 1 L
- 3,78 L
- 9,5 L
- 19 L
- 200 L
- 1000 L





NUTRIGRAS FORTEN 6-32-6
Fertilizante líquido quelatado, utilizado para suplir la totalidad de FOSFORO que requiere un cultivo, contiene además una fracción de NITROGENO, POTASIO Y ACIDOS HUMICOS. Su formulación ayuda a lograr mayor rapidez en el proceso de formación de raíces en las primeras etapas del cultivo. La penetración rápida y capacidad de absorción a través de las hojas, aceleran los procesos de crecimiento y desarrollo de tejidos. La presencia de ácidos húmicos ayuda a la recuperación de los suelos.

Información nutricional de los productos GRAS

Figura 72. Cuarta página de catálogo

Fuente: elaboración propia



SERVICIOS TÉCNICOS

Atenas, Alajuela, Costa Rica.
Tel: 2455-0072
Fax: 2446-8814
Email: Nutrigras@gmail.com

Información nutricional de los productos © R35



Figura 73. Quinta página de catálogo

Fuente: elaboración propia

Bibliografía

Baca G., Cruz M., Gutiérrez M., Pacheco E., Rivera G., Obregón S., ... Cristobal I. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Segunda Edición. México. Grupo Editorial Patria.

Denzin y Lincoln (2009). *La entrevista en Investigación Cualitativa*. http://www.ujaen.es/investiga/tics_tfg/pdf/cualitativa/recogida_datos/recogida_entrevista.pdf

Galán Amador Manuel (2009). *La entrevista en investigación*. <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/05/la-entrevista-en-investigacion.html>.

García Alonso (1998). *Conceptos de Organización Industrial*. Barcelona, España. Editorial Boixareu.

Godínez A. y Hernández G. (2014). *El gran libro de los procesos esbeltos*. Guanajuato, México. Ignus Media Innovation.

Heizer J y Render B. (2001). *Dirección de la producción, Decisiones Estratégicas*, Sexta Edición. Madrid, España. Editorial Prentice Hall.

Heizer J y Render B. (2001). *Dirección de la producción, Decisiones Tácticas*, Sexta Edición. Madrid, España. Editorial Prentice Hall

Kanawaty George (1957). *Introducción al estudio del trabajo*. Cuarta Edición. Ginebra, Suiza. Editorial OIT.

Murillo Javier (2018). *Metodología de la Investigación*. <http://www.fjaviermurillo.es/>

R.C. Vaughn (1988). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Segunda Edición.
Barcelona, España. Editorial Reverté S.A.

Speth Cristophe (2016). *El análisis DAFO, Los secretos para fortalecer su negocio*.
www.50minutos.es