

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS, DE
VENTAS Y PRODUCCIÓN DEL ABONO ORGÁNICO FERTIBIOFOR-
MINERALIZADO PRODUCIDO POR CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA
LTDA. Y COMERCIALIZADO POR BIOFORT LTDA**

DIANA CAROLINA RINCÓN SILVA

SEBASTIAN ZAFRA FLÓREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS, DE
VENTAS Y PRODUCCIÓN DEL ABONO ORGÁNICO FERTIBIOFOR-
MINERALIZADO PRODUCIDO POR CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA
LTDA. Y COMERCIALIZADO POR BIOFORT LTDA**

DIANA CAROLINA RINCÓN SILVA

SEBASTIAN ZAFRA FLÓREZ

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director:

M.Sc. Aura Cecilia Pedraza Avella

Co-Director:

Ph.D Henry Lamos Díaz

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO-MÉCANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2011

A mis padres Eliecer y Gladys por su permanente apoyo.

A mis hermanos Cesar, Kike y Camilo.

A Sebastian por asumir este reto conmigo.

*A mis amigos por todos los maravillosos momentos
compartidos durante esta etapa de mi vida.*

Diana Carolina Rincón Silva

A mis padres Javier y Rubiela

A mis hermanos Ramiro y Daniela

*A Diana, a mis amigos y demás familiares
por su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera*

Sebastian Zafra Flórez

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, a nuestros padres y hermanos, por su apoyo constante.

Gracias a mi compañero de proyecto por su apoyo para culminar con éxito este propósito.

Gracias al Ingeniero Luis Fernando Pita, tutor del Proyecto, por su continua orientación.

Gracias a Control Ambiental de Colombia Ltda. y Biofort Ltda. por brindarnos la oportunidad de desarrollar el proyecto en la ciudad de Bogotá.

Gracias a Aura Pedraza, por sus orientaciones, dedicación y compromiso como directora del proyecto.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	21
1.1 OBJETIVOS	21
1.1.1 Objetivo General	21
1.1.2 Objetivos Específicos	21
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.3 ALCANCE.....	24
1.4 DESCRIPCIÓN EMPRESAS DONDE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA.....	25
1.4.1 Control Ambiental de Colombia Ltda.	25
1.4.2 Biofort Ltda.	27
1.5 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO	28
2. ESTADO DEL ARTE.....	30
2.1 ABONOS ORGÁNICOS	30
2.1.1 Propiedades	30
2.2 COMPOSTAJE	31
2.2.1 Proceso del compostaje	33
2.2.2 Fases.....	33
2.2.3 Sistemas de Compostaje.....	35
3. DIAGNÓSTICO PROCESO PRODUCTIVO	37
3.1 DIAGNÓSTICO PROCESO PRODUCTIVO	37
3.1.1 Descripción técnica del producto.....	37
3.1.2 Cadena de suministro.....	39

3.1.3	Ciclo de producción	40
3.1.4	Actividades Principales Personal de Planta	47
3.1.5	Distribución de planta	49
3.1.6	Diagrama de recorrido.....	50
3.1.7	Maquinaria, equipo y herramientas	50
3.1.8	Equipo y herramientas.....	53
	Ver tabla 5.....	53
3.2	ANÁLISIS PROCESO PRODUCTIVO.....	54
4.	DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE VENTAS	58
4.1	DIAGNÓSTICO PROCESO DE VENTAS	58
4.2	ANÁLISIS PROCESO DE VENTAS	59
4.2.1	Análisis del Entorno.....	60
4.2.2	Análisis de la oferta	61
4.2.3	Análisis de la Demanda.....	63
5.	DIAGNOSTICO Y ANALISIS DEL PROCESO ADMINISTRATIVO	72
5.1	DIAGNOSTICO PROCESO ADMINISTRATIVO	72
5.2	ANALISIS PROCESO ADMINSTRATIVO	74
5.2.1	Planteamiento Estratégico de Biofort Ltda.	74
5.2.2	Cargos, funciones y responsabilidades del personal	76
6.	CONCLUSIONES DE LOS DIAGNÓSTICOS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVO, DE VENTAS Y ADMINISTRATIVO	78
6.1	ÁRBOL DE PROBLEMAS	78
6.2	ÁRBOL DE OBJETIVOS	79
6.3	ANÁLISIS DOFA.....	79
6.3.1	Estrategias FO	79
6.3.2	Estrategias DO	81
6.3.3	Estrategias FA.....	81

6.3.4 Estrategias DA	82
6.4 CONCLUSIONES	82
7. DISEÑO EXPERIMENTAL	84
7.1 DEFINICIÓN PARÁMETROS.....	85
7.1.1 Definición cultivo a evaluar.....	85
7.1.2 Modelo Estadístico	85
7.1.3 Tratamientos y réplicas	85
7.1.4 Parámetros a evaluar	86
7.1.5 Recursos asociados	87
7.2 ADECUACIÓN DE LA ZONA DEL CULTIVO	88
7.3 DISTRIBUCIÓN DE RÉPLICAS Y TRATAMIENTOS.....	88
7.4 CONDUCCIÓN DE LA HUERTA EXPERIMENTAL	88
7.5 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	88
7.3.1 Análisis preliminar de la información	90
7.3.2 Aplicación del modelo estadístico	94
7.3.3 Contrastes entre medias	101
8. PROPUESTAS DE MEJORA	108
8.1 PROCESO PRODUCTIVO.....	108
8.1.1 Ajuste del proceso productivo	108
8.1.2 Redistribución de la zona de invernadero	110
8.1.3 Medidor de humedad.....	111
8.1.4 Planeación de la recepción y descargue de materias primas.....	112
Fuente: Autores del proyecto	112
8.2 MEJORAS PROCESO DE VENTAS	114
8.2.1 Adquisición de una máquina granuladora	115
8.2.2 Estrategias de mercadeo.....	118
8.3 MEJORAS PROCESO ADMINISTRATIVO	121

8.3.1	Direccionamiento estratégico	121
8.3.2	Organigrama y perfiles de cargos.	127
9.	PLAN DE ACCIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....	129
9.1	PROCESO PRODUCTIVO.....	129
9.1.1	Ajuste del proceso productivo y redistribución de la zona del invernadero	129
9.1.3	Planeación de la recepción y descargue de residuos	132
9.1.4	Medidor de humedad.....	134
9.2	PROCESO DE VENTAS	135
9.2.1	Adquisición máquina granuladora	135
9.2.2	Estrategias de mercadeo.....	136
8.3	PROCESO ADMINISTRATIVO	139
10.	CONCLUSIONES.....	140
11.	RECOMENDACIONES	142
	BIBLIOGRAFÍA	143
	ANEXOS	145

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Cumplimiento de objetivos	29
Tabla 2 Descripción técnica del producto	38
Tabla 3 Especificaciones técnicas Volvo L70F	51
Tabla 4 Especificaciones técnicas Minicargador 232B serie 2	52
Tabla 5 Equipo y herramientas	53
Tabla 6 Distribución invernadero	55
Tabla 7 Principales clientes de Biofort Ltda.	58
Tabla 8 Análisis del entorno.....	60
Tabla 9 Evolución del sector de los abonos orgánicos	61
Tabla 10 Cultivos y unidades productoras	68
Tabla 11 Matriz DOFA	80
Tabla 12 Tratamientos y réplicas	86
Tabla 13 Parámetros a evaluar.....	87
Tabla 14 Recursos asociados.....	87
Tabla 15 Formato de recolección de datos.....	89
Tabla 16 Pesos promedio de Lechuga Batavia por tratamiento	91
Tabla 17 Pesos promedio de Zanahoria Mini por tratamiento	93
Tabla 18 Anova Lechuga Alpha.....	96
Tabla 19 Coeficientes de la varianza Lechuga Alpha	97
Tabla 20 Anova Zanahoria Mini	99
Tabla 21 Coeficientes de la varianza Zanahoria Mini	99
Tabla 22 Método Dunnett Lechuga Alpha.....	103
Tabla 23 Método Dunnett Zanahoria Baby	103
Tabla 24 Método Tukey Lechuga Alpha	105
Tabla 25 Método Turkey Zanahoria Mini	107

Tabla 26 Características Medidor de Humedad.....	112
Tabla 27 Preselección de proveedores.....	116
Tabla 28 Objetivo Estratégico 1	123
Tabla 29 Objetivo Estratégico 2.....	124
Tabla 30 Objetivo Estratégico 3.....	125
Tabla 31 Objetivo Estratégico 4.....	126
Tabla 32 Ajuste del proceso productivo y redistribución de la zona del invernadero	130
Tabla 33 Planeación de la recepción y descargue de residuos	132
Tabla 34 Medidor de humedad	134
Tabla 35 Adquisición máquina granuladora.....	135
Tabla 36 Nuevo folleto de producto	136
Tabla 37 Nuevos ensayos huerta experimental	137
Tabla 38 Visitas de control a la planta	138
Tabla 39 Pauta publicitaria	138
Tabla 40 Re-direccionamiento estratégico.....	139

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Proceso del compostaje.....	33
Figura 2 Fase de maduración	35
Figura 3 Pilas de compostaje.....	42
Figura 4 Empaque	43
Figura 5 Detalle actividades del proceso productivo.....	44
Figura 6 Oferta de Acondicionadores Orgánicos de Suelos	63
Figura 7 Ubicación geográfica Municipios del sondeo	64
Figura 8 Zona Geográfica aplicación de encuestas	67
Figura 9 Misión Biofort Ltda.	75
Figura 10 Visión Biofort Ltda.....	75
Figura 11 Organigrama Biofort Ltda.....	76
Figura 12 Modelo estadístico	90
Figura 13 Tabla Anova.....	95
Figura 14 Componentes de la varianza esperada	96
Figura 15 Función lineal.....	97
Figura 16 Grados de libertad	98
Figura 17 Método Dunnett	102
Figura 18 Método Tukey	105
Figura 19 Recepción de materias primas	113
Figura 20 Planteamiento Estratégico	122
Figura 21 Propuesta de organigrama	127
Figura 22 Detalle Zona Invernadero	129
Figura 23 Zona de Tamizado	131
Figura 24 Zona de Almacenamiento de Producto Terminado.....	131
Figura 25 Estado de tanques de recepción sin planificación	133

Figura 26 Tablero de planificación133
Figura 27 Tanques de recepción134
Figura 28 Pauta publicitaria Biofort Ltda.139

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Cadena de Suministro Fertibiofor-Mineralizado	146
Anexo B. Diagrama del Proceso Productivo	147
Anexo C. Distribución de Planta y Diagrama de recorrido	149
Anexo D. Distribución y Diagrama de recorrido: Zona Invernadero	151
Anexo E. Análisis de Humedad Fertibiofor-Mineralizado	153
Anexo F. Diagrama proceso de ventas	156
Anexo G. Competidores directos y complementarios Fertibiofor-Mineralizado	157
Anexo H. Formato sondeo agricultores – Resultados Sondeo	159
Anexo I. Ficha técnica encuesta Estudio de Mercados.....	166
Anexo J. Formato encuesta Estudio de Mercados – Tabulación datos encuesta	167
Anexo K. Árboles de problemas y objetivos.....	186
Anexo L. Protocolos para Ensayos de Eficacia de Fertilizantes	188
Anexo M. Guía de protocolos para ensayos de eficacia de fertilizantes	214
Anexo N. Adecuación, conducción y distribución de la Huerta Experimental .	219
Anexo O. Manual de procedimiento Huerta Experimental	223
Anexo P. Fichas técnicas e itinerario de siembra (Lechuga Batavia y Zanahoria Mini)	242
Anexo Q. Registro Fotográfico resultados Lechuga Batavia.....	244
Anexo R. Registro fotográfico resultados Zanahoria Mini	249
Anexo S. Tabla de la Distribución F de Fisher	252
Anexo T. Valores críticos para la prueba de Dunnett.....	253
Anexo U. Cuantiles de la distribución de Tukey	255
Anexo V. Propuesta Diagrama de proceso productivo Fertibiofor-Mineralizado	256
Anexo W. Propuesta Distribución de planta y Diagrama de recorrido	258
Anexo X. Máquinas Granuladoras	260

Anexo Y. Perfiles de cargos Biofort Ltda.262

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS, DE VENTAS Y PRODUCCIÓN DEL ABONO ORGÁNICO FERTIBIOFOR-MINERALIZADO PRODUCIDO POR CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA. Y COMERCIALIZADO POR BIOFORT LTDA.*.

AUTORES: RINCÓN SILVA, Diana Carolina y ZAFRA FLÓREZ, Sebastian**

PALABRAS CLAVES: abono orgánico, diseño experimental, eficiencia agronómica, plan de acción, indicadores de cumplimiento.

DESCRIPCIÓN

Control Ambiental de Colombia y Biofort Ltda., son empresas enfocadas en la producción y comercialización de abonos orgánicos en la zona de la Sabana de Bogotá y Tolima, que desean mejorar el desarrollo de sus procesos con el fin de lograr el crecimiento y la consolidación de sus empresas en este sector. Por tal razón se realizó un análisis y mejoramiento de sus procesos críticos administrativos, de ventas y de producción, lo cual permitió diseñar propuestas de mejora a la solución de sus problemas.

El proyecto inicia con el análisis y diagnóstico de los procesos mencionados y una investigación de mercados exploratoria y concluyente, que se resumen en el árbol de problemas y a través de la matriz DOFA. Además se desarrolló un diseño experimental para probar la eficiencia agronómica del producto: Fertibiofor-Mineralizado.

Al culminar estas actividades se realizaron las propuestas de mejora con su respectivo plan de acción e indicadores de cumplimiento, que según su priorización, permitieron la implementación de cambios en el proceso productivo, en el direccionamiento estratégico y la formulación de estrategias de mercadeo para mejorar la producción y comercialización del abono orgánico en La Sabana de Bogotá y Tolima e incursionar en nuevas zonas del territorio nacional.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director Aura Cecilia Pedraza. Codirector Henry Lamos Díaz

ABSTRACT

TITLE: ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF ADMINISTRATIVE PROCESS, SALES AND PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER FERTIBIOFOR-MINERALIZADO PRODUCED BY CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA AND MARKETED BY BIOFORT LTDA*.

AUTHORS: RINCÓN SILVA, Diana Carolina y ZAFRA FLÓREZ, Sebastian **

KEY WORDS: organic fertilizer, experimental design, agronomic efficiency, action plan, performance indicators

DESCRIPTION:

Control Ambiental de Colombia and Biofort Ltda., are companies approached on the production and marketing of organic fertilizer in La Sabana de Bogotá and Tolima, who want to improve their processes in order to achieve the growth and the consolidation of their companies in this sector. With this purpose, an analysis and improvement of their critical processes, sales and production was done in order to design improvement proposals for solving their problems.

The project begins with the analysis and diagnosis of these processes and an exploratory and descriptive investigation, which are summarized in the problem's tree and through the SWOT matrix. Moreover, an experimental design to proof the agronomic efficiency of the product Fertibiofor-Mineralizado was developed.

At the end, the improvement proposals with their respective action plan and performance indicators were done, which according to their prioritization, allowed the implementation of changes in the productive process, the strategic addressing and the formulation of marketing strategies to improve the production and commercialization of the organic fertilizer in La Sabana de Bogotá and Tolima and to make incursions in new and different areas throughout the country.

* Monograph

** Faculty of Engineering Physique Mechanics. School of Industrial and Managerial Studies. Industrial Engineering. Director Aura Cecilia Pedraza. Codirector Henry Lamos Díaz

INTRODUCCIÓN

Es de gran conocimiento en el mundo las múltiples ventajas que poseen los abonos producidos a partir de residuos orgánicos en cuanto a eficiencia agronómica y restauración de suelos, además de ser una opción económica de rápida proyección mundial y nacional. Es por esta razón que cada día hay más empresas interesadas en apoyar este tipo de proyectos, todo enmarcado en una nueva agenda de responsabilidad social empresarial y procesos que siguen los lineamientos del Desarrollo Sostenible.

Control Ambiental de Colombia y Biofort Ltda., tienen a su cargo la producción y comercialización masiva de abonos orgánicos mediante el tratamiento de residuos rápidamente biodegradables. Sus principales clientes se encuentran distribuidos en la zona de la sabana de Bogotá y Tolima principalmente. Actualmente las empresas presentan problemas en la parte comercial, inconformidades en el producto y falta de planeación estratégica, lo cual influye negativamente en la percepción de los agricultores y en el crecimiento esperado de la empresa.

El presente estudio ofrece un análisis detallado de estos procesos críticos que permitirán realizar una serie de propuestas encaminadas a ofrecer soluciones que eliminen los problemas mencionados anteriormente.

El proyecto consta de 9 capítulos e inicia con el planteamiento del problema, alcance y objetivos del proyecto, además de un marco teórico referente al proceso de compostaje. En los cuatro siguientes capítulos se desarrolla el diagnóstico y análisis de los procesos críticos con sus respectivas conclusiones. El capítulo 7 presenta el desarrollo de un diseño experimental llevado a cabo con el fin de probar las bondades del producto Fertibiofor- mineralizado. Finalmente, en los capítulos 8 y 9 se elaboran las propuestas de mejoras con su respectivo plan de acción.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Analizar y formular propuestas de mejora de los procesos administrativos, de ventas y de producción, relacionados con el producto Fertibiofor-mineralizado, producido por Control Ambiental de Colombia Ltda. y comercializado por Biofort Ltda., incluyendo la implementación y la evaluación de algunas de las propuestas y la realización de un diseño experimental como herramienta clave para el cumplimiento de las metas comerciales.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico general de los procesos administrativos, de ventas y de producción, con base en conocimientos técnicos y en un sondeo realizado a los agricultores de la región para determinar las causas de la baja utilización de los abonos orgánicos en el sector agrícola de la Sabana de Bogotá.
- Formular y desarrollar un diseño de experimentos por medio de una huerta experimental que permita demostrar la eficacia agronómica de Fertibiofor-mineralizado.
- Elaborar manuales de procedimiento para el correcto manejo de las condiciones experimentales de la huerta.
- Elaborar los protocolos para ensayos de eficacia agronómica del producto Fertibiofor-mineralizado.

- Plantear propuestas de mejora de los procesos analizados, que impacten en el aumento de las ventas del abono orgánico; en la reducción de los problemas asociados al producto durante el proceso de producción y en la ejecución de los recursos asociados al proceso administrativo.
- Diseñar indicadores de cumplimiento que permitan evaluar el desempeño de las propuestas realizadas para cada proceso.
- Implementar las propuestas de mejora según priorización de las mismas y evaluar el cumplimiento de dichas propuestas avaladas por la dirección de la empresa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de las múltiples ventajas y beneficios que trae consigo la utilización de enmiendas orgánicas en la restauración de suelos y en la agricultura, actualmente el uso de este producto en Colombia y en particular en el área de la Sabana de Bogotá es mínimo en comparación con fertilizantes de origen químico, lo cual se debe en parte a la cultura de siembra de los agricultores y la desconfianza de utilizar este tipo de productos que no son de primera necesidad. Sumado a esto, que el agricultor detecte inconformidades en el abono o que no supla sus expectativas para la siembra puede debilitar aún más el producto, generando bajas ventas y el retraso del crecimiento de la empresa. Tal es el caso del abono orgánico Fertibiofor-mineralizado.

Los problemas que se presentan actualmente con el producto se reflejan en las ventas inferiores a lo esperado, debido principalmente a inconformidades manifestadas por los agricultores, tales como la humedad excesiva y la contaminación, fallas relacionadas directamente con el proceso productivo, además de la desconfianza existente en el desconocimiento de los resultados que se generan con su uso.

En particular, la empresa no ha elaborado ningún estudio referente a estos procesos críticos, por lo tanto no ha sido posible identificar el origen de los problemas que actualmente se presentan. Por esta razón se plantea realizar un análisis y mejoramiento de los procesos anteriormente mencionados, el cual inicia con un diagnóstico general, un análisis detallado de estos procesos, la elaboración de propuestas y por último la implementación de aquellas que sean aprobadas por las directivas de la empresa.

Como se mencionó anteriormente un inconveniente claramente detectado es la falta de credibilidad de los abonos orgánicos en el sector, por esta razón se plantea también realizar un diseño de experimentos que ponga a prueba algunas de las propiedades más representativas para los agricultores, tales como el rendimiento y la precocidad, fundamentales al momento de medir la productividad de una cosecha. Este diseño se utilizará como herramienta clave del proceso comercial, bajo los lineamientos de la entidad reguladora más importante del sector (ICA), con el propósito de generar mayor credibilidad y confiabilidad en los resultados generados.

Control Ambiental de Colombia cuenta con experiencia en el diseño, implementación y ejecución de diversos programas sostenibles encaminados a ofrecer soluciones a favor de la conservación y preservación del medio ambiente, por lo cual el proyecto a desarrollar está en la capacidad de generar un impacto económico dado el potencial del mercado y la proyección nacional e internacional de la empresa, además de contribuir a generar un cambio cultural en la agricultura colombiana, favoreciendo de esta manera la seguridad alimentaria y la producción más limpia de alimentos, en donde los grandes beneficiados serán los consumidores colombianos.

1.3 ALCANCE

El alcance del presente proyecto parte de un diagnóstico general y va hasta el acompañamiento en la implementación de las propuestas de mejora que sean aprobadas por la gerencia, las cuales se presentaran con base en el diagnóstico de los procesos administrativos, de ventas y de producción.

Además incluye el montaje, conducción, recolección y análisis de resultados de un diseño experimental que demostrará la eficacia agronómica del producto, datos claves para el desarrollo comercial y técnico del producto.

Los resultados entregables al término de proyecto son:

- Diagnóstico general de los procesos administrativos, de ventas y de producción.
- Análisis del proceso de ventas, el cual incluye un estudio de la oferta y la demanda con el fin de recopilar información sobre el sector, que permita obtener pronósticos de ventas confiables y acordes a la realidad de la empresa.
- Análisis del proceso productivo. Además de un plan de acción para futuras reestructuraciones de la capacidad de la planta de tratamiento y aprovechamiento de residuos y subproductos orgánicos.
- Análisis del proceso administrativo, que comprende los sistemas de comunicación, los niveles de responsabilidad y autoridad involucrados. Con el propósito de evaluar la forma en que se ejecutan los recursos involucrados.
- Análisis estratégico en un marco temporal de corto, mediano y largo plazo, que incluye la elaboración de una matriz DOFA.
- Manuales de procedimiento del manejo de la huerta experimental.
- Protocolos para ensayos de eficacia agronómica de abonos orgánicos.

- Resultados y análisis del diseño experimental aplicado a la huerta experimental, lo cual definirá los elementos fundamentales para demostrar la eficacia agronómica del abono orgánico.
- Diseño de indicadores que permitan controlar los procesos y argumentar la toma de decisiones.
- Evaluación de la implementación de las propuestas avaladas por la dirección de la empresa.

1.4 DESCRIPCIÓN EMPRESAS DONDE SE REALIZÓ LA PRÁCTICA

1.4.1 Control Ambiental de Colombia Ltda.

- **Reseña Histórica.** Control Ambiental de Colombia es una empresa con 15 años de experiencia en el área de ingeniería y ambiente, actualmente con la certificación ISO a 14001 IQ Net., presente en Colombia y Perú. Están comprometidos con brindar soluciones que permitan prevenir, reducir y controlar los niveles de contaminación mediante asesorías de gestión ambiental, tratamiento de residuos, diseño, construcción y operación de sistemas para el tratamiento de aguas residuales y potabilización; ajuste y mantenimiento de sistemas en operación en el área geográfica de Latino América. De la empresa hacen parte 5 organizaciones, Biofort, Transambiente, Consulting, Codiaguas y CIDES que se encargan de desarrollar los productos y servicios que la empresa oferta actualmente.
- **Estado Actual.** Actualmente la sede administrativa está ubicada en Santa Fe de Bogotá D.C en el Parque Empresarial Metropolitano Autopista Medellín Km. 3.4. La planta de tratamiento de residuos y subproductos orgánicos está localizada en la Finca Marne, Vereda el Corzo, Facatativá Cundinamarca. La

empresa en su proyecto de expansión en el área de Latino América creó a mediados del año 2009 Control Ambiental de Perú ubicada en el Distrito San Isidro en la ciudad de Lima, y a partir de Junio de 2010 incursiona en el ámbito editorial con la creación de la revista Latinoamérica Sostenible, distribuida en 12 países y lanzada en el marco de la segunda Feria Internacional del Medio Ambiente realizada en la ciudad de Bogotá. En el mes de Septiembre del 2010, la empresa logra el Premio Responsabilidad Ambiental, en la categoría Responsabilidad Ambiental en Investigaciones y Proyectos, con la producción masiva de abono orgánico mediante el aprovechamiento de los residuos y subproductos rápidamente biodegradables generados por la industria.

- Planteamiento Estratégico

- Misión: Conservar la belleza de la naturaleza mediante el tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos, sólidos y líquidos contribuyendo a la sostenibilidad del planeta.
- Visión: En el año 2020 Control Ambiental de Colombia:

Será la primera empresa reconocida a nivel nacional con soluciones innovadoras para el tratamiento y aprovechamiento de residuos y subproductos biodegradables.

Tendrá presencia en cuatro países de América Latina.

Aportará a la sostenibilidad de los recursos naturales.

- Política Ambiental: Es una organización dedicada a la ingeniería aplicada en las áreas de medio ambiente y saneamiento básico, asumiendo el compromiso de prevención de la contaminación y la mejora continua dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible; en tal sentido se compromete a:

Cumplir con los requisitos de ley y compromisos con los clientes y comunidad.

Publicar nuestra Política Ambiental a los empleados, proveedores, contratistas, entidades de control y público en general.

Promover la mejora continua para fortalecer nuestro desempeño ambiental,

Realizar los cambios que requiera nuestra Política Ambiental para ajustarla a la normatividad vigente y a las necesidades de la organización.

Controlar los aspectos ambientales generados por nuestra actividad productiva, relacionados con la emisión de material particulado, de gases y de olores ofensivos

Esta política proporciona el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y metas ambientales.

1.4.2 Biofort Ltda.

- Reseña Histórica. Biofort es una compañía fundada en febrero del año 2008, dedicada a la comercialización de fertilizantes orgánicos que permitan la producción limpia de alimentos y el cuidado del medio ambiente. En sus inicios biofort realiza una alianza estratégica con control ambiental de colombia, empresa que cuenta con más de quince años de experiencia en el desarrollo y producción de enmiendas orgánicas, aptas para uso agrícola y forestal.

Como resultado de esta alianza nace el producto fertibiofor-mineralizado, el cual da inicio al desarrollo de una red de distribución especializada, con presencia en más de 80 cadenas de almacenes agrícolas en los departamentos de cundinamarca y llanos orientales. Además, se adquiere representación con distribuidores mayoristas en los departamentos de: tolima, huila y caquetá. Ofreciendo asistencia técnica-comercial permanente en campo a los consumidores finales.

En el transcurso de estos tres años, la experiencia obtenida por biofort ha permitido abonar los suelos de; la sabana de bogotá, las zonas caficultoras de cundinamarca, el norte del tolima, la terraza de ibagué, el piedemonte llanero y la zona productora de hortalizas de boyacá.

Con más de 5.000 toneladas de materia orgánica entregadas a los agricultores de: hortalizas, tomate, cebolla, arroz, papa, café y frutales. Biofort se presenta como una alternativa que ofrece a los agricultores la opción de optimizar la fertilización inducida mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos de alta calidad y tecnología, ayudando a mantener la productividad y rentabilidad de sus cultivos.

1.5 CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

La tabla 1 se realizó con el fin de visualizar los capítulos donde se desarrolló y cumplió cada uno de los objetivos específicos del proyecto.

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Descripción	Cumplimiento
1	Realizar un diagnóstico general de los procesos administrativos, de ventas y de producción, con base en conocimientos técnicos y en un sondeo realizado a los agricultores de la región para determinar las causas de la baja utilización de los abonos orgánicos en el sector agrícola de la Sabana de Bogotá.	Capítulos 3,4 y 5
2	Formular y desarrollar un diseño de experimentos por medio de una huerta experimental que permita demostrar la eficacia agronómica de Fertibiofor-mineralizado.	Capítulo 7
3	Elaborar manuales de procedimiento para el correcto manejo de las condiciones experimentales de la huerta.	Anexo O
4	Elaborar los protocolos para ensayos de eficacia agronómica del producto Fertibiofor-mineralizado.	Anexo L
5	Plantear propuestas de mejora de los procesos analizados, que impacten en el aumento de las ventas del abono orgánico; en la reducción de los problemas asociados al producto durante el proceso de producción y en la ejecución de los recursos asociados al proceso administrativo.	Capítulo 8
6	Diseñar indicadores de cumplimiento que permitan evaluar el desempeño de las propuestas realizadas para cada proceso.	Capítulo 9
7	Implementar las propuestas de mejora según priorización de las mismas y evaluar el cumplimiento de dichas propuestas avaladas por la dirección de la empresa.	Capítulo 9

Fuente: Autores del proyecto

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 ABONOS ORGÁNICOS

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos¹.

Sin olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental, ya que aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos.

2.1.1 Propiedades

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste.

- *Propiedades físicas:*
 - El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
 - El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

¹ http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm

- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
 - Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
 - Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.
- *Propiedades químicas:*
 - Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
 - Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando la fertilidad.
- *Propiedades Biológicas*
 - Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
 - Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

2.2 COMPOSTAJE

Los residuos orgánicos ocupan en el mundo un lugar prioritario desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Constituyen entre el 30 y el 65% de los residuos domiciliarios, según lugar y clima, más del 85% de los residuos considerados

agrícolas y un porcentaje no despreciable de residuos industriales, fundamentalmente vinculados a las agroindustrias.

Dar una respuesta a los residuos agrícolas, significa reducir sustancialmente el volumen de lo que se consideran residuos. La fracción orgánica de los mismos será materia prima de los procesos de compostaje.

El compost es un material al que se llega por biotecnologías de bajo costo, que permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, no incinerándola, con difícil y cara recuperación, como sería el caso de los rellenos sanitarios. Es un mejorador de suelos, sumamente útil en el combate a la erosión, en la mejora de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos. Su producción trae beneficios directos e indirectos si se consideran los beneficios en la producción, la mano de obra que ocupa su procesamiento, las posibilidades de obtener producciones ambientalmente sanas, la disminución de materia a eliminar y su valor como elemento formativo ambiental.

El compostaje se puede definir como la técnica por la cual la materia orgánica es descompuesta de forma controlada, imitando los procesos naturales de fermentación termófila para producir humus, convirtiéndose en un producto válido para abonar suelos y plantas. Es, asimismo una forma de reciclaje. Se puede decir, por tanto, que el compostaje es el cierre artificial del ciclo de la materia orgánica².

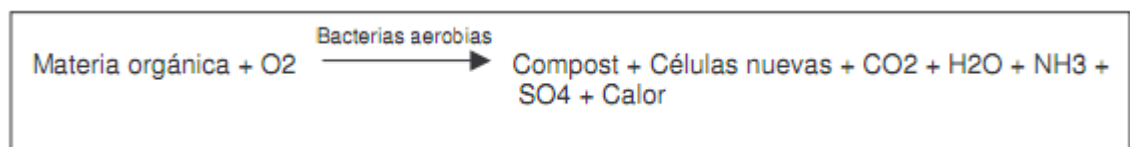
² SZTERN, Daniel. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. 2009

2.2.1 Proceso del compostaje

El proceso de compostaje consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los propios residuos.

De la oxidación de esta materia orgánica mediante distintas bacterias se obtiene aparte de compost, células nuevas, CO₂, H₂O, NH₃, SO₄ y calor. Durante la degradación hay un consumo de materia orgánica, fundamentalmente glúcidos, desprendiéndose CO₂ y calor, por lo que la temperatura de la masa se eleva. Paralelamente los microorganismos sintetizan productos orgánicos más complejos, produciéndose al final, entre otros, materiales húmicos, esencialmente estables y de difícil o muy lenta descomposición (Ver figura 1).

Figura 1 Proceso del compostaje



Fuente: http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/AdT_Curso-compostaje2.pdf

2.2.2 Fases

- Fase de latencia y crecimiento. Es el tiempo que necesitan los microorganismos para aclimatarse a su nuevo medio y comenzar a multiplicarse. Esta fase suele durar de 2 a 4 días y al final de ella la temperatura alcanza más de 50°C. El valor de pH se encuentra en torno a 6, debido a la reacción ácida de los jugos celulares y a la actividad bacteriana con formación de ácidos provoca la disminución del pH hasta aproximadamente 5,5. En esta fase, bacterias y hongos mesófilos, disponen de todas las sustancias directamente asimilables contenidas en estado natural en

el medio orgánico. Estos microorganismos liberan ácidos a partir de la materia orgánica. Las bacterias son las que predominan en esta etapa. Son las responsables de la mayoría de los procesos de descomposición, ya que poseen un amplio rango de enzimas que degradan una gran variedad de materiales orgánicos, así como de la producción de energía calorífica en el compost³.

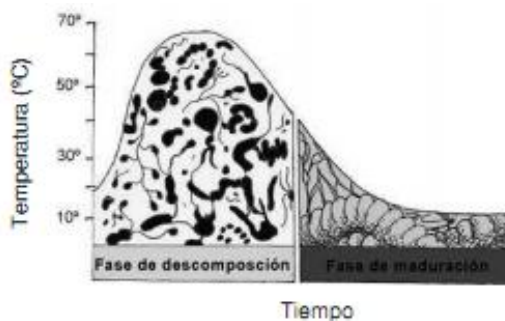
- Fase termófila. Dependiendo del producto de partida y de las condiciones ambientales, este proceso suele durar entre una semana, en los sistemas acelerados, y de uno a dos meses en los de fermentación lenta. El aumento de la temperatura, como consecuencia de la intensa actividad, provoca la proliferación de las primeras especies termófilas presentes en los residuos en estado latente. Especies de bacterias y de hongos termófilos entran en actividad hasta temperaturas de 65°C, en ese momento aumenta la actividad enzimática, la hidrólisis, transformación de las grasas y el ataque superficial de la celulosa y lignina formando sustancias orgánicas simples. Durante esta fase de altas temperaturas, se superan los 70°C durante dos o tres semanas, lo cual elimina gérmenes patógenos, larvas y semillas. Sólo sobreviven las bacterias termófilas, se debilita la actividad biológica y se produce la pasteurización y estabilización del medio. Esta es la fase que más se debe vigilar para asegurar una buena pasteurización y evitar una excesiva mineralización si se prolonga demasiado.
- Fase de maduración. Es un período de fermentación lenta. Puede llegar a durar tres meses. Los microorganismos termófilos disminuyen su actividad y aparecen otros, como hongos que continúan el proceso de descomposición: los basidiomicetes van degradando la lignina, los actinomicetos descomponen la celulosa, etc. En esta fase, a partir de componentes orgánicos, se sintetizan

³ http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/AdT_Curso-compostaje2.pdf

coloides húmicos, hormonas, vitaminas, antibióticos y otros compuestos que favorecerán el desarrollo vegetal. Se agota la materia orgánica susceptible de aportar carbono, disminuye la actividad biológica y presencia de bacterias termófilas, dando lugar a un descenso progresivo de las temperaturas. El pH disminuye tendiendo a la neutralidad en esta fase.

En la figura 2 se muestra la evolución de la temperatura en las distintas fases:

Figura 2 Fase de maduración



Fuente: http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/AdT_Curso-compostaje2.pdf

2.2.3 Sistemas de Compostaje

Existen varios sistemas de compostaje, no obstante, el objetivo de todos es además de transformar los residuos en Compost, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos (semillas, esporas).

- Sistema en Camellones o Parvas. Parvas, camellones o pilas es la denominación que se le da a la masa de residuos en compostaje cuando la misma presenta una morfología y dimensiones determinadas. A los sistemas donde se procesa el material mediante la conformación de estas estructuras se le denomina Sistema en Parvas o Camellones. De acuerdo al método de

aireación utilizado, este sistema se subdivide además en: Sistema en Parvas o Camellones Móviles, cuando la aireación y homogeneización se realiza por remoción y reconfiguración de las parvas. Sistema de Camellones o Parvas Estáticas cuando la aireación se realiza mediante instalaciones fijas, en las áreas o canchas de compostaje (métodos Beltsville y Rutgers), que permiten realizar una aireación forzada sin necesidad de movilizar las parvas.

- Sistema en Reactores. Otros procesos de compostaje, no se basan en la conformación de parvas. Los residuos orgánicos son procesados en instalaciones que pueden ser estáticas o dinámicas, que se conocen como Reactores. Básicamente los reactores, son estructuras por lo general metálicas: cilíndricas o rectangulares, donde se mantienen controlados determinados parámetros (humedad, aireación), procurando que los mismos permanezcan en forma relativamente constante. Los reactores móviles además, posibilitan la mezcla continua de los desechos mediante dispositivos mecánicos, con lo que se logra un proceso homogéneo en toda la masa en compostaje⁴. Este tipo de sistemas, permite acelerar las etapas iniciales del proceso, denominadas incorrectamente “fermentación”. Finalizadas estas etapas activas biológicamente, el material es retirado del reactor y acopiado para que se cumpla la “maduración”. Los sistemas de compostaje en reactores son siempre sistemas industriales. Se aplican en aquellas situaciones donde diariamente se reciben volúmenes importantes de desechos, y para los cuales sería necesario disponer de superficies muy extensas. Tal es el caso de las grandes plantas de triaje y selección de Residuos Sólidos Domiciliarios (R.S.U.), donde a partir de la fracción orgánica recuperada de este tipo de residuos se produce compost en forma industrial.

⁴ SZTERN, Daniel. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. 2009

3. DIAGNÓSTICO PROCESO PRODUCTIVO

3.1 DIAGNÓSTICO PROCESO PRODUCTIVO

3.1.1 Descripción técnica del producto

Fertibiofor-Mineralizado es una enmienda orgánica mineral, proveniente de la degradación y descomposición (compostaje), controlada de biomasa de residuos vegetales mediante la utilización de microorganismos transformadores de la materia orgánica, generando beneficios físicos, químicos y biológicos en los suelos donde se aplica.

Es importante aclarar que debido a que Fertibiofor-Mineralizado es un producto de base orgánica es biológicamente imposible lograr repetir una caracterización particular del producto, por lo tanto para el cumplimiento de las composiciones garantizadas (Ver tabla 2), se cuenta con unos rangos para cada propiedad específica. Los rangos permitidos se encuentran en la Norma Técnica Colombiana 5167. Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben ser sometidos los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y como enmiendas de suelo⁵.

Para las dosificaciones de Fertibiofor-Mineralizado es necesario tener en cuenta una serie de factores que pueden alterar la cantidad de producto a utilizar, entre las más importantes se destacan: las características del suelo, las condiciones climáticas y sobre todo el uso que se le vaya a dar al producto, ya sea como fertilizante orgánico en cualquier tipo de cultivo o como enmienda orgánica para recuperar suelos degradados por la erosión y el uso del hombre.

⁵ NTC 5167. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo.

Tabla 2 Descripción técnica del producto

 <h1 style="display: inline;">Fertibiofor-Mineralizado</h1>	
NOMBRE DEL PRODUCTO	Fertibiofor-Mineralizado
TIPO DE PRODUCTO	Agregados
USO ESPECÍFICO	Acondicionador orgánico-mineral de suelos para uso agrícola
ESTADO FISICO	Solido
COLOR	Negro
CONTENIDO GARANTIZADO:	
<p> Nitrógeno Total (N) 1.49 % Fósforo Total (P₂O₅) 2.53 % Potasio Total (K₂O) 2.98% Calcio (CaO) 5.83 % Magnesio Total (MgO) 0.91% Carbono Orgánico Oxidable Total 11.7% Relación Carbono/Nitrógeno 8.00 Cenizas 51.00% Humedad máxima 15.00% pH (pasta de saturación) 9.51 Densidad a 20 C (base seca) 0.74g/cm³ Capacidad de intercambio catiónico 44.40 meq/100g Capacidad de retención de agua 88.30% </p>	
	
IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	Sustancia no peligrosa. No tóxica.
ALMACENAMIENTO Y MANEJO	Estable en condiciones normales de almacenamiento. Mantener en lugar ventilado, protegido de la humedad, cubierto y seco. Incompatibilidad: Ninguna conocida.
INFORMACIÓN DE TRANSPORTE	No se clasifica como sustancia peligrosa.
REGISTRO DE VENTA ICA	No. 6269

Fuente: Autores del proyecto

Todas las dosificaciones debe expedirlas un Ingeniero Agrónomo que conozca todos los factores mencionados anteriormente sin embargo, con la experiencia adquirida en estos tres años de comercialización, es posible recomendar unas dosificaciones para cierto tipo de cultivo.

- Dosificaciones:
 - Arroz: Entre 0,5 y 1 Tonelada por Hectárea antes de la siembra.
 - Maíz: 0,5 Tonelada por Hectárea antes de la siembra.
 - Papa: Entre 200 y 250 kilogramos por carga de semillas.
 - Hortalizas (Lechuga, Brócoli, Coliflor): Entre 30 y 50 gramos por planta.

3.1.2 Cadena de suministro

El abono orgánico Fertibiofor-Mineralizado está compuesto originalmente por diversas materias primas que deben cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a composición y biodegradabilidad, por lo tanto la recolección de estas materias primas se realiza únicamente a empresas que cumplan con estas condiciones, entre las cuales pueden destacarse Corabastos como gran proveedor de residuos sólidos verdes, AJE Colombia y Frito Lay como proveedores de lodos y aguas provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Familia como proveedor de hidro-retenedores, entre otras grandes empresas.

La recolección de estos materiales se hace por medio de Transambiente Ltda., empresa que hace parte del grupo empresarial de Control Ambiental de Colombia, la cual cuenta con una flota de vehículos especializada para la recolección de cualquier tipo de residuo.

A partir de las materias primas recolectadas, Control Ambiental de Colombia realiza el proceso productivo de la transformación de residuos, generando abono orgánico como producto final del proceso de compostaje.

Para su comercialización entra en la cadena de suministro, Biofort Ltda., empresa perteneciente también al grupo empresarial, que hace la labor de buscar distribuidores del abono en los diferentes municipios de la Sabana de Bogotá y el departamento del Tolima; estos distribuidores corresponden a puntos de venta de insumos agrícolas que resulten influyentes en la zona y tengan preferencia por los agricultores, cliente final del producto (Ver Anexo A).

3.1.3 Ciclo de producción

El proceso productivo implica la biodegradación controlada de los residuos mediante un proceso biológico aeróbico controlado o compostaje acelerado, donde los microorganismos actúan sobre la materia orgánica rápidamente biodegradable obteniendo una enmienda estabilizada, aprovechable para usos agrícolas, ganaderos y forestales.

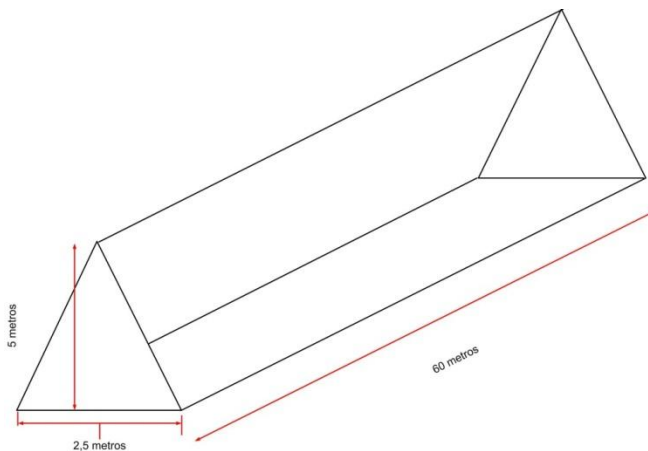
A partir del reconocimiento del proceso de compostaje, realizado por Control Ambiental Colombia, las principales etapas desarrolladas en la producción del abono orgánico Fertibiofor-Mineralizado se resumen en (Ver Anexo B):

- **Contacto Comercial.** El proceso inicia en el departamento comercial con el acercamiento y negociación con empresas generadoras de residuos rápidamente biodegradables, que estén en disposición de tratar los residuos que se producen en los procesos productivos propios de cada empresa, de manera amigable con el medio ambiente.
- **Validación del producto.** Una vez se formaliza la gestión comercial, se procede a caracterizar, por medio de análisis de laboratorio, la composición de los residuos próximos a recibir, con el fin de evitar la entrada de desechos inorgánicos y peligrosos para la fabricación del abono orgánico.

- **Recolección y transporte.** Caracterizado y validado el material, en su composición y procedencia biológica, es recolectado y transportado hacia la planta de tratamiento de residuos que opera en Facatativá, Cundinamarca, para desechos de la industria de alimentos y agroindustrias, con capacidad instalada de 2.000 toneladas mensuales.
- **Descargue.** Al momento de ingreso del material a la planta, se realiza la verificación del mismo por parte del coordinador administrativo y, una vez se recibe el visto bueno se procede a descargar el material en las zonas destinadas para tal fin.
- **Preparación y mezcla de material.** En estas mismas zonas se realiza la mezcla de los diferentes tipos de material, asegurando una preparación que cumpla con las especificaciones requeridas para la elaboración del abono, que generalmente contiene residuos verdes más un material estructurante que ayuda al armado de las pilas y a la retención de humedad.
- **Armado de pilas.** Las pilas se arman con ayuda del Volvo L70F que posee una pala con capacidad de 4.3 metros cúbicos que van formando las pilas de compostaje con unas dimensiones promedio de 5 metros de alto, 2,5 metros de ancho y 60 de largo en forma de prisma triangular (Ver Figura 3).
- **Controles de proceso.** Cuando se termina de trasladar todo el material a la nueva pila de compostaje, es necesario realizar una serie de controles a diferentes partes del arrume que permiten conocer el estado de descomposición y transformación de la materia orgánica, además de la periodicidad de los volteos al material. Los volteos son necesarios para que el oxígeno pueda cumplir con su tarea catalizadora de los procesos químicos que llevan a cabo las enzimas y microorganismos eficientes presentes en las pilas. Estos controles incluyen: Medición diaria de la temperatura, contaminación

física, adición de microorganismos eficientes, humedad y humectación de las pilas.

Figura 3 Pilas de compostaje



Fuente: Autores del proyecto

Las últimas 4 etapas del proceso productivo; maduración, tamizado, empaque y despacho, se realizan bajo invernadero, con un área disponible de 1872 m² aproximadamente.

- Maduración. La maduración es la etapa final de la transformación de la materia orgánica, consiste en el descenso gradual de las temperaturas y olores de las pilas de compostaje y en términos generales tiene una duración final de 25 a 40 días.
- Tamizaje. Una vez las temperaturas se estabilizan en la pila de maduración, el material está listo para el empaque, pero es necesario antes de ejecutar esta operación, realizar una actividad previa que consiste en tamizar el material a empacar con el fin de lograr la uniformidad del material del producto final, además de permitir la eliminación de grumos y contaminación física presente durante todo el proceso productivo.

El material eliminado por grumos o contaminación física se considera como pérdida de producto en proceso debido a que no es posible reincorporar este material en ninguna etapa del proceso y deber trasladado a una escombrera para su disposición final. Las pérdidas de material oscilan entre el 10 y el 20 por ciento aproximadamente y dependen del origen de las materias primas recibidas al momento del armado de las pilas.

- Empaque y despacho. Cuando se termina de tamizar el material se procede a empacar y a despachar el abono orgánico en sacos de 50 kilogramos con destino a los diferentes puntos de venta que comercializan Fertibiofor-Mineralizado. Para realizar el empaque se cuenta con una báscula que permite controlar el contenido de los sacos (Ver figura 4). Esta actividad así como el despacho se realizan de forma manual.

Figura 4 Empaque



Fuente: Autores del proyecto

Partiendo del diagrama del proceso productivo presentado en el Anexo B, se detallan a continuación cada una de las actividades que conforman las etapas del ciclo productivo. (Ver figura 5).

Figura 5 Detalle actividades del proceso productivo

CONTACTO COMERCIAL



- Contacto comercial con el cliente, se establecen las condiciones de negocio (tipo de subproducto, forma de entrega, periodicidad de entrega).
- En ocasiones el cliente visita la planta de tratamiento para verificar las condiciones de manejo de los residuos.

VALIDACIÓN DEL SUBPRODUCTO



- Identificación del proceso que genera el subproducto.
- Si existen dudas en la composición del subproducto, se solicita la caracterización fisicoquímica del mismo, con el fin de determinar si hay presencia de metales pesados u otro tipo de componente que interfiera en la composición final del producto.

Figura 5. (Continuación)

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE



- Determinar cantidad y tipo de subproducto a recolectar, para seleccionar el vehículo apropiado.
- Realizar la programación de la recolección del subproducto: tipo de vehículo, personal encargado, equipos de protección, entre otros.

RECEPCIÓN SUBPRODUCTOS



- Autorización de ingreso a la planta de tratamiento.
- Descarga del subproducto según tipo:
Lodos: Inicialmente se descargan en los tanques, para luego ser dirigidos al reservorio.
Aguas residuales: reservorio
Sólidos: descarga directa en la zona de armado de pilas.

ARRUMES DE MATERIAL



- Mezcla de materiales:
Triturar sólidos, agregar material estructurante (hidro-retenedores, podas, cascarilla de café y material deshidratado de los tanques.
- Armado de pilas.

Figura 5. (Continuación)

CONTROLES DE PROCESO



- Volteos se deben realizar cada 3-5 días (durante 3 meses)
- Aplicación de microorganismos eficientes durante cada volteo en toda la pila
- Medición diaria de la temperatura de las pilas de compost, en 3 diferentes lugares, bajo, medio y alto de la pila.
- Según el clima, se procede a humectar las pilas de compost con lixiviados provenientes del reservorio. (Aplicación manual).
- Recolección manual de plásticos, contaminación, entre otros, en cada pila.

MADURACIÓN



- Debe tener una duración aproximada de un mes.
- El proceso se hace bajo techo para controlar los efectos provocados por la variación climática de la zona.

Figura 5. (Continuación)

TAMIZADO



- Se realiza el tamizaje del producto con ayuda del mini cargador, para lograr la uniformidad del material y retirar contaminación restante.

EMPAQUE



- Se empacan las lonas manualmente con 50 kg de producto terminado.

Fuente: Autores del proyecto

3.1.4 Actividades Principales Personal de Planta

Las actividades correspondientes al manejo de los materiales en el proceso de compostaje se realizan en su mayoría por las máquinas presentes en la planta de tratamiento (Volvo y Mini cargador), por lo cual las labores del operario de planta son de acompañamiento hacia los maquinistas y de control manual de las

condiciones del proceso. Una persona es encargada de la parte administrativa y se dispone de personal para actividades varias.

Las funciones que realiza el personal del área productiva son las siguientes:

- Operario de planta. En total hay 3 personas que cumplen funciones de operarios de planta. Sus actividades inician desde el momento en que los subproductos ingresan a la planta de tratamiento, realizando el desempaque manual y arrume de los residuos que llegan directamente a la zona de armado de pilas (residuos sólidos), realizan algunos de los procesos de la etapa de control, correspondientes a la preparación y adición de microorganismos, revisión de temperaturas en las pilas de compost, riego manual de las pilas si se considera necesario humectarlas y limpieza de la contaminación presente en las pilas, al final del proceso cooperan con el maquinista del mini-cargador cuando se realiza el tamizado del material y realizan el empaque manual de abono terminado en bultos de 50 kilogramos.

En el manejo de los residuos líquidos y lodos, sus funciones comprenden la aireación del reservorio y el mantenimiento del filtro de los tanques de recepción.

- Jardinero - oficios varios planta. Su función principal es el mantenimiento de las zonas verdes de la planta de tratamiento, realiza el aseo general de las oficinas y baño, tiene bajo su cuidado los animales que habitan en la planta y es responsable del manejo de la dotación para visitantes.
- Maquinista Volvo. Su labor se fundamenta en el manejo de los residuos orgánicos, lo cual comprende realizar los arrumes y traslado de material, armado y volteo de pilas.

- **Maquinista Mini-cargador.** Esta maquinaria realiza una labor de acompañamiento en las actividades realizadas por el Volvo en el manejo de residuos orgánicos, pero su función principal es el tamizado del material que se encuentra en fase de maduración.
- **Personal mantenimiento.** Es el encargado de realizar el mantenimiento general en la planta de tratamiento, en ocasiones se presta el mismo servicio para algunos clientes y realiza las funciones de operario de planta mientras su carga de trabajo directa sea baja o nula.
- **Coordinador administrativo de planta.** Sus funciones comprenden autorizar la recepción y llevar el registro y control de los residuos orgánicos que ingresan a la planta, realizar informes concernientes al estado de los materiales recibidos, manejo del sistema de gestión ambiental, manejo de caja menor y control del personal de la planta.

3.1.5 Distribución de planta

La planta de tratamiento de residuos está ubicada en la Vereda el Corzo, del municipio de Facatativá. En este lugar se realiza todo el proceso productivo para la transformación de residuos en Abono Orgánico.

La planta dispone de una pequeña zona administrativa donde se localiza la oficina del asistente administrativo y una bodega para otros productos de comercialización de Biofort Ltda. El espacio sobrante corresponde a la distribución de las etapas del proceso productivo: lugares de recepción de materiales como los reservorios y los tanques, el patio de mezcla de materiales, la zona de armado de pilas, el invernadero donde se realiza el tamizado, la maduración y el empaque,

entre otras, además de contar con amplios espacios para el movimiento y traslado de material que realiza la maquinaria y la flota de vehículos de recolección (Ver Anexo C).

3.1.6 Diagrama de recorrido

El ciclo de producción en la planta de tratamiento inicia con la recepción del material, de acuerdo al tipo de residuo se ubica en una zona diferente; si es residuo sólido se ubica directamente en la zona de armado de pilas, si es lodo en los tanques de recepción y si son aguas residuales en el reservorio. A continuación en el patio de mezcla se compactan todos los residuos para dar inicio al armado de pilas, las cuales después de una serie de volteos proporcionan material para trasladar a la zona de maduración. Culminada esta fase, el producto se traslada a la zona de tamizado, proceso que suministra el material final para realizar el empaque y despacho del mismo. (Anexo C).

3.1.7 Maquinaria, equipo y herramientas

Para realizar el proceso productivo es indispensable contar con ciertas máquinas que permiten principalmente el manejo del material y acelerar la duración del proceso de compostaje. También son necesarias herramientas que apoyen la labor del operario en el manejo manual del proceso, a continuación se describen las máquinas y herramientas utilizadas en el proceso productivo de Fertibiofor-Mineralizado.


- Volvo L70F

Características⁶:

- Motor silencioso y respetuoso con el medio ambiente, transmisión completamente automática de cambios suaves, amplia y cómoda cabina con visibilidad optimizada.
- Bajo consumo de combustible, facilidad y rapidez del mantenimiento.
- Está diseñada para duras operaciones de construcción, movimiento de tierra y carga de grava.
- Excelente maniobrabilidad, esta máquina versátil es perfecta para diferentes trabajos en industrias, terminales de reciclaje y aserraderos.
- Equipados con frenos de disco húmedos Volvo refrigerados por circulación de aceite. Tienen una larga vida de servicio y proporcionan un frenado suave y eficaz.

Tabla 3 Especificaciones técnicas Volvo L70F

Especificaciones técnicas	
Motor	Volvo D6E LBE3
Potencia máxima (rpm)	1700
Capacidad de la cuchara (m ³)	2,0 – 6,4
Neumáticos	20.5 R25 600/65 R25
Peso operativo (t)	12,7 – 14,0
Combustible	ACPM



Fuente: Autores del proyecto

⁶<http://www.volvo.com/dealers/bres/ComercialdeMotores/products/wheelloaders/wheelloaders/L70F/introduction.htm>


- Minicargador 232B serie 2

*Características*⁷

- Proporciona un mayor alcance y altura de levantamiento que permite la carga de camiones de forma fácil y rápida.
- Su estabilidad y rendimiento de levantamiento permiten una excelente manipulación del material.
- Estación del operador ergonómica con controles de palanca universal de operación piloto fáciles de usar, que reducen la fatiga del operador y aumentan la productividad.
- Tren de fuerza de alto rendimiento que proporciona par y potencia del motor altos y permite la operación con aceleración parcial para reducir los niveles de ruido y el consumo de combustible.
- Fácil mantenimiento de rutina que ayuda a reducir el tiempo de inactividad para obtener mayor productividad.

Tabla 4 Especificaciones técnicas Minicargador 232B serie 2

Especificaciones técnicas	
Motor	C2.2 T Cat®
Velocidad de desplazamiento	11 km/hora
Capacidad de la pala (m³)	0,3
Peso en orden de trabajo	3.056 Kg
Combustible	ACPM



Fuente: Autores del proyecto

⁷<http://www.holtcat.com/Documents/PDFs/generalconstruction/spanish/CAT%20232B%20%20SSL%20Spanish.pdf>

3.1.8 Equipo y herramientas.

Ver tabla 5.

Tabla 5 Equipo y herramientas

Nombre	Descripción	Imagen
Tamiz	<p>Esta hecho a base de una malla metálica y refuerzos metálicos laterales. Se emplea para darle uniformidad al producto final y eliminar restos de contaminación presentes.</p> <p>Dimensiones: 2.5m x 2m</p>	
Bombas hidráulicas	<p>Son los dispositivos utilizados para airear el reservorio y proveer agua para la humectación de las pilas de compost.</p> <p>Potencia: 15 hp</p>	
Mangueras	<p>Se utilizan para realizar la descarga de material líquido, para humectación de las pilas y limpieza de tanques de recepción.</p>	
Carretillas y palas	<p>Son herramientas empleadas para el manejo y disposición de los residuos orgánicos de bajo volumen.</p>	
Báscula Electrónica	<p>Es empleada para realizar el empaque manual de 50kg de Fertibiofor-Mineralizado.</p> <p>Báscula de piso, de gran precisión y resistencia.</p>	

Fuente: Autores del proyecto

3.2 ANÁLISIS PROCESO PRODUCTIVO

Durante el reconocimiento del proceso productivo, que incluyó visitas a la planta de tratamiento de residuos, revisión de documentos del Sistema de Gestión Ambiental y entrevistas con los operarios y funcionarios, principalmente se detectaron problemas en la última fase de la elaboración del abono: maduración, tamizado y almacenamiento.

Al no contar con una adecuada planificación de la asignación de los recursos y actividades principales que se generan en la planta, no fue posible encontrar durante la realización de este diagnóstico inventario de producto terminado que estuviera en óptimas condiciones para su despacho y comercialización.

La falta de inventario de producto terminado genera incumplimiento en el despacho de las órdenes de pedido e incluso envío de material que no ha cumplido con todo el ciclo de proceso es decir, producto con altas temperaturas, humedad excesiva y con abundante contaminación física producto de un tamizaje mal realizado.

Es necesario resaltar que este problema (falta de inventario), no es debido a la falta de materiales para procesar, ya que durante el tiempo en que se realizó este diagnóstico ingresaban materias primas diariamente, además el espacio disponible para las pilas de compostaje se encontraba al tope de su capacidad.

Lo anterior indica que el problema se genera en las etapas de maduración, tamizaje y empaque ya que aunque se dispone de una zona cubierta amplia, 1782 m² aproximadamente, para realizar estos últimos tres procesos, no se cuenta con una planificación y organización adecuada del espacio y las actividades, lo cual genera traslados y movimientos improductivos, incrementando los costos de

producción y los incumplimientos en las ordenes de pedido mencionadas anteriormente.

Para poder realizar un mejor análisis de los problemas encontrados en las últimas etapas del proceso productivo se diseñaron los planos detallados de la zona donde se llevan a cabo estos procesos y su respectivo diagrama de recorrido, con el fin de encontrar las posibles causas generadoras de las inconformidades encontradas (Ver Anexo D). Los resultados de la distribución, en términos porcentuales se encuentran en la Tabla 6.

Tabla 6 Distribución invernadero

Área Total	1872	m2	% del Área Total
Espacio subutilizado	374,35	m2	20
Empaquetado/ Almacenamiento	284,62	m2	15,20
Tamizado	273,55	m2	14,61
Maduración	939,48	m2	50,19

Fuente: Autores del proyecto

En la Tabla 6 se observa claramente que existe una parte del espacio del invernadero que se encuentra “libre” o sin utilizar, correspondiente al 20% del espacio total disponible en el invernadero.

El diagrama de recorrido, inicia con el traslado del material proveniente de las pilas de compostaje al invernadero, formando un arrume de maduración, que estará inmóvil mientras se completa toda la fase, es decir, entre 25 y 40 días.

Cuando culmina la etapa de maduración, el material se traslada a la parte posterior para realizar el respectivo tamizaje del material, de ahí se traslada hacia la parte delantera del invernadero para el empaque en los sacos de 50 kilogramos, donde quedan listos para el despacho final de la mercancía. Para realizar esta actividad es necesario volver a trasladar el material a la zona de maduración, dado

que solo es posible cargar los camiones en este lugar porque en la zona delantera los antiguos tanques de recepción de materias primas impiden desarrollar esta labor en ese lugar.

Por lo demostrado con el diagrama de recorrido, se concluye que la actual distribución del espacio del invernadero, para la ejecución de las últimas tres etapas del proceso productivo, es inconveniente para la buena planificación y realización de estas etapas, además genera traslado de material innecesarios que aumentan los costos de producción asociados a dichos traslados (horas mano de obra, combustible, etc.).

De otra parte y para contrastar los problemas asociados a la humedad excesiva del producto, detectado mediante la observación directa y las entrevistas realizadas al personal, se realizó un estudio de los registros de análisis de laboratorio realizados al abono orgánico durante los últimos cuatro años.

En estos análisis de laboratorio sólo es posible evaluar la humedad relativa del producto porque es la única propiedad que hace parte de la composición garantizada expedida por el ICA, estando en 15% la humedad máxima permitida para Fertibiofor-Mineralizado según registro de venta N° 6269.

De los 20 registros analizados en sólo cuatro se cumple con el requisito de humedad máxima exigida en el registro de venta ICA N° 6269 (15%), siendo 50% y 8,45% el máximo y el mínimo de los datos encontrados durante el estudio (Ver Anexo 5). El incumplimiento de las características ofrecidas en el abono orgánico genera inconformidades por parte de los distribuidores y puede llegar, incluso, a sanciones económicas y legales por parte del ente regulador del sector.

Para complementar el análisis realizado se decidió eliminar los resultados de laboratorios ejecutados antes de la fecha de expedición del registro de venta, con

el fin de observar, de forma más clara, si una vez se expidió el registro se siguieron presentando inconformidades en el mismo ítem (Ver Anexo E).

Con estos resultados se observa claramente que, con excepción del análisis que sirvió como registro de la composición incluida en el registro de venta, en ninguno de los otros análisis se cumplió con el requisito legal al cual está supeditada la empresa.

4. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE VENTAS

4.1 DIAGNÓSTICO PROCESO DE VENTAS

En el desarrollo de su actividad comercial, la empresa distribuye el producto en diferentes puntos agrícolas de Cundinamarca, además de firmar convenios con distribuidores mayoristas para la región del Tolima. Los principales clientes de Biofort se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7 Principales clientes de Biofort Ltda.

Cliente	Ubicación
AGROFUTURO	Departamento del Tolima
FERTICAFE	La Mesa, Cundinamarca
GEOAMBIENTE	Chía, Cundinamarca
COMPAÑÍA TIERRA NUEVA LTDA.	Fusagasugá, Cundinamarca
AGROQUÍMICOS DEL ORIENTE	Pasca, Cundinamarca
AGROQUÍMICOS SIBATÉ	Sibaté, Cundinamarca
AGRÍCOLA LOS PINOS	Madrid, Cundinamarca
AGROFOMEQUÉ	Fomequé, Cundinamarca
MÁSERCO LTDA	Cajicá, Cundinamarca
FEDEPAPA	Presencia en todos los almacenes de Fedepapa en Cundinamarca
AGROINSUMOS SAN MIGUEL	Facatativá, Cundinamarca

Fuente: Autores del proyecto

Desde sus comienzos la empresa optó por contar con un único distribuidor del producto por municipio para el departamento de Cundinamarca, y un sólo distribuidor mayorista para el departamento del Tolima. Con esta estrategia han logrado comercializar el producto en más de 40 municipios, pero debido a la falta

de acompañamiento, producto de la falta de personal, existen puntos en donde la venta del abono está totalmente paralizada. En el Anexo F se detallan las actividades que conforman en proceso de ventas en Biofort Ltda.

El proceso inicia con la selección del municipio o zona geográfica donde se desea comercializar el producto; esta selección se realiza de acuerdo al tipo de especies cultivadas y conocimiento del lugar por parte del Director Técnico-Comercial. Posteriormente se procede a elegir un punto de venta para distribuir el producto en la zona; la plaza seleccionada debe ser reconocida por los agricultores y brindar garantías de venta del producto.

Directamente con el administrador del punto de venta se fijan las condiciones de negociación y comisiones por venta. El proceso continúa con la recepción del pedido según las necesidades de inventario de producto en el punto de venta. Se realiza la facturación, se establece el plazo de pago y fecha de entrega de la mercancía. El costo del flete es asumido por Biofort Ltda., quien gestiona el transporte del producto hasta las instalaciones del punto de venta. Finalmente el Director Técnico - Comercial recauda la cartera en la fecha de pago establecida previamente con el administrador del punto de venta.

4.2 ANÁLISIS PROCESO DE VENTAS

Con el fin de diseñar estrategias competitivas acordes a la realidad y obtener resultados efectivos, el proceso de ventas se analizó desde la perspectiva del entorno, la oferta y la demanda.

4.2.1 Análisis del Entorno

Para detectar las condiciones exógenas que pueden estar afectando la actividad económica que desarrolla Biofort Ltda. es indispensable realizar un análisis detallado del macro entorno que rodea la empresa. Para este objetivo se hace uso de un análisis PEST (Ver tabla 8).

Tabla 8 Análisis del entorno

ENTORNO	FACTOR POSITIVO	FACTOR NEGATIVO
POLÍTICO	La legislación ambiental ofrece apoyo a las propuestas encaminadas a contribuir con el medio ambiente.	Aún no se cuenta con una normatividad estricta que regule los impactos ambientales negativos que se generan en la agricultura por el uso de abonos orgánicos sin procesar.
ECONÓMICO	Preocupación por recuperar suelos perdidos debido a la erosión e infertilidad de los mismos.	Por problemas económicos y constantes cambios climáticos, el área de siembra en el país tiende a reducirse ⁸ .
SOCIAL	Diversos estudios de universidades reconocidas del país han demostrado los problemas de sanidad que presentan los cultivos de legumbres en el país ⁹ .	La cultura del agricultor aún no reconoce la importancia de utilizar abonos orgánicos para la siembra.
TECNOLÓGICO	Investigaciones frecuentes sobre los avances tecnológicos en técnicas de compostaje.	Avances tecnológicos presentes únicamente en países europeos.

Fuente: Autores del proyecto

⁸http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf

⁹<http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/hortalizas-con-exceso-de-metales-toxicos/>

4.2.2 Análisis de la oferta

El estudio de la oferta consiste en realizar un análisis sobre el sector de los abonos orgánicos en el territorio nacional, que permita identificar la evolución del sector, competidores, tendencias, entre otros aspectos.

- Comportamiento del sector económico. Debido a que existen muchos compradores y vendedores, el mercado se comporta como competencia monopolística, ya que los productos ofrecidos por los competidores son sustitutos cercanos, más no perfectos, es decir, existen productos parecidos pero no idénticos.

- Evolución del sector económico. El uso de abonos orgánicos en el manejo de los cultivos no ha sido una prioridad para el agricultor Colombiano, sin embargo el sector ha desarrollado un crecimiento en los últimos años debido a la preocupación existente de generar alternativas amigables con el medio ambiente (ver Tabla 9).

Tabla 9 Evolución del sector de los abonos orgánicos

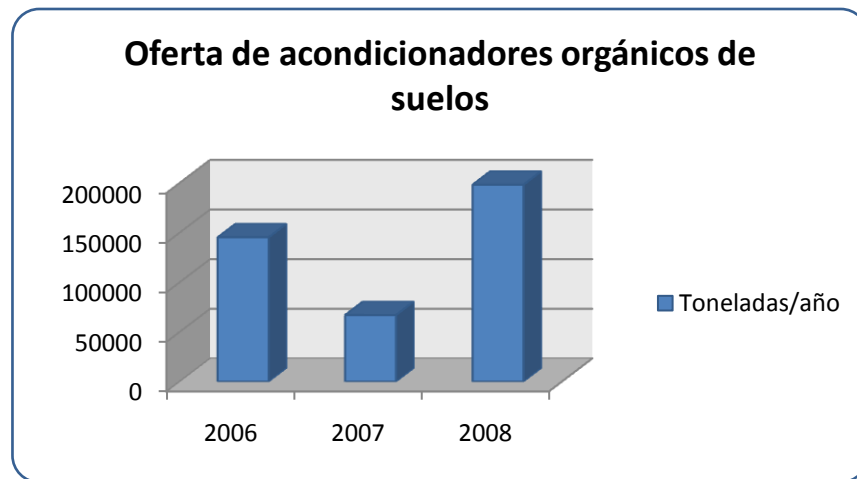
PASADO	PRESENTE	FUTURO
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bajos volúmenes de producción. ▪ Proceso netamente manual. ▪ Sector informal, sin registro de autoridades competentes (ICA). ▪ Desconocimiento del producto por parte de los usuarios (Agricultores). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medianos volúmenes de producción. ▪ Regulación del sector por parte del ICA: expedición de registros de venta de productos. ▪ Uso de maquinaria para agilizar el proceso. ▪ Reconocimiento del producto por parte de los agricultores. ▪ Mitigación de emisiones de gases tóxicos y demás contaminantes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grandes volúmenes de producción. ▪ Utilización de tecnología para el aprovechamiento de las materias orgánicas. ▪ Posicionamiento del producto en el mercado. ▪ Eliminación de emisiones de gases tóxicos y demás contaminantes.

Fuente: Autores del proyecto

- Competencia directa. En el Anexo G, se detallan las empresas que generan competencia directa para Fertibiofor-Mineralizado.
- Productos Sustitutos. El principal sustituto de los abonos orgánicos procesados, es la materia orgánica cruda en especial el estiércol animal. Debido a que la zona oriental de Cundinamarca tiene alta presencia en materia avícola en la región, el sustituto más fuerte es la gallinaza y pollinaza. El precio promedio de un saco de 40 kilos oscila entre los 6.000 y 10.000 dependiendo del lugar de adquisición (galpón o intermediario). Sin embargo, cabe destacar que esta comercialización se realiza de manera informal por parte de los dueños de los galpones.
- Productos complementarios. Para mejores resultados, en cuando a rendimiento y duración de cultivo, el abono químico puede utilizarse junto con el abono orgánico. La principal compañía productora de abonos químicos en Colombia es Monómeros y su producto estrella es el Nutrimón en diversas dosificaciones. El bulto se consigue en promedio a 65.000 en los puntos de venta agrícola. Ver Anexo G.
- Tendencia de la oferta. Siendo el ICA la única fuente que proporciona información verídica acerca de la oferta y la demanda en el sector de los abonos orgánicos, se tiene registro únicamente a partir del 2006 de las toneladas producidas por las empresas del sector (Ver figura 6).

No se puede establecer una tendencia de la oferta por no contar con la información suficiente para lograr un resultado satisfactorio. El limitado número de registros oficiales es debido a que el sector es aún bastante informal por lo tanto, no se ha podido establecer una metodología de recopilación de información utilizado por parte del ICA.

Figura 6 Oferta de Acondicionadores Orgánicos de Suelos



Fuente: <http://www.ica.gov.co/getdoc/bc02bf1f-68b4-4d82-b776-722e261b4ca8/Estadisticas.aspx>

4.2.3 Análisis de la Demanda

El estudio de la demanda busca identificar las características, las necesidades, los comportamientos, los deseos y las actitudes de los clientes hacia el producto Fertibiofor-Mineralizado.

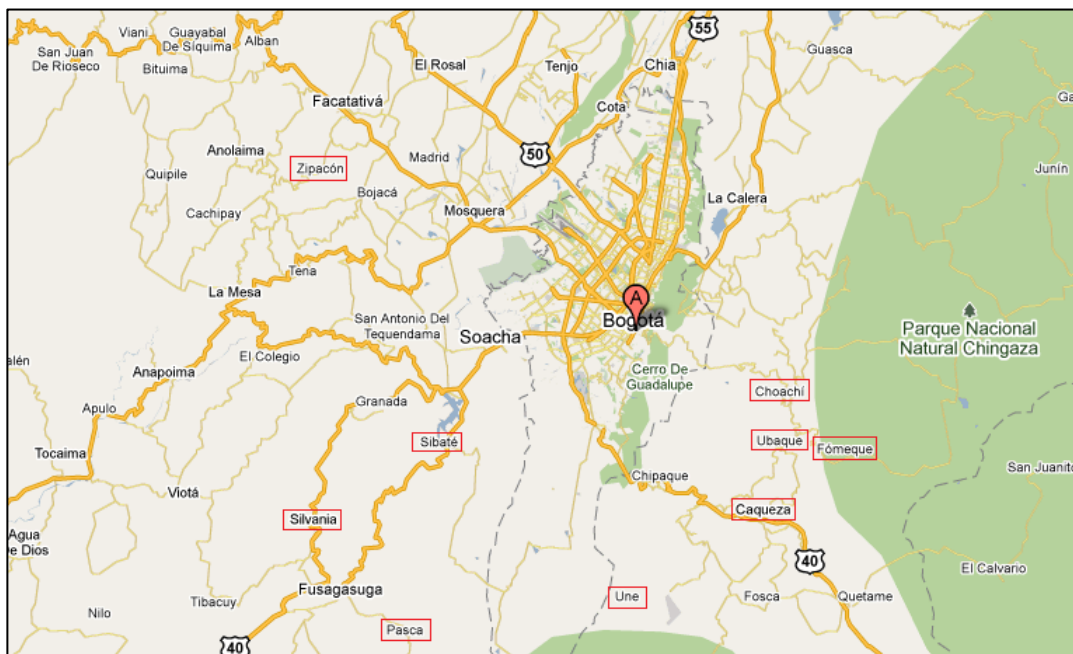
- Mercado Potencial. Debido a que es un producto que se puede utilizar en cualquier tipo de cultivo o zona climática, los clientes potenciales abarcan los agricultores de Cundinamarca y Tolima inicialmente, debido a que en estos departamentos es donde se está comercializando el producto actualmente.
- Segmentación del mercado. Un factor diferenciador predominante al momento de segmentar el mercado de agricultores es el tipo de cultivo sembrado. Dependiendo el tipo de cultivo varían las dosificaciones de materia orgánica. La clasificación a utilizar son cultivos permanentes y cultivos transitorios.

Cultivos permanentes: son aquellos cultivos a largo plazo, son improproductivos en los primeros años de desarrollo, pero luego producen cosechas durante años a bajo costo de mantenimiento. Ejemplo: Café, frutales

Cultivos transitorios: son plantas de carácter anual, bianual y plurianual, el valor de estos cultivos depende del volumen y calidad del producto en cada cosecha. Ejemplo: Hortalizas, Cereales, tubérculos

- Investigación de mercados exploratoria. Con el propósito de identificar las preferencias y razones de uso de los abonos orgánicos, se realizó un sondeo mediante la aplicación de formatos de entrevista a los agricultores en los siguientes municipios de la Sabana de Bogotá (Figura 7).

Figura 7 Ubicación geográfica Municipios del sondeo



Fuente: Google Maps

Dado que la mayoría de administradores de los puntos de venta son también agricultores, la presentación de resultados del sondeo se separó para evitar sesgar la opinión de los agricultores del común.

Entre los agricultores consultados predominan los cultivos de papa, frijol, arveja, fresa, tomate, uchuva, cebolla, plátano, maíz, aguacate, habichuela, cilantro.

El instrumento utilizado para realizar el sondeo y los datos obtenidos para cada una de las preguntas del sondeo, se presentan gráficamente en el Anexo H.

Durante la realización del sondeo, se logró identificar varias causas asociadas al producto y al mercado que afectan negativamente las ventas de Fertibiofor-Mineralizado. Entre las problemas concernientes al producto se destacan las molestias manifestadas por los agricultores debido al alto porcentaje de humedad y a la contaminación física del producto (vidrios, plástico, etc.), además se pudo observar que la gran mayoría de los agricultores entrevistados no conocen los beneficios asociados al uso de materias orgánicas debidamente compostadas.

Los agricultores encuestados prefieren materias orgánicas secas (entre el 5% y 7% de humedad), porque les brinda la tranquilidad de estar utilizando todo el material que compraron, caso contrario ocurre con las materias orgánicas con porcentajes entre el 10 y el 15% de humedad, pues este tipo de materiales genera la percepción de pérdida de material por el agua presente en el producto.

A continuación se presentan las principales conclusiones derivadas del sondeo realizado entre los distribuidores de Fertibiofor-Mineralizado y agricultores en el departamento de Cundinamarca:

- La mayoría de agricultores consultados, el 87% (a excepción de aquellos que son administradores del punto de venta), desconocen el abono orgánico Fertibiofor-Mineralizado.

- Se detectaron problemas en la percepción visual del producto Fertibiofor-Mineralizado, tales como la humedad y color por parte de los agricultores que participaron en el sondeo y que han utilizado el abono.
- La gallinaza es la materia orgánica de mayor preferencia (35%), entre los agricultores, dada la facilidad para adquirirla y el precio al que se ofrece, además de la antigüedad del uso de este producto por parte de los agricultores.
- La cultura de siembra del agricultor está enfocada a utilizar siempre los mismos productos, sin importar que los resultados que éstos generan no sean los mejores.
- Aunque se pensaba que el uso exclusivo de fertilizantes químicos para los cultivos era la razón por la cual los abonos orgánicos procesados no tenían fuerza en el mercado, el 88% de los encuestados usa fertilizantes orgánicos, y el desplazamiento de estos productos de origen químico es generado por la gallinaza principalmente. Sin embargo, no se evidenció una disminución considerable en el uso de fertilizantes químicos debido a la utilización de la gallinaza.
- Investigación de mercados concluyente. La investigación de mercados concluyente se llevó a cabo en los municipios de Cundinamarca y Tolima donde se comercializa el producto Fertibiofor-Mineralizado (ver Figura 8), utilizando como herramienta una encuesta de aplicación directa a los agricultores.

Figura 8 Zona Geográfica aplicación de encuestas



Fuente: Google Maps

Definición de la población. La selección de la población del mercado meta se basó en los cultivos permanentes y transitorios predominantes en los departamentos de Cundinamarca y Tolima. La selección de los cultivos se hizo con la asesoría del Ingeniero Agrónomo Luis Fernando Pita, Director Técnico-Comercial de Biofort Ltda., quien cuenta con más de 20 años de experiencia acumulada en la zona, además se tuvo en cuenta la revisión de fuentes de información secundarias que permitieran contar con una aproximación sólida sobre las estadísticas de los cultivos seleccionados.

La fuente de información seleccionada fue la Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA 2009¹⁰, elaborada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que contiene información detallada sobre la situación del sector agropecuario nacional y departamental. Es de este documento de donde se extrajeron las cifras concernientes a las unidades productoras de los cultivos, transitorios y permanentes, seleccionados relacionados en la Tabla 10.

Tabla 10 Cultivos y unidades productoras

Cultivo	Unidades Productoras
Arroz	8.642
Maíz	47.026
Papa (Consumo directo + industrial)	38.722
Arveja	16.061
Cebolla	9.048
Tomate	3.776
Zanahoria	2.563
Otras Hortalizas	2.379
<i>Total</i>	<i>128.217</i>

Fuente: Autores del proyecto

Ficha Técnica. En el Anexo I se presenta en detalle la descripción de la investigación realizada.

Resultados y Conclusiones¹¹. Las encuestas se aplicaron a 383 hombres y mujeres mayores de edad cuya actividad económica fuera la agricultura y que contaran con un terreno permanente para el desarrollo de sus cultivos. Los usuarios fueron seleccionados de forma aleatoria en los puntos de venta agrícola ubicados en los diferentes municipios de la Sabana de Bogotá y el departamento del Tolima (Ver Anexo J).

¹⁰ http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf

¹¹ Ver informe detallado de los resultados de la Encuesta en Anexo J.

- Se ratifica el resultado obtenido en el sondeo del diagnóstico comercial que la materia orgánica de mayor uso entre los agricultores de la zona es la gallinaza, con un porcentaje de 39%.
- El 33% de los agricultores de la zona no utiliza ningún tipo de materia orgánica en sus cultivos, lo cual indica también preferencias en el uso exclusivo de programas de fertilización química.
- El 73% de los agricultores encuestados utiliza la misma materia orgánica desde hace más de 3 años, lo cual está directamente relacionado con la cultura de siembra predominante en esta actividad económica.
- La aplicación de la materia orgánica se realiza antes de la siembra en un 94% de los casos, lo cual indica que se ha generado un modo de uso conjunto con el fertilizante químico en los cultivos, utilizando el abono orgánico al momento de la siembra y el abono químico para reabonar el cultivo.
- La cantidad de materia orgánica utilizada en el desarrollo de los cultivos corresponde a más de 30 bultos / ha para el 61% de los agricultores encuestados, lo cual indica que en promedio se aplican más de 1.5 toneladas de materia orgánica por hectárea.
- El precio de venta de sacos de 50kg de materias orgánicas está alrededor de los \$5.000 y \$8.000 en el 40% de los casos, este rango de precios lo fija la gallinaza debido a que no existen costos asociados al proceso de transformación del material. El siguiente rango de precios está alrededor de \$16.000 con un porcentaje del 30% que corresponde al mismo material orgánico pero con su debido proceso de maduración (gallinaza compostada)

- En un 79% de los casos, los agricultores no reciben ningún tipo de promoción al realizar sus compras, debido a que los incentivos son otorgados principalmente a los puntos de venta agrícola.
- Si se otorgaran promociones o incentivos a los agricultores en las compras de materia orgánica, el 52% de los agricultores preferiría recibir descuentos en la compra realizada, el 45% bonificaciones en producto, y el porcentaje restante participación en rifas y premios.
- El 55% de los agricultores adquieren la materia orgánica directamente con el productor, mientras que el 45% restante la compra en los puntos de venta agrícola. En muchos casos la venta directa se desarrolla de manera informal ya que la gallinaza que no ha cumplido con el proceso de maduración no cumple con los requisitos legales para comercializarse en un punto de venta.
- El 76% de los agricultores no recibe información en el punto de venta sobre el uso, beneficios o dosificaciones de la materia orgánica adquirida, lo cual indica que no existe un servicio de acompañamiento a los agricultores en la venta y postventa del producto.
- Existe un desconocimiento general del producto Fertibiofor-Mineralizado para el 84% de los agricultores consultados, sin embargo, existe la disposición en conocer y ensayar el producto en un 96% para ambos casos.
- El agricultor reconoce las desventajas del uso de la gallinaza en cuanto a olor (79% de opinión desfavorable), y vulnerabilidad a enfermedades y plagas (58% de opinión desfavorable), sin embargo factores como precio y rendimiento con favorabilidad del 52% y 89% respectivamente, logran fidelizar al agricultor con el producto.

- Los agricultores de la zona del estudio desean adquirir productos que contribuyan al mejoramiento del rendimiento de sus cosechas a precios bajos. Sin embargo, aunque Fertiofor-Mineralizado cumple con estas condiciones el trabajo realizado hasta el momento por la empresa se ha concentrado en la distribución del producto únicamente a los puntos de venta contribuyendo al desconocimiento del producto entre los agricultores.

5. DIAGNOSTICO Y ANALISIS DEL PROCESO ADMINISTRATIVO

5.1 DIAGNOSTICO PROCESO ADMINISTRATIVO

El diagnóstico y análisis del proceso administrativo se realizó en Biofort Ltda., únicamente, ya que Control Ambiental de Colombia en sus 15 años de funcionamiento ha logrado consolidar sus procesos administrativos enmarcados actualmente bajo el Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001: 2004.

El abono orgánico Fertibiofor-Mineralizado es comercializado por Biofort Ltda., empresa que surge en el año 2007, bajo la tutela de un representante legal, y un representante técnico-comercial encargado de la distribución y comercialización del producto.

Biofort Ltda., no cuenta con un proceso administrativo real que permita planificar, organizar, dirigir, coordinar y controlar los diferentes procesos que se llevan a cabo en el funcionamiento diario de la empresa. Entre las dos personas en donde se concentran todas las funciones y responsabilidades de la organización, Gerente General y Director Técnico-Comercial, no existe una comunicación real y efectiva por lo que la toma de decisiones se vuelve lenta y tardía.

Al no tener claras las funciones de cada cargo, es común que no asuman las responsabilidades y actividades propias de cada cargo, esto genera que en muchos casos se ejecute la misma actividad o función en varias oportunidades por diferentes personas.

En sus tres años de funcionamiento la empresa no cuenta con un direccionamiento estratégico que le permita definir un norte en su crecimiento, por ejemplo, nuevas líneas de negocio o un aumento de su capacidad comercial. Prueba de esto es que durante la revisión de la documentación relacionada con la empresa se pudo detectar la existencia de tres diferentes misiones y visiones de la compañía:

- *Misión 1.* Comercializar productos orgánicos de alta calidad para la producción más limpia de alimentos y el cuidado del medio ambiente.
- *Visión 1.* En el 2020 ser la compañía líder en comercialización de productos orgánicos en América del Sur.
- *Misión 2.* Ofrecer abono orgánico, con alta tecnología que se enmarque dentro de los parámetros agronómicos óptimos, para obtener cultivos que satisfagan necesidades nutricionales de la población; con una maximización de la rentabilidad.
- *Visión 2.* Biofort Ltda., será la compañía en 2015 con un posicionamiento de marca del ciento por ciento en territorio colombiano y con unas ventas sostenidas de 20.000 toneladas año del Fertibiofor-Mineralizado. Acompañado de un portafolio de productos orgánicos y biológicos y todo centrado en la excelencia del recurso humano.
- *Misión 3.* Contribuir con la producción más limpia de alimentos y el cuidado del medio ambiente¹².

¹² Tomado de: http://www.biofortorganico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=66&Itemid=100

- *Visión 3.* Ofrecer a la agricultura Latinoamericana fertilizantes orgánicos que contribuyan con la producción más limpia de alimentos y la recuperación de suelos degradados¹³.

Lo anterior refleja claramente la falta de direccionamiento estratégico por parte de las directivas de la compañía, quienes al ser indagados del por qué de la existencia de las diferentes misiones y visiones documentadas, no tenían mayor conocimiento sobre los conceptos de planeación estratégica, por lo que la misión y la visión no formaban parte de un proyecto de crecimiento y consolidación a mediano y largo plazo y terminaban siendo un mero formalismo que se ajusta a las necesidades de cualquier momento.

Esta falta de planeación, sumada a la nula comunicación entre los entes de la compañía, no ha permitido aumentar la planta de personal directa necesaria para la buena atención de todos los distribuidores ubicados entre los departamentos de Cundinamarca y Tolima. Además las constantes ausencias del Gerente General, genera que todo lo concerniente a los procesos administrativos y comerciales los asuma el Director Técnico-Comercial, lo que en muchas ocasiones termina afectando los intereses comerciales de la compañía dado que se ocasiona una sobrecarga de trabajo sobre una sola persona que no permite que se realicen de manera efectiva las funciones para las cuales fue contratado.

5.2 ANALISIS PROCESO ADMINISTRATIVO

5.2.1 Planteamiento Estratégico de Biofort Ltda.

Para la revisión y análisis del planteamiento estratégico de la empresa se seleccionaron la misión y la visión número 3 ya que se actualmente se encuentran

¹³ Tomado de: http://www.biofortorganico.com/index.php?option=com_content&view=article&id=67&Itemid=101

publicadas en la página web institucional y el hacer parte de este canal de comunicación le genera mayor validez sobre las restantes. La publicación de la misión y la visión (Ver figura 9 y 10), data de principios del año en curso, cuando se reestructuró el contenido de la página web de la empresa.

Figura 9 Misión Biofort Ltda.



Fuente: <http://www.biofortorganico.com>

Figura 10 Visión Biofort Ltda.



Fuente: <http://www.biofortorganico.com>

Aunque la misión tiene definido el propósito que la empresa pretende cumplir en su entorno; contribuir a la producción más limpia de alimentos, no identifica como va a cumplir este propósito ni hacia quién está dirigido.

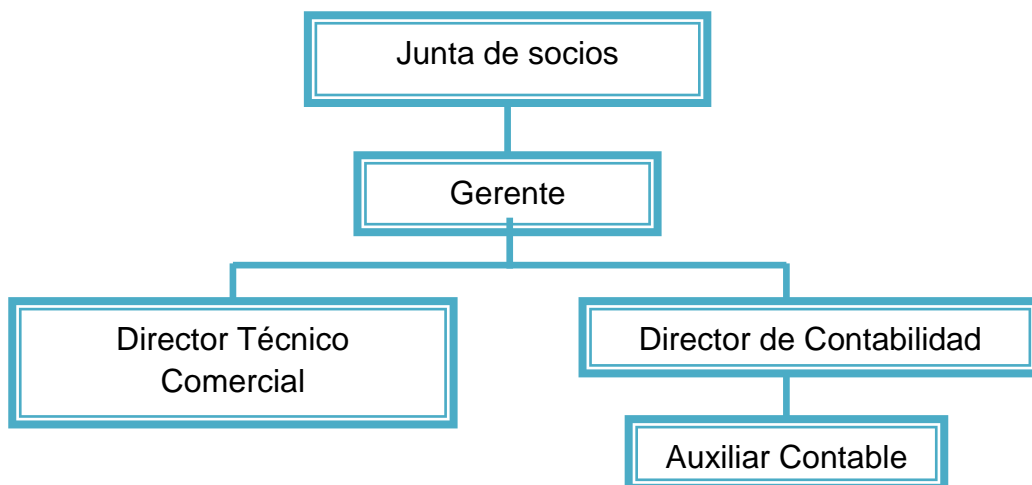
El problema principal de la visión es su similitud con la misión, además de carecer de proyección y un horizonte de tiempo para la revisión del cumplimiento de sus objetivos.

Aunque la empresa tiene una misión y visión definida, el proceso de planteamiento estratégico actualmente termina en esta etapa, ya que los objetivos estratégicos, las estrategias y el plan de acción para llevarlos a cabo no se han concretado aún.

5.2.2 Cargos, funciones y responsabilidades del personal

Actualmente la empresa cuenta con personal limitado, el cual se fundamenta en el Gerente General y el Director Técnico Comercial (Ver figura 11).

Figura 11 Organigrama Biofort Ltda.



Fuente: Autores del proyecto

El Gerente tiene a su cargo las funciones administrativas y de dirección de la empresa, la toma de decisiones y la búsqueda de alianzas con empresas representativas del sector.

El Director Técnico - Comercial, además de desempeñar funciones directamente relacionadas con su cargo: en la parte comercial, lo correspondiente a mantener las comunicaciones con los distribuidores de puntos de ventas, elaborar informes de crecimiento en ventas, desarrollar estrategias de mercadeo y búsqueda de nuevos clientes y/o plazas de distribución; y en la parte técnica, lo referente a realizar propuestas para el desarrollo técnico del producto, brindar asesorías técnicas a los agricultores, debe también desempeñar funciones de Representante Comercial, ya que debe generar las ventas de la empresa y recaudar cartera.

Sumado a esto en repetidas ocasiones debido a la ausencia del Gerente General debe cumplir también funciones de carácter administrativo, como pago de nómina, manejo de bancos, relaciones con proveedores, entre otros.

El personal contable es un servicio contratado por outsourcing a Control Ambiental de Colombia, por lo tanto no tiene funciones asignadas de parte de Biofort Ltda.

6. CONCLUSIONES DE LOS DIAGNÓSTICOS DE LOS PROCESOS PRODUCTIVO, DE VENTAS Y ADMINISTRATIVO

Con la información recopilada en los diagnósticos y análisis realizados anteriormente, sumado a los diferentes tipos de problemas asociados a cada uno de estos procesos, es preciso utilizar herramientas como; árboles de problemas, árbol de objetivos y la matriz DOFA con el fin de observar claramente las oportunidades de mejoras que se pueden llevar a cabo.

6.1 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Para la elaboración del árbol de problemas (Ver anexo K), se tuvieron en cuenta todas las falencias encontradas durante el diagnóstico general a los tres procesos involucrados en la comercialización de Fertibiofor- Mineralizado con las consecuencias que dichos problemas traen consigo.

Cada uno de estos problemas encontrados genera un impacto que influye negativamente en las ventas de Fertibiofor-Mineralizado, estando unos problemas asociados a los agricultores, otros al proceso productivo y a la falta de regulación por parte del estado a la comercialización informal de estiércoles animales sin procesar.

Además la baja utilización del abono no sólo produce unas consecuencias lógicas en las dos organizaciones involucradas tanto en la producción y comercialización del producto, sino que también genera unos mayores costos de producción a los agricultores (abono químico, fungicidas, menor calidad del cultivo), que terminan reflejándose en un aumento de los precios de los alimentos, situación que afecta a la economía del país.

6.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS

Con el propósito de dar un direccionamiento preliminar a los problemas encontrados en el diagnóstico general, se plantea el siguiente árbol de objetivos (Ver anexo K).

Partiendo del objetivo de incrementar sustancialmente las ventas de Fertibiofor-Mineralizado, se tiene la total disposición por parte de las directivas de las dos empresas, de empezar a corregir los problemas encontrados a los tres procesos durante la elaboración de este diagnóstico. Por lo tanto es posible lograr dar un cumplimiento a las metas directas e indirectas propuestas en este árbol de objetivos en el mediano y largo plazo.

6.3 ANÁLISIS DOFA

La matriz DOFA es una herramienta de análisis que proporciona y representa la información concerniente a la interacción de Control Ambiental de Colombia y Biofort Ltda., con su entorno.

De acuerdo a la información generada a partir de la matriz DOFA, es posible plantear algunas estrategias según los diferentes escenarios (Ver tabla 11).

6.3.1 Estrategias FO

- Incursionar en el desarrollo del mercado en nuevos departamentos del territorio Colombiano.
- Brindar asesorías y charlas técnicas acerca de los beneficios de usar el producto como complemento agrícola, enfatizando el impacto positivo que genera su aplicación al medio ambiente.

Tabla 11 Matriz DOFA

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 15 años de experiencia en el desarrollo del proceso de compostaje. ▪ Contar con el registro de venta del producto otorgado por la entidad reguladora del sector: ICA, lo cual genera una base confiable para el comprador. ▪ Tener presencia comercial en más de 40 puntos de venta ubicados en el departamento de Cundinamarca y Tolima. ▪ Se cuenta con una empresa confiable y reconocida para el despacho y entrega del producto en los diferentes puntos de venta. ▪ Amplios conocimientos técnicos acerca del uso, beneficios y comportamiento del producto en diferentes tipos de cultivo. ▪ Búsqueda constante de aliados estratégicos en el sector de abonos orgánicos. ▪ Relaciones continuas y confiables con el proveedor del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fallas en el proceso productivo en las etapas de maduración, tamizado y empaque que influyen en la calidad del producto final. ▪ Al no ser considerado como un producto de primera necesidad, no ha logrado imponer un posicionamiento en el mercado. ▪ Escaso personal de ventas, lo cual limita el contacto con el punto de venta y el agricultor. ▪ Bajo desarrollo técnico del producto, que limita el contacto directo con el agricultor que contribuye al desconocimiento de los beneficios del producto. ▪ Bajo desarrollo comercial del producto que retrasa el crecimiento de la marca. ▪ Incumplimiento en tiempos de entrega debido a inexistencia de inventario de producto terminado. ▪ Debido a la baja rotación del producto, las condiciones de pago de cartera las impone el punto de venta. ▪ Comercialización de Fertibiofor-Mineralizado en sólo dos departamentos con actividad agrícola del país.
FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disponibilidad de alternativas tecnológicas en el mercado para el mejoramiento del proceso de compostaje. ▪ Tendencia actual del cuidado del medio ambiente, lo cual genera preocupación en usar alternativas que no generen un impacto ambiental negativo. ▪ Mayor número de agricultores interesados en implementar las buenas prácticas agrícolas BPA, situación que exige el uso de abonos orgánicos procesados con altos estándares de calidad. ▪ Aumento en el número de las exportaciones de alimentos hacia países con altos controles fitosanitarios; cultivos libres de enfermedades y plagas. ▪ Crecimiento del mercado de los cultivos netamente orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de regulación en la comercialización de productos que incumplen con la normatividad del ICA, manejando ciclos de producción poco confiables, generando productos con precios significativamente bajos. ▪ Alteración de condiciones climáticas que generan problemas para realizar siembras disminuyendo el nivel de compra de Fertibiofor-Mineralizado. ▪ Aumento de oferta de empresas que participan en el mercado con productos sustitutos. ▪ Desconocimiento de los beneficios del uso de fertilizantes orgánicos y diferenciación nula entre los productos similares en el mercado. ▪ Cultura de siembra del agricultor, desconfianza al utilizar nuevos productos.

Fuente: Autores del proyecto

- Incrementar la participación del producto Fertibiofor-Mineralizado en los cultivos extensivos y forrajes.
- Realizar alianzas estratégicas con productores de insumos orgánicos que permitan ampliar el portafolio de productos comercializados hasta el momento.

6.3.2 Estrategias DO

- Organizar actividades que permitan el desarrollo técnico del producto y acercamiento al agricultor, tales como presencia en ferias agrícolas en los municipios, asesorías técnicas y ensayos de prueba del producto.
- Aumentar el personal de ventas con el propósito de mejorar las relaciones actuales con los puntos de venta y agricultores, además de generar nuevas plazas de distribución del producto.
- Realizar estudios de mercadeo que permitan la formulación de estrategias enfocadas al desarrollo comercial del producto.

6.3.3 Estrategias FA

- Brindar asesorías y charlas técnicas acerca de la importancia de utilizar abonos debidamente procesados y registrados por la entidad reguladora del sector: ICA.
- Formular estrategias comerciales enmarcadas en la diferenciación de Fertibiofor-Mineralizado de los demás productos similares del mercado.

- Fortalecer el mercado desarrollado hasta el momento, desarrollando estrategias enfocadas a fidelizar al cliente con el producto.
- Fomentar el uso de productos de origen orgánico como complemento para el desarrollo de cultivos, por medio de charlas informativas y asesorías en usos y dosificaciones.
- Incursionar en la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas (sistemas de compostaje, maquinas granuladoras, etc.), que permitan el mejoramiento del proceso y del producto final

6.3.4 Estrategias DA

- Promover el desarrollo continuo de Fertibiofor-Mineralizado, dada la amplia oferta de empresas con productos similares en el mercado.
- Desarrollar actividades que propicien un contacto directo con el agricultor, lo cual contribuye a disminuir el desconocimiento del producto y generar confiabilidad en su aplicación.

6.4 CONCLUSIONES

- Los principales problemas asociados al producto Fertibiofor– Mineralizado, y que afectan considerablemente las ventas, son la humedad, que excede los parámetros aprobados por el ICA para la comercialización del producto, y la contaminación física presente al momento del empaque.

- En sus tres años de funcionamiento en Biofort Ltda., no cuenta con un planteamiento estratégico que permita establecer con objetividad los objetivos de la organización en el corto, mediano y largo plazo.
- La estrategia utilizada hasta el momento para la comercialización de Fertibiofor-Mineralizado está enfocada únicamente hacia el administrador del punto de venta, además de la falta de personal ocasionan que el contacto con el agricultor sea nulo, generando desconocimiento de los beneficios de este tipo de productos en los diferentes tipos de suelos y cultivos.
- El análisis externo incluido en el diagnóstico generó un acercamiento, con los usuarios o clientes finales del producto (Agricultores), que permitió conocer su percepción hacia el mercado de los abonos orgánicos y el producto Fertibiofor-Mineralizado.

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

A pesar de las múltiples ventajas y beneficios que trae consigo la utilización de enmiendas orgánicas en la restauración de suelos y en la agricultura, actualmente el uso de este producto en Colombia y en particular en el área de la Sabana de Bogotá es mínimo en comparación con fertilizantes de origen químico, los cuales generan altos costos en términos económicos y se convierten en una alternativa desfavorable para el medio ambiente.

Una posible explicación a este problema parte del desconocimiento por parte de los agricultores, grandes y pequeños, de las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de este tipo de fertilizante orgánico.

Es por esta razón que Control Ambiental Colombia en alianza con Biofort Ltda., en su continua búsqueda de alternativas de sostenibilidad medioambiental y, nace la idea de realizar una investigación, por medio de un diseño experimental, que permita demostrar, científicamente, las cualidades y características que hacen de los abonos orgánicos una alternativa válida para la región. Los resultados de esta investigación contribuirán a solucionar los problemas encontrados en los diferentes diagnósticos de procesos realizados además de proporcionar una herramienta que conduzca a generar un cambio cultural en la agricultura colombiana, favoreciendo de esta manera la seguridad alimentaria y la producción más limpia de alimentos, en donde los grandes beneficiados serán los consumidores colombianos.

Para tal fin se definió una metodología incluida en el Protocolo para ensayo de eficacia agronómica (ver Anexo L), que permitiera un manejo adecuado durante toda la investigación, de tal forma que los resultados arrojen los resultados esperados.

7.1 DEFINICIÓN PARÁMETROS

La definición de los parámetros se hizo en conjunto con las directivas de las dos empresas y con la asesoría del Ing. Agrónomo Luis Fernando Pita, tutor del proyecto. Los principales parámetros, agronómicos y estadísticos, se presentan a continuación.

7.1.1 Definición cultivo a evaluar

Después de discutir los diferentes tipos de cultivos a insembrar se definió utilizar Lechuga Alpha y Zanahoria Baby. El factor determinante para la escogencia de estas semillas fue el tiempo de cosecha que es inferior a 5 meses, dada la duración del proyecto.

7.1.2 Modelo Estadístico

El uso de pruebas estadísticas en el campo agronómico está reglamentado según la Resolución 00150 del 21 de Enero del 2003 (Ver anexo M), y en donde se sugiere que el tipo de modelo estadístico indicado para este tipo de pruebas es el diseño de grupos aleatorios por bloques. Por lo tanto, y de acuerdo al concepto del Ingeniero Agrónomo se acepta este modelo para desarrollar la investigación.

7.1.3 Tratamientos y réplicas

Se definieron 4 tratamientos, donde la diferencia entre cada tratamiento radica en la dosificación de Fertibiofor-mineralizado además, de un tratamiento adicional como testigo absoluto (Ver tabla 12).

Cada tratamiento contará con 4 repeticiones con el fin de obtener una mayor confiabilidad en el diseño. El tratamiento T1 correspondiente al testigo, servirá para comparar al final de la investigación, si existen diferencias significativas entre la aplicación y la no aplicación de materia orgánica en los cultivos.

Tabla 12 Tratamientos y réplicas

Número del Tratamiento	Dosificación	Número de réplicas
T1	Testigo (Suelo sin fertilizar)	4
T2	0,5 Toneladas por Hectárea	4
T3	0,75 Toneladas por Hectárea	4
T4	1 Toneladas por Hectárea	4
T5	1,5 Toneladas por Hectárea	4

Fuente: Autores del proyecto

Los tratamientos y las réplicas se definieron siempre en conjunto con el ingeniero Luis Fernando Pita, quien cuenta con amplia experiencia en el montaje de este tipo de ensayos.

7.1.4 Parámetros a evaluar

Para la definición de los parámetros a evaluar se tuvieron en cuenta las principales características pueden influir en la elección de un fertilizante por parte de un agricultor (Ver Tabla 13). Por esta razón los resultados de los parámetros escogidos permitirán definir una ventaja competitiva a Fertibiofor-Mineralizado frente a la competencia, dependiendo de los resultados finales de la investigación.

El análisis de suelos se incluye para observar las posibles modificaciones que puedan presentarse en las propiedades físico-químicas del suelo, en donde se realice la investigación, producto de la aplicación de Fertibiofor-Mineralizado.

Tabla 13 Parámetros a evaluar

Parámetro	Unidad de medida
Rendimiento	Kilogramos por Hectárea.
Precocidad	Días entre siembra y cosecha.
Resistencia	Número de enfermedades y plagas presentes durante el cultivo.
Análisis de suelos	Se realiza antes y después de la prueba

Fuente: Autores del proyecto

7.1.5 Recursos asociados

Concluida la fase de definición de parámetros es necesario indicar que tipo de recursos son necesarios para la realización del ensayo y que empresa se hará cargo de la consecución de dichos recursos (Ver Tabla 14).

Tabla 14 Recursos asociados

Recurso	Empresa
Construcción del invernadero	Control Ambiental de Colombia
Instalación del sistema de riego	Control Ambiental de Colombia
Semillas – Plántulas	Biofort Ltda.
Fertilizante químico	Biofort Ltda.
Insecticida, fungicida, herbicida (si fuera el caso).	Biofort Ltda.
Mano de Obra	Practicantes UIS
Análisis de suelo	Control Ambiental de Colombia

Fuente: Autores del proyecto

7.2 ADECUACIÓN DE LA ZONA DEL CULTIVO

Una vez definido todo lo concerniente al diseño experimental se procedió a la construcción y adecuación de un invernadero ubicado en las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Residuos Rápidamente Biodegradables del municipio de Facatativá en el departamento de Cundinamarca (Ver Anexo N).

Para el correcto manejo de las condiciones de la huerta experimental se diseñó un manual de procedimiento que contiene todas las actividades a desarrollar durante la conducción del cultivo (Ver Anexo O).

7.3 DISTRIBUCIÓN DE RÉPLICAS Y TRATAMIENTOS

La distribución de los tratamientos y réplicas se hizo de manera aleatoria para el diseño experimental se ilustran en el Anexo N.

7.4 CONDUCCIÓN DE LA HUERTA EXPERIMENTAL

En el Anexo N se ilustran las principales actividades desarrolladas durante la conducción de la huerta experimental.

7.5 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.

Como se mencionó anteriormente las especies cultivadas fueron Lechuga Batavia y Zanahoria mini, en igual número de unidades experimentales, debido a que los tamaños entre las especies varían significativamente, el número de datos recolectados para cada uno es diferente. El proceso se realizó manualmente (ver

Tabla 15), utilizando una gramera digital. Para la lechuga se registró el peso de todas las plantas obtenidas, mientras que para la zanahoria se tomó una muestra del total cosechado por unidad experimental.

La diferencia entre el número de datos recolectados para cada especie radica en la densidad de siembra; en la Lechuga Alpha se sembraron en promedio 24 plantas por unidad experimental y en la Zanahoria Mini la densidad de siembra de semillas por unidad experimental fue de 584 aproximadamente.

Tabla 15 Formato de recolección de datos

Semilla:		k=	
Tratamiento ____, réplica ____			
Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)

Fuente: Autores del proyecto

Por medio de un Diseño Experimental de Bloques Completamente Aleatorios se plantea poner a prueba la eficiencia agronómica de Fertibiofor-Mineralizado. El modelo estadístico a utilizar tuvo en cuenta un factor de diferencia que existe entre los datos, ya que aunque se tiene el mismo número de unidades experimentales para cada tratamiento, el número de sub-muestras (k) de cada unidad puede variar debido a la naturaleza del ensayo. Por lo tanto el diseño se acoge al modelo¹⁴ (Ver figura 12):

¹⁴ KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Thomson Editores. 2001. P 165- 169

Figura 12 Modelo estadístico

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + e_{ij} + d_{ijk}$$
$$i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r_i \quad k = 1, 2, \dots, n_{ij}$$

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición.

Dónde: μ es la media general, τ_i es el efecto fijo del tratamiento i , e_{ij} es el efecto del error experimental aleatorio para la unidad experimental del tratamiento j del tratamiento i y d_{ijk} es el efecto aleatorio de la sub-muestra k de la unidad experimental j del tratamiento i .

7.3.1 Análisis preliminar de la información

En el anexo P se presenta la información correspondiente a la ficha técnica de las especies seleccionadas con su respectivo itinerario de siembra y cosecha, sumado a un análisis preliminar de los pesos obtenidos según el tratamiento utilizado, y las observaciones visuales generadas en el desarrollo del cultivo.

Antes de proceder a realizar el análisis estadístico formal se plantea una comparación inicial entre el rendimiento obtenido utilizando las diferentes dosificaciones de Fertibiofor-Mineralizado.

Los pesos promedio obtenidos por tratamiento y utilizando cuatro réplicas fueron los siguientes (Ver tabla 16):

Tabla 16 Pesos promedio de Lechuga Batavia por tratamiento

Dosificación	Tratamiento 5 (1,5 Ton/ha)	Tratamiento 4 (1 Ton/ha)	Tratamiento 3 (0,75 Ton/ha)	Tratamiento 2 (0,5 Ton/ha)	Tratamiento 1 (0 Ton/ha)
Peso promedio por replicas	T54 = 947,4 gr T53 = 826,9 gr T52 = 830,5 gr T51 = 884,7 gr	T43 = 790,9 gr T44 = 771 gr T42 = 788,7 gr T41 = 756,7 gr	T34 = 691,4 gr T33 = 616,8 gr T32 = 630,2 gr T31 = 674,7 gr	T21 = 543,6 gr T23 = 603,6 gr T22 = 604,25 gr T24 = 533,4 gr	T12 = 355,6 gr T13 = 475,9 gr T14 = 494,8 gr T12 = 445,5 gr
Peso promedio del tratamiento	T5 = 872,4 gr	T4 = 776,854	T3 = 653,3 gr	T2 = 571,22 gr	T1 = 442,9 gr

Fuente: Autores del proyecto

A partir del análisis de los datos presentados y las fuentes fotográficas del desarrollo del cultivo, se pueden detectar algunas conclusiones que pueden corroborarse en el análisis estadístico.

- En la lechuga la característica más evidente al momento de realizar las comparaciones entre los tratamientos es el peso promedio final obtenido; en particular la comparación del testigo con los otros tratamientos, cuyo peso promedio es superado hasta en un 96% por el tratamiento con mayor dosificación de abono (Ver Anexo Q).
- La dosificación que generó un rendimiento superior en el cultivo fue el tratamiento 5, sin descartar los tratamientos 3 y 4 que generaron pesos promedio sobresalientes (Ver Anexo Q). Pero se deja a consideración del agricultor la elección de acuerdo a sus perspectivas económicas.

- Los tratamientos 1 y 2 no alcanzaron un peso promedio significativo, además presentaron algunas anomalías en su crecimiento, tales como deformidad y retraso en su desarrollo (Ver Anexo Q).
- A pesar de no tener las condiciones normales de siembra para la Lechuga Batavia, ya que el cultivo se desarrolló bajo invernadero, los tratamientos 3, 4 y 5 presentaron mayor adaptabilidad a las condiciones del medio que los tratamientos restantes, ya que cumplieron con el desarrollo normal de la especie (Ver Anexo Q).
- El desarrollo radicular de los tratamientos con mayor dosificación de abono (T5, T4, T3), fue superior en comparación con los tratamientos restantes, lo cual propicia la adecuada absorción de los nutrientes del suelo generando beneficios en el desarrollo de la planta (Ver Anexo Q).
- Aunque la fecha de recolección supera el tiempo de ciclo registrado en la ficha técnica, el tiempo se prolongó debido al bajo desarrollo de los tratamientos T1 y T2. Sin embargo los tratamientos T5, T4 y T3 cumplieron con el ciclo normal de crecimiento, estando disponibles para cosechar desde finales del mes de Marzo.

En el Anexo P se relaciona la información de la ficha técnica y el itinerario de siembra y cosecha de la Zanahoria Mini.

Los pesos promedio obtenidos por tratamiento y utilizando cuatro réplicas se visualizan en la tabla 17.

Tabla 17 Pesos promedio de Zanahoria Mini por tratamiento

Dosificación	Tratamiento 5 (1,5 Ton/ha)	Tratamiento 4 (1 Ton/ha)	Tratamiento 3 (0,75 Ton/ha)	Tratamiento 2 (0,5 Ton/ha)	Tratamiento 1 (0 Ton/ha)
Peso promedio por replicas	T54 = 39,21 gr T53 = 40,93 gr T52 = 44,85 gr T51 = 35,23 gr	T44 = 31,29 gr T43 = 31,18 gr T42 = 33,69 gr T41 = 31,40 gr	T34 = 30,7 T33 = 29,16 T32 = 28,45 T31 = 27,69	T24 = 27,01 T23 = 27,44 T22 = 27,49 T21 = 27,09	T14 = 21,22 T13 = 25,87 T12 = 25,89 T11 = 25,89
Peso promedio del tratamiento	T5 = 40,06 gr	T4 = 31,89 gr	T3 = 29 gr	T2 = 27,26 gr	T1 = 24,72 gr

Fuente: Autores del proyecto

- En la zanahoria la comparación del peso promedio obtenido entre tratamientos no es una característica predominante dado el tamaño de la especie. Sin embargo se encontraron diferencias entre el testigo y los demás tratamientos hasta en un 62% (Ver Anexo R).
- El factor determinante en esta especie fue la germinación de las semillas. El beneficio que se generó durante la prueba en los tratamientos con mayores dosificaciones de Fertibiofor-mineralizado fue la germinación de mayor número de semillas en un menor intervalo de tiempo (Ver Anexo R).
- La altura de las ramas y el grosor de las mismas también fue un elemento diferenciador en los tratamientos con mayor dosificación de Fertibiofor-mineralizado (Ver Anexo R).
- A pesar de que no es factor cuantitativo se debe destacar el sabor, textura y color de la zanahoria en el cultivo en general. Factores diferenciadores para el consumidor.

- Según el ciclo de cultivo presentado en la ficha técnica de la especie, el cultivo se desarrolló en un tiempo inferior a 90 días, lo cual es un punto favorable en lo que se refiere a precocidad ya que puede considerarse una ventaja para el agricultor.

7.3.2 Aplicación del modelo estadístico

Antes de iniciar cualquier cálculo que permita generar alguna conclusión de la investigación realizada es obligatorio formular una prueba de hipótesis para cada una de las especies, que pueda ser evaluada en el análisis de varianza incluido en el modelo estadístico aplicado.

- **Prueba de hipótesis**

- Hipótesis nula para la lechuga: El resultado del rendimiento, en gramos, en Lechuga Alpha difiere entre 5 dosificaciones diferentes de Fertibiofor-Mineralizado.

$$H_0: \tau_i = 0$$

$$H_1: \tau_i \neq 0;$$

- Hipótesis nula para la zanahoria: El resultado del rendimiento, en kilogramos, en la zanahoria mini difiere entre 5 dosificaciones diferentes de Fertibiofor-Mineralizado.

$$H_0: \tau_i = 0$$

$$H_1: \tau_i \neq 0;$$

Donde τ_i son los efectos de los tratamientos, si son iguales a cero significa que no hay diferencias entre los tratamientos¹⁵.

Definidas las pruebas de hipótesis para las dos especies de semillas evaluadas se procedió a realizar los cálculos correspondientes al análisis de la varianza, tal como se indica en la Figura 13.

Figura 13 Tabla Anova

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>Cuadrado de la media esperada</i>
Total	$N - 1$	<i>SC total</i>		
Tratamientos	$t - 1$	<i>SCT</i>	<i>CMT</i>	$\sigma_d^2 + c_1\sigma_e^2 + c_2\sigma_a^2$
Error	$\sum_{i=1}^t r_i - t$	<i>SCE</i>	<i>CME</i>	$\sigma_d^2 + c_3\sigma_e^2$
Muestra	$N - \sum_{i=1}^t r_i$	<i>SCM</i>	<i>CMM</i>	σ_d^2

$$\begin{aligned}
 N &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} & n_{i.} &= \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} \\
 SC \text{ total} &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{k=1}^{n_{ij}} (y_{ijk} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SCT &= \sum_{i=1}^t n_{i.} (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{...})^2 \\
 SCE &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i.})^2 \\
 SCM &= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{k=1}^{n_{ij}} (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.})^2
 \end{aligned}$$

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición.

La tabla 18 corresponde a la Anova para la lechuga Alpha.

¹⁵ KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Thomson Editores. 2001. P 162

Tabla 18 Anova Lechuga Alpha

Fuente Variación	Grados libertad	Suma cuadrados	cuadrado de la media
Total	383	24668295,91	
Tratamientos	4	8741032,87	2185258,22
Error	15	534439,41	35629,2941
Muestra	364	15392823,63	42287,977

Fuente: Autores del proyecto

Los coeficientes de los componentes de la varianza en los cuadrados medios esperados con efectos de tratamiento se presentan en la Figura 14.

Figura 14 Componentes de la varianza esperada

$$c_1 = \frac{1}{t-1} \left(A - \frac{B}{N} \right), c_2 = \frac{1}{t-1} \left(N - \frac{D}{N} \right), \text{ y } c_3 = \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^t r_i - t \right)} (N - A)$$

donde:

$$A = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \left(\frac{n_{ij}^2}{n_i} \right), B = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij}^2, \text{ y } D = \sum_{i=1}^t n_i^2$$

Si el número de submuestras es igual para cada unidad experimental, entonces $n_{ij} = n$ para toda i y j ; los coeficientes son:

$$c_1 = c_3 = n \quad \text{y} \quad c_2 = \frac{1}{t-1} \left[N - \frac{D}{N} \right]$$

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición.

Para este caso los coeficientes corresponden a los mostrados en la Tabla 19.

Tabla 19 Coeficientes de la varianza Lechuga Alpha

Coeficiente	Valor
C1	19,42
C2	76,76
C3	19,12

Fuente: Autores del proyecto

Debido a que el número de submuestras no es igual, c1 y c3 también son distintos. No existe una prueba exacta de la hipótesis nula para los efectos del tratamiento, porque no hay dos medias cuadráticas que tengan el mismo cuadrado medio esperado bajo la hipótesis nula si c1 y c3 tienen valores distintos¹⁶.

Es posible calcular un estadístico Fo aproximado para probar la hipótesis nula de que no hay efectos de tratamiento cuando $c1 \neq c3$; es decir, es necesaria una prueba aproximada.

Se desarrolla un cuadrado medio para el error con un valor esperado igual a la del cuadrado medio de los tratamientos, dada una hipótesis nula con $E(CMT) = \sigma_d^2 + c1\sigma_e^2$; esto se hace con una función lineal de CMM y CME (Ver Figura 15):

Figura 15 Función lineal

$$M = a_1 CME + a_2 CMM$$

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición.

Dónde: $a_1 = c1/c3$ y $a_2 = 1 - c1/c3$

¹⁶ KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Thomson Editores. 2001. P 168

Por lo tanto la función lineal M para la Lechuga Alpha es:

$$M = 1,02 \text{ CME} - 0,02 \text{ CMM}$$

$$M = 35524,02$$

Los grados de libertad para la función lineal M se aproximan mediante la ecuación mostrada en la Figura 16.

Figura 16 Grados de libertad

$$v = \frac{M^2}{\sum_{i=1}^k \frac{(a_i C M_i)^2}{v_i}}$$

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición.

Por lo tanto, los grados de libertad para la Lechuga Alpha:

$$V = 1261955930,20 / 87328179,49$$

$$V = 14,45$$

$$V = 14$$

Una vez calculada la función lineal M y los grados de libertad de esta función, es posible hallar el estadístico de prueba.

$$F_0: \text{CMT} / M$$

$$F_0: 2185258,22 / 35524,02$$

$$F_0: 61,51$$

El criterio de rechazo de la hipótesis nula es:

$$F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$$

Dónde $F_{\alpha,(t-1),v} : F_{0,05,4,14} = 3.11$ (Ver Anexo S)

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula dado que $F_0 > F_{\alpha,(t-1),v} ; 61,51 > 3,11$. Esto quiere decir que se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados.

El anterior procedimiento también aplica para el manejo de los datos de la Zanahoria Mini luego, la tabla Anova para la lechuga Zanahoria Mini se muestra en la Tabla 20:

Tabla 20 Anova Zanahoria Mini

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media
Total	1325	145073,26	
Tratamientos	4	37334,30	9333,57
Error	15	4916,99	327,80
Muestra	1306	102821,97	78,73

Fuente: Autores del proyecto

Para este caso los coeficientes de la varianza esperada corresponden a los mostrados en la Tabla 21:

Tabla 21 Coeficientes de la varianza Zanahoria Mini

Coeficiente	Valor
C1	66,33
C2	265,16
C3	66,29

Fuente: Autores del proyecto

Por lo tanto, la función lineal M para la Zanahoria Mini es:

$$M = 1,0005754 \text{ CME} - 0,0005754 \text{ CMM}$$

$$M = 327,94$$

Los grados de libertad para la Zanahoria Mini:

$$V = 107546,17 / 7171,725374$$

$$V = 15$$

Una vez calculada la función lineal M y los grados de libertad de esta función, es posible hallar el estadístico de prueba.

$$F_0: \text{CMT} / M$$

$$F_0: 9333,57 / 327,94$$

$$F_0: 28,46$$

El criterio de rechazo de la hipótesis nula es:

$$F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$$

Dónde $F_{\alpha,(t-1),v} : F_{0,05,4,15} = 3.06$ (Ver Anexo S)

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula dado que $F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$ ($28,46 > 3,06$). Al igual que con la Lechuga Alpha se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados.

7.3.3 Contrastes entre medias

Del rechazo de la hipótesis nula para los dos ensayos realizados, se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero debido a la naturaleza del ensayo, se requiere la utilización de nuevas pruebas, pero esta vez enfocadas a establecer las posibles diferencias entre cada uno de los tratamientos, con el fin de obtener un tratamiento ideal, y que a partir de este se logren definir una estrategias de mercadeo que contribuyan al mejoramiento de las ventas de Fertibiofor-Mineralizado.

- Método Dunnett. En muchos estudios uno de los tratamientos actúa como control para alguno o todos los restantes tratamientos. En ocasiones es interesante determinar si las respuestas medias de los tratamientos difieren de las media de la del tratamiento control. Dunnett introdujo un procedimiento basado en la tasa de error con respecto al experimento, con este propósito¹⁷(Ver figura 17).

En los dos casos, el control corresponde al Tratamiento 1 o Testigo. La elección de este tratamiento se debió a la necesidad de verificar las diferencias entre la aplicación y la no aplicación de Fertibiofor-Mineralizado, en el rendimiento de los cultivos evaluados.

El criterio de decisión, del método Dunnett, para determinar si existen diferencias entre un tratamiento y el testigo absoluto es:

$$|y_i - y_c| \geq D(k, \alpha)$$

¹⁷ KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Thomson Editores. 2001. P 104

Si la diferencia de las medias de los tratamientos, $|y_i - y_c|$, es mayor al estadístico de prueba Dunnett, $D(k, \alpha)$, se puede concluir que existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos comparados.

Figura 17 Método Dunnett

Cuadro 3.10 Método de Dunnett para comparar todos los tratamientos con un control

100(1 - α)% intervalos de confianza simultáneos para $\mu_i - \mu_c$

El criterio de Dunnett para comparar k tratamientos con el control es:

$$D(k, \alpha_E) = d_{\alpha, k, v} \sqrt{\frac{2s^2}{r}} \quad (3.35)$$

Las estimaciones de los intervalos de confianza simultáneos bilaterales para las diferencias entre las medias de los tratamientos individuales y la media del control $\mu_i - \mu_c$ son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c \pm D(k, \alpha_E) \quad (3.36)$$

Los límites superiores del intervalo de un lado, si se manifiesta superioridad de la media de tratamiento por ser *mayor* que la media del control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c - D(k, \alpha_E) \quad (3.37)$$

Los límites superiores del intervalo de un lado, si se manifiesta superioridad de la media de un tratamiento por ser *menor* que la media de control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c + D(k, \alpha_E) \quad (3.38)$$

Los valores de $d_{\alpha, k, v}$ para el método de Dunnett de uno o dos lados, se encuentran en la tabla VI del apéndice para k tratamientos, un error tipo I de α_E con respecto al experimento y v grados de libertad para la estimación de la varianza del error experimental.

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición

El procedimiento para la realización de los contrastes de la Lechuga Alpha y de la Zanahoria Mini se ilustra en las Tablas 22 y 23 respectivamente (Ver Anexo T).

Tabla 22 Método Dunnett Lechuga Alpha

$d(\alpha, k, v)$	
$d(0,05,4,15)$	3,2
$D(k, \alpha)$	$d(\alpha, k, v) * (2 * CME / r)^{1/2}$
$D(4,0.05)$	191,0088927

Tratamiento	Media	$y_i - y_c$	ICS de 95%	$ y_i - y_c $	¿Diferente del control?
1	$y_c = 435,44$	-----			
2	570,82	135,38	(-55.63, 326.39)	135,38	NO
3	650,71	215,27	(24.26, 406.28)	215,27	SI
4	777,70	342,26	(151.25, 533.27)	342,26	SI
5	869,66	434,22	(243.21, 625.23)	434,22	SI

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 23 Método Dunnett Zanahoria Baby

$d(\alpha, k, v)$	
$d(0,05,4,15)$	3,2
$D(k, \alpha)$	$d(\alpha, k, v) * (2 * CME / r)^{1/2}$
$D(4,0.05)$	18,32119484

Tratamiento	Media	$y_i - y_c$	ICS de 95%	$ y_i - y_c $	¿Diferente del control?
1	$y_c = 24,74$	-----			
2	27,26	2,52	(-15.81, 20.84)	2,52	NO
3	28,99	4,25	(-14.07, 22.57)	4,25	NO
4	31,87	7,13	(-11.19, 25.45)	7,13	NO
5	40,05	15,31	(-3.01, 33.63)	15,31	NO

Fuente: Autores del proyecto

Para la Lechuga Alpha se encuentran diferencias entre todos los tratamientos y el control, a excepción del Tratamiento 2 que contenía la menor dosificación de abono.

Caso contrario ocurrió con la Zanahoria Mini, en donde no se encontraron diferencias estadísticas entre los todos tratamientos y el control. Es importante anotar que, debido al tamaño de la especie, no se esperaban mayores diferencias en el rendimiento por semilla como se mencionó en el análisis preliminar de la información.

- Método Tukey. Tukey desarrolló un procedimiento que proporciona una tasa con respecto al experimento en el sentido fuerte, para las comparaciones por pares de todas las medias de tratamiento, que se usa para obtener los intervalos de confianza simultáneos de $100(1 - \alpha) \%$. El método Tukey se describe en la Figura 18.

El procedimiento para la realización del método Tukey para la Lechuga Alpha y para la Zanahoria Mini se ilustra en las Tablas 24 y 25 respectivamente (Ver Anexo U).

Finalmente, sumado a los resultados estadísticos de las pruebas anteriores, la prueba de Tukey, contribuye a determinar la dosificación ideal de Fertibiofor-Mineralizado.

Los Tratamientos 1 y 2 se descartan inmediatamente. Se comprobó que estadísticamente no hay diferencia significativa entre aplicar 0.5 ton/ha de Fertibiofor-Mineralizado y no aplicarlo (testigo), además el rendimiento esperado de las especies cultivadas fue inferior al resto de tratamientos, lo cual convierte estas dosificaciones en una alternativa altamente desfavorable para el agricultor.

Cuadro 3.11 Método de Tukey para todas las comparaciones por pares

Para un grupo de k medias de tratamiento, se calcula la diferencia honestamente significativa como:

$$\text{DHS}(k, \alpha_E) = q_{\alpha, k, v} \sqrt{\frac{s^2}{r}} \quad (3.44)$$

donde $q_{\alpha, k, v}$ es el estadístico estandarizado de Student para un grupo de k medias de tratamiento en un arreglo ordenado. Los valores críticos de la tasa de error con respecto al experimento, α_E , y los v grados de libertad, se pueden encontrar en la tabla VII del apéndice.

Intervalos de confianza simultáneos de $100(1 - \alpha)\%$

Las estimaciones de los intervalos simultáneos de dos lados para el valor absoluto de todas las diferencias por pares, $\mu_i - \mu_j$ para toda $i < j$ son:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| \pm \text{DHS}(k, \alpha_E) \quad (3.45)$$

Prueba de desigualdades $100(1 - \alpha)\%$ confiables

Se establece que dos medias de tratamientos no son iguales, $\mu_i - \mu_j \neq 0$, si:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > \text{DHS}(k, \alpha_E) \quad (3.46)$$

Fuente: Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición

Entre los Tratamientos 3 y 4 se comprueba estadísticamente que no hay diferencias significativas entre el rendimiento que generan, hecho que convierte en una opción rentable para el agricultor la dosificación empleada en el tratamiento 3, ya que le genera un rendimiento promedio sin mayores inversiones en la compra de abono orgánico.

Tabla 24 Método Tukey Lechuga Alpha

$q(\alpha, k, v)$	
$q(0.05, 5, 15)$	4,37
DHS	$q^*((CME/r))^{1/2}$
DHS	184,4463425

Comparación	$ y_i - y_j $	ICS de 95%	¿Diferencias?
1 Vs 2	135,38	(-49.07, 319.83)	NO
1 Vs 3	215,27	(30.83, 399.72)	SI
1 Vs 4	342,26	(157.81, 526.71)	SI
1 Vs 5	434,22	(249.77, 618.67)	SI
2 Vs 3	79,89	(-104.56, 264.34)	NO
2 Vs 4	206,88	(22.43, 391.32)	SI
2 Vs 5	298,84	(114.39, 483.28)	SI
3 Vs 4	126,99	(-57.46, 311.43)	NO
3 Vs 5	218,95	(34.59, 403.39)	SI
4 Vs 5	91,96	(-92.49, 276.41)	NO

Fuente: Autores del proyecto

El Tratamiento 5 arrojó los mejores resultados en cuanto a rendimiento de la especie cultivada, pero se deja a consideración del agricultor debido al incremento en costos que representa la máxima dosificación de Fertibiofor-Mineralizado.

Tabla 25 Método Turkey Zanahoria Mini

$q(\alpha, k, v)$	
$q(0.05, 5, 15)$	4,37
DHS	$q^*((CME/r))^{1/2}$
DHS	17,69172801

Comparación	$ y_i - y_j $	ICS de 95%	Diferencias?
1 Vs 2	2,52	(-15.18,20.21)	NO
1 Vs 3	4,25	(-13.44,21.94)	NO
1 Vs 4	7,13	(-10.56,24.83)	NO
1 Vs 5	15,31	(-2.83,33.00)	NO
2 Vs 3	1,73	(-15.96,19.42)	NO
2 Vs 4	4,62	(-13.07,22.31)	NO
2 Vs 5	12,80	(-4.89,30.49)	NO
3 Vs 4	2,89	(-14.81,20.58)	NO
3 Vs 5	11,06	(-6.63,28.76)	NO
4 Vs 5	8,18	(-9.51,25.87)	NO

Fuente: Autores del proyecto

8. PROPUESTAS DE MEJORA

8.1 PROCESO PRODUCTIVO

A partir de los problemas detectados en el Diagnóstico y Análisis del Proceso Productivo presentado en el capítulo 3, que hacen énfasis en la humedad y contaminación del producto final, la inexistencia de producto terminado en stocks, inadecuada distribución de espacio para los procesos de maduración, tamizado y empaque, entre otros, se realizaron las propuestas correspondientes para disminuir o eliminar el impacto negativo generado por dichos problemas.

8.1.1 Ajuste del proceso productivo

Para poder cumplir con las órdenes de pedido en las fechas programadas de envío es necesario contar con un volumen considerable de producto terminado que se encuentre en buenas condiciones de almacenamiento.

Sin embargo, no se tiene área destinada para dicho stock, lo cual genera dificultades al momento de cumplir con las órdenes de entrega y se empaca el producto en las condiciones en que se encuentre, es decir, sin completar la fase de maduración, con humedad excesiva o contaminación, generando inconformidad para el agricultor al momento de utilizarlo.

Por estas razones descritas anteriormente, se plantea realizar un ajuste del de proceso productivo donde se incluyan actividades de verificación de las condiciones del producto además, de las actividades de secado del abono y almacenamiento de producto terminado.

Para mostrar los cambios propuestos al procesos en el Anexo V se relaciona el nuevo diagrama de proceso que incluye las actividades presentadas en el Anexo B (ver apartado 3.1.3), y la inclusión de toma de decisiones y nuevas actividades que inciden notoriamente en la calidad del producto final.

Al inicio del proceso se incluyen dos decisiones para validar el subproducto a recibir, las cuales se fundamentan en la composición y biodegradación del material dado que debe ajustarse al proceso llevado a cabo en la planta de tratamiento, posteriormente al momento del descargue se debe verificar la naturaleza del subproducto (sólido, lodo o agua residual), ya que cada uno tiene un tratamiento diferente para ingresar al proceso de compostaje.

En la fase de maduración se agrega otro control para verificar las condiciones del material respecto a temperatura y olor, en caso de que se apruebe este nuevo control se procede a tamizar el material.

La nueva actividad posterior al tamizaje, incluida en el diagrama de procesos, es el secado del material, el cual consiste en formar pequeños arrumes de abono para acelerar la evaporación del agua presente en el material y de esta forma evitar cualquier exceso de humedad en el producto final.

Además de eliminar los problemas de humedad detectados, como se mencionó anteriormente, la aceleración en el secado del abono contribuirá a la creación de un stock de seguridad, estimado en 25 toneladas semanales equivalentes a 500 bultos de 50 kilogramos¹⁸. Por lo tanto, es necesario crear una actividad de almacenamiento que supla esta necesidad y de paso ayude a reducir los problemas presentados al momento de cumplir con las órdenes de entrega.

¹⁸ Teniendo en cuenta la demanda actual mensual de abono, estimada en 100 toneladas mensuales de Fertiofor-Mineralizado.

8.1.2 Redistribución de la zona de invernadero

La creación de nuevas actividades en la última etapa, genera unos nuevos requerimientos de espacio para la buena ejecución de las mismas. Para el secado del abono se necesita contar con una zona amplia que permita formar la mayor cantidad de arrumes posibles (depende de la cantidad de material tamizado); también es necesario contar con un espacio adecuado para el almacenamiento del producto terminado. Este espacio debe cumplir con unos requisitos que permitan mantener el inventario en perfectas condiciones para no alterar las propiedades físico-químicas del abono.

Como se mencionó en el diagnóstico del proceso productivo (Ver Capítulo 3), existe una deficiente distribución y utilización de la zona del invernadero, que cuenta con 1872 m² aproximadamente de los cuales se subutilizan 374 m², correspondientes al 20% del área total disponible. Además la mala distribución de las zonas ocasiona la realización de tareas y movimientos innecesarios que aumentan los costos de producción.

Como se puede observar se cuenta con un espacio amplio en el que se podrían realizar todas las etapas finales (desde la maduración hasta el almacenamiento), del proceso productivo. Para lograr esta meta es necesario redistribuir las zonas y los espacios destinada para cada una de las actividades que actualmente se realizan en el invernadero, además es importante darle un uso productivo al espacio subutilizado hasta el momento. En el Anexo W se presenta la nueva propuesta de distribución de la zona de invernadero.

La propuesta de distribución de la zona del invernadero, incluye:

- La eliminación de los antiguos tanques de recepción de materias primas (en desuso), para la liberación y utilización de este espacio en otras actividades (271 m²).

- El traslado de la zona de tamizaje a la parte delantera del invernadero, eliminando esta forma el traslado de material que ocasionaba la ubicación anterior de esta zona.
- La creación de zonas destinadas para las actividades de secado de material y almacenamiento de producto terminado.
- La zona de almacenamiento estará ubicada donde anteriormente se encontraban los tanques de recepción de materias primas, de esta forma se elimina el traslado que se realizaba desde el empaque del producto hasta la zona de despacho.

Otra de las ventajas que supone la nueva distribución del espacio es que se seguirán todas las etapas de forma secuencial, lo que permite un mayor control del proceso y de los inventarios de producto en proceso (Ver Anexo W).

Los espacios que se observan en blanco corresponden a los pasillos necesarios para la constante entrada y salida de la maquinaria presente en el proceso productivo.

8.1.3 Medidor de humedad

Debido a la inspección de humedad incluida en el proceso productivo, es necesario contar con un instrumento que brinde un control más estricto y preciso de la humedad del producto final.


En el mercado existen muchas clases de medidores que difieren en precio debido a otras características que ofrecen distintas a la medición de humedad. Para la presentación de esta propuesta se tuvo en cuenta la necesidad a suplir por parte del instrumento, su precio y la facilidad de adquisición del producto.

Analizadas varias opciones comerciales en el mercado local, se optó por recomendar el medidor comercializado por Agrinpex, empresa ubicada en Bogotá D.C. La escogencia de esta marca se hace porque cumple con todos los requisitos técnicos y de accesibilidad y su precio se encuentra entre los valores del mercado (Ver Tabla 26).

8.1.4 Planeación de la recepción y descargue de materias primas

Otro problema mencionado en el diagnóstico comprende la no planificación de la llegada de material, por lo tanto en ocasiones no se puede realizar la descarga inmediatamente ya que no hay espacio disponible, generando retrasos en los horarios de los transportadores y alteración en las actividades realizadas en la planta (Ver figura 19).

Tabla 26 Características Medidor de Humedad

Medidor de Humedad para heno, compost, abonos orgánicos, silos de maíz, sorgo, soya, entre otros.	
Precio: 1'350.000	
Tiempo de entrega: 2 semanas	
Rango de medición: 6% - 40%	
Modelo: F2000 Marca: AGRINPEX	
Diseño ergonómico. Circuito de temperatura estable que no se ve afectado por la temperatura ambiente.	

Fuente: Autores del proyecto

Figura 19 Recepción de materias primas



Fuente: Autores del proyecto

Para este problema se propone realizar la programación semanal de llegada de subproductos a la planta, utilizando un tablero que sea visible para todo el personal, de modo que todos estén enterados de los próximos descargues de material.

Para realizar una adecuada planificación, es necesario contar con la ayuda del coordinador logístico de Transambiente Ltda., ya que esta persona es la encargada de coordinar todos los movimientos de material entrante y saliente de la planta de tratamiento. Y es esta persona la que conoce y realiza la programación de la flota de vehículos que se encuentra a su cargo.

También es importante contar con la opinión del coordinador operativo, pues es esta persona la que autoriza el lugar donde se disponen las diferentes materias primas que ingresan diariamente a la planta y en muchas ocasiones se atrasan los descargue de material pues es no es posible encontrar una zona apta para el recibo de las materias primas.

La planeación de la entrada y descargue de materias primas permitirá la eliminación de los tiempos de espera a los vehículos transportadores de residuos, además se eliminarán traslados innecesarios de material (debido a la mala ubicación al momento del descargue), puesto que todas las materias primas se recibirán en una zona acondicionada para tal fin, y en esta misma zona se podrá realizar la mezcla de residuos para poder armar las pilas de compostaje lo más rápido posible.

8.2 MEJORAS PROCESO DE VENTAS

Al ser Fertibiofor-Mineralizado el único producto comercializado por Biofort Ltda., se genera una dependencia económica y financiera de las ventas que pueda a llegar a tener este producto.

Con la idea de ampliar el portafolio de servicios que actualmente ofrece la empresa, y en concordancia con su objetivo de comercializar productos que contribuyan a la producción más limpia de alimentos, se realizó una investigación sobre qué nuevos productos podría comercializar la empresa sin que se generará un desplazamiento del producto comercializado actualmente, y en el que se pudiera aprovechar toda la experiencia que brinda Control Ambiental de Colombia por sus 15 años de actividad empresarial.

Analizadas varias opciones comerciales se decantó por la propuesta de ofrecer al mercado una enmienda orgánico-mineral sólida granulada. De esta forma no se desplaza de ningún modo las ventas de Fertibiofor-Mineralizado ya que el producto granulada está enfocado hacia un mercado poco atendido hasta el momento, que son los monocultivos extensivos en donde el uso de fertilizantes granulados acapara todos los espacios.

8.2.1 Adquisición de una máquina granuladora

La granulación es el proceso mecánico en el cual el producto es presionado por un tamiz formado por un brazo de rotor para obtener un tamaño de partícula deseado. Este proceso causa un espectro de distribución estrecho ya que sólo el producto que tiene la forma, el tamaño y la posición puede pasar por el tamiz, eliminando posibles de fuentes de humedad y contaminación¹⁹.

Los abonos granulados son aquellos en los que al menos el 90 % de las partículas presentan un tamaño de 1-4 mm. Esta presentación permite un manejo más cómodo, un mejor funcionamiento de las abonadoras, una dosificación más exacta y una distribución sobre el terreno más uniforme²⁰. La granulación permite la fácil absorción de nutrientes en forma gradual en la medida que la planta lo necesite.

Por ser una decisión que afecta los intereses de las dos compañías, Control Ambiental y Biofort, en el mediano y largo plazo (debido a la posible inversión económica a realizar en caso de que se aprobara esta propuesta), el alcance de la proposición se limitará al análisis de diferentes tipos de proveedores de esta tecnología. En caso de ser aprobada, en el plan de acción, y en conjunto con las directivas de las dos empresas, se tomaría la decisión de acuerdo a las realidades y perspectivas económicas de las dos partes interesadas y los siguientes pasos a seguir para iniciar la comercialización de este nuevo producto.

- *Proveedores*

Por la importancia de la decisión, es de vital importancia que los proveedores seleccionados ofrezcan las mejores garantías, tanto en la compra como en el servicio postventa, de la máquina granuladora. Es por esta razón que la empresa proveedora de la tecnología goce de amplio reconocimiento en el mercado.

¹⁹ Tomado de: <http://www.granulatorsindia.com/products.htm>

²⁰ Tomado de: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_y_fertilizantes.htm

Después de un exhaustivo análisis, que incluyó a más de 10 compañías de todo el mundo se preseleccionaron 5 empresas de origen europeo que brindan todas las garantías en un posible proceso comercial de compra e instalación de la máquina granuladora. Las 5 empresas preseleccionadas y su país de origen se relacionan en la Tabla 27.

Tabla 27 Preselección de proveedores

Nombre de la compañía	País de origen
Lleal S.A	España
Grupo Kahl	Alemania
Bomatic	Alemania
Genox Recycling Tech Co	China
Sega & Tritusa S.L	España

Fuente: Autores del proyecto

- LLeal S.A. Desde 1874 Lleal trabaja en el diseño y fabricación de equipos e instalaciones para la industria alimentaria, cosmética, química (pintura, tintas, adhesivos,...), farmacéutica, cerámica. Con su experiencia y permanencia en el mercado, Lleal es hoy una compañía líder en el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar los procesos industriales. Gracias a su experiencia, aportan un conocimiento exhaustivo de todos los procesos industriales en los que interviene: agitación, amasado, emulsión, mezcla, secado y granulado, molienda y granulación, tamizado, envasado y molturación. Esto supone capacidad para diseñar y construir máquinas y equipos específicos para cada sector, haciéndola aún más efectivos al utilizar las últimas tecnologías, tanto en diseño como en fabricación. Una de sus preocupaciones es la investigación como fórmula para ofrecer las mejores soluciones técnicas a la industria²¹.

²¹ http://www.lleal.com/sobre_grupo_lleal.php

- Grupo Kahl. Sus cuatro compañías, con 135 años de experiencia, ofrecen soluciones sofisticadas para la tecnología de procesos, la construcción de máquinas y de plantas así como para el montaje de fábricas completas para muchas industrias. La investigación, planificación y desarrollo forman partes esenciales de las empresas. Las máquinas y componentes de plantas más importantes son producidas en las fábricas centrales en Reinbek cerca de Hamburgo y en Ganderkesee cerca de Bremen, es decir "Made in Germany". Más de 600 empleados motivados aseguran un buen funcionamiento del Grupo²².
- Boomatic. Compañía de origen alemán con más de 40 años de experiencia en la fabricación de maquinaria para diferentes industrial presentes en el mundo. Es por eso que producen los componentes que necesitan en su propia planta de producción o de la los proveedores locales. También ensamblan las máquinas en su fábrica y ninguna máquina sale de las instalaciones sin una ejecución de prueba extensa de calidad²³.
- Genox Recycling Tech Co. Genox es una empresa especializada en el diseño, fabricación, ventas asociadas a la manipulación, tratamiento y reciclaje de materiales. Sus opciones de fabricación de equipos con materiales de alta calidad y componentes se basan en el rendimiento del diseño y la investigación tecnológica, por lo tanto, están definitivamente orientadas a lograr los mejores resultados en términos de potencia, resistencia y fiabilidad. Además, la calidad de sus productos está garantizada por máquinas herramientas avanzadas y un sistema de control de calidad²⁴.
- Segá & Tritusa S.L. Empresa española, fundada en 1992, es una de las pioneras dentro del sector agropecuario. El constante desarrollo de ideas y

²² http://www.amandus-kahl-group.de/kahl_gruppe/es/companias/

²³ <http://www.bomatic.de/en/about/assembly/>

²⁴ http://www.genoxtech.com/?page_id=457

proyectos y la incorporación de moderna tecnología, le ha permitido exhibir en el mercado nacional una amplia gama de equipos y maquinaria para satisfacer las necesidades e inquietudes de nuestra red de distribución. La permanente y continua evolución de sus marcas representadas nos les permite instalar diferentes equipos de granulación y molienda de mayor calidad, para obtener los objetivos fundamentales en sus clientes²⁵.

Las referencias y las principales características de las máquinas granuladoras ofrecidas por estas compañías en su orden, se presentan en el Anexo X.

8.2.2 Estrategias de mercadeo

Con la información recopilada en el diagnóstico y el análisis del proceso de ventas, sumado a las conclusiones extraídas en el diseño de experimentos permiten formular estrategias de mercadeo, siguiendo los lineamientos de la estrategia 7P's, acordes con la realidad y las perspectivas comerciales de Biofort Ltda. Cabe indicar que en el capítulo 9, se desarrollarán las estrategias aceptadas y acordadas con la compañía.

- Producto
 - Diseñar un nuevo folleto que permita una mejor ilustración de los beneficios del uso y dosificaciones de Fertibiofor- Mineralizado en diferentes tipos de cultivos y zonas.
 - Continuar con la planificación y desarrollo de nuevos ensayos, en la huerta experimental y con agricultores a campo abierto, de especies de semillas o

²⁵ <http://www.segra.es/historia.html>

cultivos representativos de las regiones donde se comercializa Fertibiofor-Mineralizado.

- Utilizar las cosechas obtenidas en la huerta experimental para realizar un desarrollo comercial en las regiones en donde estas cosechas predominen, generando un impacto visual de los resultados de usar Fertibiofor-Mineralizado.

- Plaza

- Reforzar el trabajo realizado hasta el momento en los puntos de distribución: Realizar visitas con mayor periodicidad; Contacto permanente con los encargados de los diferentes puntos de venta de Fertibiofor- Mineralizado.

- Coordinar actividades de desarrollo comercial (jornadas de socialización de los beneficios y dosificaciones del producto), en conjunto con los puntos de venta en las diferentes zonas donde se comercialice Fertibiofor- Mineralizado.

- Búsqueda de nuevas plazas de distribución en nuevas zonas y departamentos.

- Promoción

- Dar continuidad a la publicación en la revista Latinoamérica Sostenible, de ensayos y de los beneficios de la aplicación de Fertibiofor- Mineralizado en diferentes clases de cultivos (Ejemplos: pruebas con agricultores, ensayos huerta experimental, nuevos proyectos de investigación desarrollados, etc.)

- Publicación de pautas publicitarias en un medio de comunicación masivo reconocido del sector agropecuario.

- Promover campañas de promoción enfocadas a los usuarios finales del producto (grandes y pequeños agricultores). Los tipos de promociones se sugieren con los resultados obtenidos en el estudio de mercados.

- Precio

- Mantener el precio del saco de 50 kg de Fertibiofor-Mineralizado en \$15.000 ya que está dentro del rango de precios de este tipo de productos (entre \$12.000 y \$16.000), y representa una opción económica de fertilización complementaria para los agricultores.

- Personas

- Generar contacto directo con el usuario final del producto: el agricultor, por medio de asistencia técnica y desarrollo de ensayos personalizados.

- Participar en ferias agrícolas en las zonas de distribución de Fertibiofor-Mineralizado con el fin de establecer relaciones con los agricultores influyentes de la zona.

- Presencia Física

- En conjunto con los administradores de puntos de venta, gestionar la visibilidad del producto utilizando muestras, folletos ilustrativos y ediciones de la revista que estén al alcance del agricultor.

- Proceso

- Realizar controles e inspecciones en la planta de tratamiento de residuos, del producto terminado por parte del Director Técnico para evitar el despacho de producto en malas condiciones (humedad excesiva, contaminación).

8.3 MEJORAS PROCESO ADMINISTRATIVO

8.3.1 Direccionamiento estratégico

Como se mencionó anteriormente, no se cuenta con un direccionamiento estratégico que permita detallar los objetivos de Biofort Ltda., en el corto, mediano y largo plazo, que definan un horizonte claro y logren crear sinergias, entre las diferentes partes involucradas en la empresa, hacia un mismo objetivo. Para lograr este fin se propone realizar el re-direccionamiento estratégico de la compañía.

El re-direccionamiento estratégico tiene como fin analizar los propósitos actuales de la organización para renovarlos, establecer estrategias acordes a los propósitos de la misma y la forma de llevarlas a cabo en un horizonte de tiempo establecido.

Debido al desconocimiento de las principales etapas (ver figura 20), y beneficios de un planteamiento estratégico por parte de las directivas de la empresa fue necesario realizar jornadas de socialización acerca de los conceptos más relevantes de la planeación estratégica para lograr unificar criterios y avanzar de manera conjunta en la ejecución de todas las etapas de este proceso.

La socialización de los conceptos del proceso se dividió en tres jornadas, por medio de video-conferencias virtuales, debido a que el Gerente General se encontraba fuera del país al momento de realizar las jornadas.

Una vez expuestos y concertadas las definiciones de los conceptos y etapas propias de este tipo de procesos se procedió a la iniciar (siempre en conjunto practicantes y directivos), con la formulación de la nueva misión y visión, que creará la filosofía de la compañía y de esta forma supeditar las etapas posteriores a la nueva filosofía.

Figura 20 Planteamiento Estratégico



Fuente: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/human/san%20martin_ac/Cap2.PDF

- Propuesta Misión

Somos una compañía que contribuye con la producción limpia de alimentos y el cuidado del medio ambiente, mediante la comercialización de fertilizantes y enmiendas orgánicas que permiten a los agricultores producir sus cultivos de

forma más limpia ahorrando en costos de fertilización, aumentando la productividad y rentabilidad de sus cultivos.

- Propuesta Visión

En el año 2015 posicionar nuestras marcas en el mercado nacional como las mejores alternativas de fertilización orgánica, favoreciendo el desarrollo de una agricultura ecológica sostenible.

Formuladas la misión y visión se expuso ante la empresa el análisis de la matriz DOFA realizado en el análisis del proceso administrativo (Ver capítulo 6), con sus respectivas estrategias incluidas en el mismo capítulo.

Con la presentación y discusión de este diagnóstico (interno y externo), de la compañía es posible formular los objetivos estratégicos para Biofort Ltda. La propuesta incluye además del objetivo, las estrategias, metas y políticas para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados. (Ver Tablas 28, 29, 30 y 31).

Tabla 28 Objetivo Estratégico 1

Objetivo 1	Estrategia	Meta
Lograr el posicionamiento de los productos comercializados por la compañía en el sector de los fertilizantes orgánicos en el mercado nacional	En el 2013 generar un volumen de ventas superior a 3.000 toneladas anuales de Fertibiofor-Mineralizado distribuidas en al menos 5 departamentos	Incursionar anualmente en el desarrollo comercial de Fertibiofor-Mineralizado en 1 departamento del país.

Fuente: Autores del proyecto

- Política Objetivo 1

El director comercial se encargará de realizar los estudios necesarios (de mercados, alianzas estratégicas, cultivos y agricultores influyentes, etc.), para el desarrollo comercial de Fertibiofor-Mineralizado en los departamentos previamente seleccionados.

Teniendo en cuenta los estudios previamente realizados por el director comercial, el director técnico realizará propuestas encaminadas al desarrollo técnico de Fertibiofor-Mineralizado (parcelas experimentales, visitas técnicas, asesorías, etc.), con los usuarios finales del producto (agricultores-distribuidores).

Tabla 29 Objetivo Estratégico 2

Objetivo 2	Estrategia	Meta
<p>Con la comercialización de nuestros productos, contribuir significativamente con la producción más limpia de alimentos y conservación del medio ambiente en Colombia.</p>	<p>Lograr, a través de la comercialización de Fertibiofor-Mineralizado, la fertilización de 3.000 Hectáreas en un periodo de tres años, favoreciendo de esta forma la recuperación de los suelos y la producción de cosechas libre de enfermedades.</p>	<p>Fertilizar un mínimo de 1000 Hectáreas de suelos de uso agrícola y forestal por año.</p>
	<p>Mediante la utilización del abono orgánico Fertibiofor-Mineralizado, como complemento en los programas de fertilización de cultivos tradicional, lograr una reducción en el uso de fertilizantes e insumos de origen químico en la “agricultura colombiana”.</p>	<p>Reducir la fertilización química entre los agricultores clientes de nuestros productos en un 30%.</p>

Fuente: Autores del proyecto

- Política Objetivo 2

El Director Técnico, en conjunto con los demás entes de la compañía, realizarán acciones de sensibilización (charlas, talleres, asesorías técnicas), a los agricultores de las zonas en donde se comercialicen nuestros productos.

Los departamentos comercial y técnico organizarán jornadas de asesoría técnica “masiva” sobre los beneficios, usos y dosificaciones de nuestros productos en las zonas de influencia de la compañía.

Tabla 30 Objetivo Estratégico 3

Objetivo 3	Estrategia	Meta
<p>Ampliar el portafolio de fertilizantes y complementos agrícolas de base orgánica, mediante convenios de comercialización con empresas productoras nacionales e internacionales</p>	<p>Para el año 2013 tener en nuestro portafolio, al menos dos nuevos grupos de productos de dos diferentes empresas productoras de fertilizantes y complementos de base orgánica.</p>	<p>Crear una base de datos con la selección de los mejores productores de fertilizantes y complementos de base orgánica en Colombia, Sudamérica y España.</p>
		<p>Concretar al menos dos reuniones semestrales con las empresas productoras seleccionadas para evaluar las posibles condiciones de negociación del convenio comercial.</p>

Fuente: Autores del proyecto

- Política Objetivo 3

El Director Comercial recopilará la información correspondiente a las posibles empresas productoras interesadas en realizar convenios de comercialización con Biofort Ltda.

De acuerdo a la base de datos de productores previamente realizada, el Gerente General se encargará de establecer los contactos con las empresas seleccionadas, con el fin de generar las primeras reuniones de acercamiento entre las dos compañías.

Tabla 31 Objetivo Estratégico 4

Objetivo 4	Estrategia	Meta
<p>Crear la filial de Biofort Ltda., en Lima, Perú, que inicie sus labores con la comercialización de la enmienda orgánica producida por Control Ambiental Perú.</p>	<p>Estandarizar la producción de una enmienda orgánica con el apoyo Control Ambiental Perú para su posterior certificación y cumplimiento de requerimientos legales del país.</p>	<p>Al año 2013 deberá haberse realizado el trámite del carné de extranjería para formalizar la constitución de la empresa en el Perú.</p>

Fuente: Autores del proyecto

- Política Objetivo 4

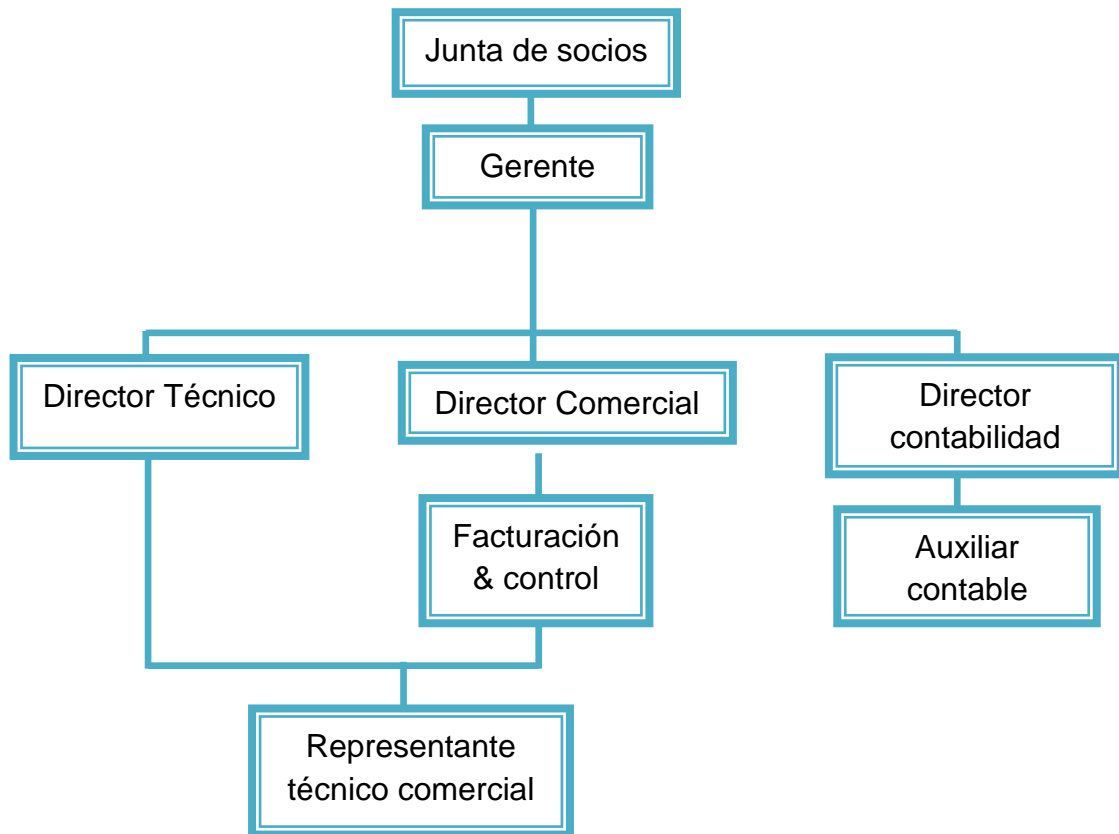
El Gerente General realizará la consulta previa de requisitos legales para la constitución de la compañía y formalizará todos los trámites correspondientes de este proceso.

Por ser esta la primera ocasión en que se realiza un proceso de esta envergadura en la compañía, se decidió formular estos primeros cuatro objetivos como primer paso de consolidación de la estrategia además, una menor cantidad de objetivos facilita la medición y evaluación de los mismos.

8.3.2 Organigrama y perfiles de cargos.

Dados los inconvenientes encontrados en el diagnóstico del proceso administrativo (ver Capítulo 5), en lo referente a las organización y responsabilidades del personal adscrito a Biofort Ltda. Se realiza una propuesta de organigrama que permita ver claramente los diferentes niveles jerárquicos y que además se ajuste a los posibles cambios que puedan ocurrir en la organización (nuevas líneas de producto, ampliación del personal de ventas, entre otros).

Figura 21 Propuesta de organigrama



Fuente: Autores del proyecto

La principal modificación radica en la separación de los departamentos técnico y comercial, lo que permite definir las funciones y responsabilidades propias de cada director que se encuentre a cargo del departamento.

Esta propuesta también contempla la creación de nuevas líneas de negocio definiendo las responsabilidades entre los dos departamentos en el caso de la inclusión de nuevos productos en el portafolio de la empresa.

Para desligar las funciones de representante comercial que estaban siendo ejecutadas por el Director Técnico-Comercial y además para suplir las fallas presentadas hasta el momento en el desarrollo comercial de Fertibiofor-Mineralizado se plantea la creación del cargo de Representante Técnico-Comercial, quién representara la fuerza de ventas de la compañía en las diferentes líneas de negocios que pueda llegar a tener.

Complementario a la propuesta del organigrama, se incluyen los perfiles de los cargos presentados con el fin de definir de manera clara y objetiva los requisitos, las funciones y responsabilidades para evitar que se vuelvan a presentar los problemas hallados en el diagnóstico del proceso administrativo.

Los perfiles de los cargos se listan en el Anexo Y.

9. PLAN DE ACCIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Para lograr una correcta implementación de las mejoras de procesos mencionadas en el capítulo anterior, es necesario contar con un plan de acción que contenga las principales actividades que se tienen que llevar a cabo para lograr la ejecución de las propuestas satisfactoriamente.

9.1 PROCESO PRODUCTIVO

9.1.1 Ajuste del proceso productivo y redistribución de la zona del invernadero

El plan de acción de estas propuestas de mejora se realiza conjuntamente, ya que ambas propuestas tienen alta dependencia entre sí (Ver tabla 32)

La figura 22, detalla el espacio liberado, donde anteriormente estaban ubicados los tanques de recepción.

Figura 22 Detalle Zona Invernadero



Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 32 Ajuste del proceso productivo y redistribución de la zona del invernadero

Actividades	Duración	Responsable	Indicadores
- Eliminar los antiguos tanques de recepción de material mediante la demolición de los muros de separación de los tanques.	5 días	Personal Operativo de Planta	- Control de Inventario CI = Número total de sacos en zona de almacenamiento por semana
- Liberar el espacio de los tanques ocupado por arrumes de material y objetos inservibles.	2 días	Personal Operativo de Planta	CI ≥ 500 sacos*
- Organizar la distribución y ubicación de las actividades a llevar a cabo dentro del invernadero de acuerdo al plano presentado en la propuesta de mejora (Ver figura 50).	5 días	Personal Operativo de Planta Coordinador Administrativo de Planta	- Control de pedidos CP = Número total de pedidos no despachados a tiempo por mes
- Implementar el diagrama de recorrido presentado en la propuesta de mejora (ver figura 51), para culminar el acople de las nuevas etapas.	2 días	Personal Operativo de Planta	CP ≤ 2**
Estado de la propuesta: Implementada			
Observaciones			
* El registro deberá realizarse al inicio de cada semana por el Coordinador Administrativo de Planta. Tomando como referencia un promedio de ventas de Fertiofor-Mineralizado de 100 toneladas mensuales (Información suministrada por Director Comercial)			
** El indicador debe ser estricto, debido a que en estos momentos el producto no tiene un posicionamiento fuerte en el mercado.			

Fuente: Autores del proyecto

La figura 23, corresponde a la zona destinada para realizar el tamizado del producto.

La figura 24, corresponde a la zona destinada para el almacenamiento de producto terminado.

Figura 23 Zona de Tamizado



Fuente: Autores del Proyecto

Figura 24 Zona de Almacenamiento de Producto Terminado



Fuente: Autores de Proyecto

9.1.3 Planeación de la recepción y descargue de residuos

El plan de acción para la implementación de la propuesta para la planeación de recepción y descargue de residuos se presenta en la tabla 33.

Tabla 33 Planeación de la recepción y descargue de residuos

Actividades	Duración	Responsable	Indicador
- Adecuación de la zona de recepción de residuos, mantener el espacio disponible para el descargue del material.	2 días	Personal Operativo de Planta	-Control de descarga de residuos. CD = número de descargas de residuos realizadas fuera de las zonas permitidas por mes ≤ 4*
- Planificación semanal de la llegada de vehículos de transporte de residuos.	1 día	Coordinador logístico Transambiente	
- Publicación de información en tablero.		Coordinador administrativo Planta	
- Repetir actividades anteriores: planificación y publicación semana a semana		Coordinador Administrativo Planta Coordinador administrativo Planta	
Estado de Propuesta: IMPLEMENTADA			
* La máxima tolerancia permitida es un descargue mal efectuado por semana, ya que esta situación genera problemas en el desarrollo normal de las actividades del proceso productivo.			

Fuente: Autores del proyecto

La figura 25, muestra el estado de los tanques de recepción sin planificación.

La figura 26, ilustra el tablero de planificación de llegada de residuos.

La figura 27, ilustra los tanques de recepción de residuos después de realizar la propuesta de planificación.

Figura 25 Estado de tanques de recepción sin planificación



Fuente: Autores de Proyecto

Figura 26 Tablero de planificación



Fuente: Autores de Proyecto

Figura 27 Tanques de recepción



Fuente: Autores de Proyecto

9.1.4 Medidor de humedad

Ver tabla 34.

Tabla 34 Medidor de humedad

Propuesta de Mejora	Actividades	Duración	Responsable
Medidor de Humedad	<ul style="list-style-type: none"> - Cotizar el medidor de humedad (ver tabla 26). - Generar la orden de compra del dispositivo. - Capacitar al operario asignado en el uso y manejo del medidor. 	<p>1 día</p> <p>2 días</p> <p>1 día</p>	Coordinador administrativo de la planta.
Estado de Propuesta: RECHAZADA			
Nota: La planta no dispone de presupuesto para realizar la compra del dispositivo.			

Fuente: Autores del proyecto

9.2 PROCESO DE VENTAS

9.2.1 Adquisición máquina granuladora

Ver tabla 35.

Tabla 35 Adquisición máquina granuladora

Propuesta de Mejora	Actividades	Duración	Responsable
Compra de Máquina Granuladora: Nuevo producto	- Seleccionar la empresa proveedora de la tecnología, según las opciones presentadas en la propuesta de mejora.	5 días	Gerente Biofort Ltda.
	- Negociación y compra de maquinaria.	20 días	Gerente Biofort Ltda.
	- Realizar pruebas para lograr la composición mineral ideal del producto.	20 días	Director Técnico Biofort Ltda.
	- Selección de la mejor opción.	1 día	Director Técnico Biofort Ltda.
	- Realizar el trámite del registro de venta del producto ante la entidad reguladora del sector: ICA.	45 días	Director Comercial Biofort Ltda.
	- Realizar el plan de mercadeo para el desarrollo del nuevo producto	30 días	Director Comercial Biofort Ltda.
	Estado de Propuesta: EN EJECUCIÓN		
Nota: El producto se encuentra esperando la aprobación del registro de venta por parte de la entidad reguladora del sector: ICA			

Fuente: Autores del proyecto

9.2.2 Estrategias de mercadeo

No todas las estrategias de mercadeo son posibles de implementar al mismo tiempo. Un factor que influyó bastante en la priorización de las propuestas fue el personal de ventas; debido a la insuficiencia de representantes técnico-comerciales, ya que de ellos depende la ejecución de varias de las estrategias planteadas.

- Diseñar un nuevo folleto que permita una mejor ilustración de los beneficios del uso y dosificaciones de Fertibiofor- Mineralizado en diferentes tipos de cultivos y zonas (Ver tabla 36).

Tabla 36 Nuevo folleto de producto

Actividades	Duración	Responsable
- Contratar los servicios de personal especializado en el diseño del nuevo folleto publicitario.	10 días	Director Comercial Biofort
- Revisión de propuestas de diseño realizadas.	1 día	Director Comercial y Gerente Biofort
- Revisión y ajuste de las mismas	2 días	
- Selección final del folleto.	1 día	Representante técnico comercial
- Distribuir el nuevo folleto en los diferentes puntos de venta	30 días	Representante Técnico-Comercial

Fuente: Autores del proyecto

- Continuar con la planificación y desarrollo de nuevos ensayos, en la huerta experimental y con agricultores a campo abierto, de especies de semillas o cultivos representativos de las regiones donde se comercializa Fertibiofor- Mineralizado (Ver tabla 37).

Tabla 37 Nuevos ensayos huerta experimental

Actividades	Duración	Resonsable	Indicador
- Programar la siembra a realizar en la huerta experimental.	2 días	Director Técnico Biofort Ltda.	NE = número total de ensayos desarrollados en la huerta experimental por año
- Delegar las funciones en lo referente al cuidado del cultivo hasta el momento de la cosecha, seguir instrucciones del manual de procedimiento de la huerta.	2 días	Director Técnico Biofort Ltda.	
- Asesoría técnica para la recopilación de información	1 día	Director Técnico Biofort Ltda.	NE ≥ 2*
- Análisis de la información	2 días		
- Publicación de resultados	1 día		
Observaciones			
Depende del tipo de especie seleccionada para el ensayo. En este caso la cifra corresponde a la especie de hortalizas, para las cuales su desarrollo tiene una duración máxima de 4 meses.			

Fuente: Autores del proyecto

- Realizar controles e inspecciones en la planta de tratamiento de residuos, del producto terminado por parte del Director Técnico para evitar el despacho de producto en condiciones desfavorables: humedad excesiva y contaminación (Ver tabla 38).
- Publicación de pautas publicitarias en un medio de comunicación masivo reconocido del sector agropecuario (Ver tabla 39).

En la figura 28 se ilustra la impresión de la pauta publicitaria en Agronegocios, periódico del sector agropecuario de circulación gratuita.

Tabla 38 Visitas de control a la planta

Actividades	Duración	Responsable	Indicador
<ul style="list-style-type: none"> - Programar mínimo una visita por semana a la planta de tratamiento. - Inspeccionar las condiciones de humedad y contaminación del producto terminado. 	1 día	<p>Director Técnico</p> <p>Director Técnico</p>	<p>VC = número total de visitas realizadas de control e inspección de producto terminado por el Director Técnico de Biofort por semana</p> <p>VC ≥ 1*</p>
<p>* Para mantener un control efectivo sobre el producto terminado es necesario realizarlo mínimo una vez por semana.</p>			

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 39 Pauta publicitaria

Actividades	Duración	Resonsable
<ul style="list-style-type: none"> - Selección del medio con el que se desea negociar la pauta. - Selección de información y diseño del formato a publicar en la pauta. - Ajustes y aprobación de la publicidad. - Publicación de la pauta comercial. 	<p>12 días</p> <p>5 días</p> <p>3 días</p> <p>1 día</p>	<p>Gerente General y Director Comercial Biofort Ltda.</p>
<p>Estado de Propuesta: IMPLEMENTADA</p>		

Fuente: Autores del proyecto

Figura 28 Pauta publicitaria Biofort Ltda.



Fuente: Autores del proyecto

8.3 PROCESO ADMINISTRATIVO

Ver tabla 40.

Tabla 40 Re-direccionamiento estratégico

Propuesta de Mejora	Actividades	Duración	Responsable
Re-direccionamiento Estratégico: re-planteamiento misión, visión, objetivos estratégicos, organigrama y perfil de cargos.	- Realizar el diagnóstico del planteamiento Estratégico actual de Biofort Ltda.	1 día	Gerente General y Directores Comercial y Técnico
	- Desarrollar un taller a modo de práctica con el propósito de aclarar los conceptos del tema, tales como misión, visión, objetivos, etc.	1 día	
	- Plantear una reunión y a manera de lluvia de ideas construir y desarrollar el planteamiento estratégico de Biofort Ltda.	3 días	
	- Evaluar, analizar y realizar los ajustes a las propuestas realizadas.	2 días	
- Selección conjunta de la mejor alternativa.			
Estado de Propuesta: IMPLEMENTADA			
Nota: La empresa cuenta con un nuevo direccionamiento estratégico enfocado un poco más a la realidad de su crecimiento			

Fuente: Autores del proyecto

10. CONCLUSIONES

- A partir del análisis de los procesos evaluados, se lograron detectar significativas oportunidades de mejora en cada de uno de estos procesos encontrando incumplimiento en el despacho y condiciones de producto terminado, carencia de personal de ventas para el desarrollo comercial del producto e inexistente planeación estratégica para la toma de decisiones.
- El problema generado por la falta de inventario y sus consecuencias derivadas fueron resueltos por medio de la inclusión de actividades al ciclo del proceso y la re-distribución de la zona de invernadero, utilizando un 20% de espacio liberado para la planificación de las nuevas actividades del proceso.
- Realizar el planteamiento estratégico de Biofort Ltda., contribuyó significativamente en la construcción de las directrices para la toma de decisiones de la empresa, mediante el aseguramiento y cumplimiento de los objetivos estratégicos formulados para los próximos 5 años.
- Mediante la realización del estudio de mercados y la investigación de las fuentes secundarias se logró identificar claramente el desconocimiento existente de la mayoría de los agricultores hacia el producto Fertibiofor-Mineralizado, en un 84%, sin embargo, existe la disposición en conocer y ensayar el producto en un 96% para ambos casos.

- El diseño experimental desarrollado con diferentes dosificaciones de Fertibiofor-Mineralizado permitió verificar el aporte en rendimiento generado por el uso de materia orgánica, ya que se obtuvo con una diferencia en pesos del 34% entre la mayor (1.5 Ton/Ha), y la menor (0.5 Ton/Ha), dosificación de abono orgánico.
- Con los resultados obtenidos en el diseño experimental, se logró recomendar una dosificación ideal de Fertibiofor-Mineralizado para la Lechuga Alpha y la Zanahoria Mini teniendo en cuenta la relación costo-beneficio más favorable para el agricultor.
- La realización del proyecto le permite a Control Ambiental de Colombia Ltda., mejorar su proceso productivo, aumentando la eficiencia en el uso de los recursos disponibles, logrando generar inventario de producto terminado suficiente para cumplir con el proceso comercial que lleva a cabo Biofort Ltda.
- El desarrollo de este proyecto permitió la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en Ingeniería Industrial. De igual forma contribuyó al fortalecimiento de diferentes competencias profesionales, como trabajo en equipo, relaciones interpersonales, liderazgo, entre otras, aplicables al campo de acción como Ingenieros Industriales.

11. RECOMENDACIONES

- Dar continuidad al desarrollo de ensayos en la huerta experimental que permitan generar resultados de la aplicación de Fertibiofor-Mineralizado, en nuevas especies predominantes en las zonas donde se distribuye el abono orgánico.
- Es prioritario que la empresa soporte sus decisiones en hechos reales y no en simples supuestos. Una vez implementadas las mejoras a los procesos críticos debe realizarse un seguimiento que garantice su ejecución y cumplimiento.
- Aumentar el personal de ventas de Biofort Ltda., con el propósito de suplir las falencias recopiladas en el análisis del proceso comercial, mediante la aplicación del perfil de cargo correspondiente al Representante Técnico Comercial.
- Continuar en la búsqueda de alternativas tecnológicas disponibles para el sector de los abonos orgánicos, que permitan mejorar el proceso desarrollado actualmente y contribuyan a la consolidación de Control Ambiental de Colombia internacional.
- Realizar la implementación de las estrategias de mercadeo faltantes, que no pudieron desarrollarse debido a la carencia de personal de ventas en Biofort Ltda.

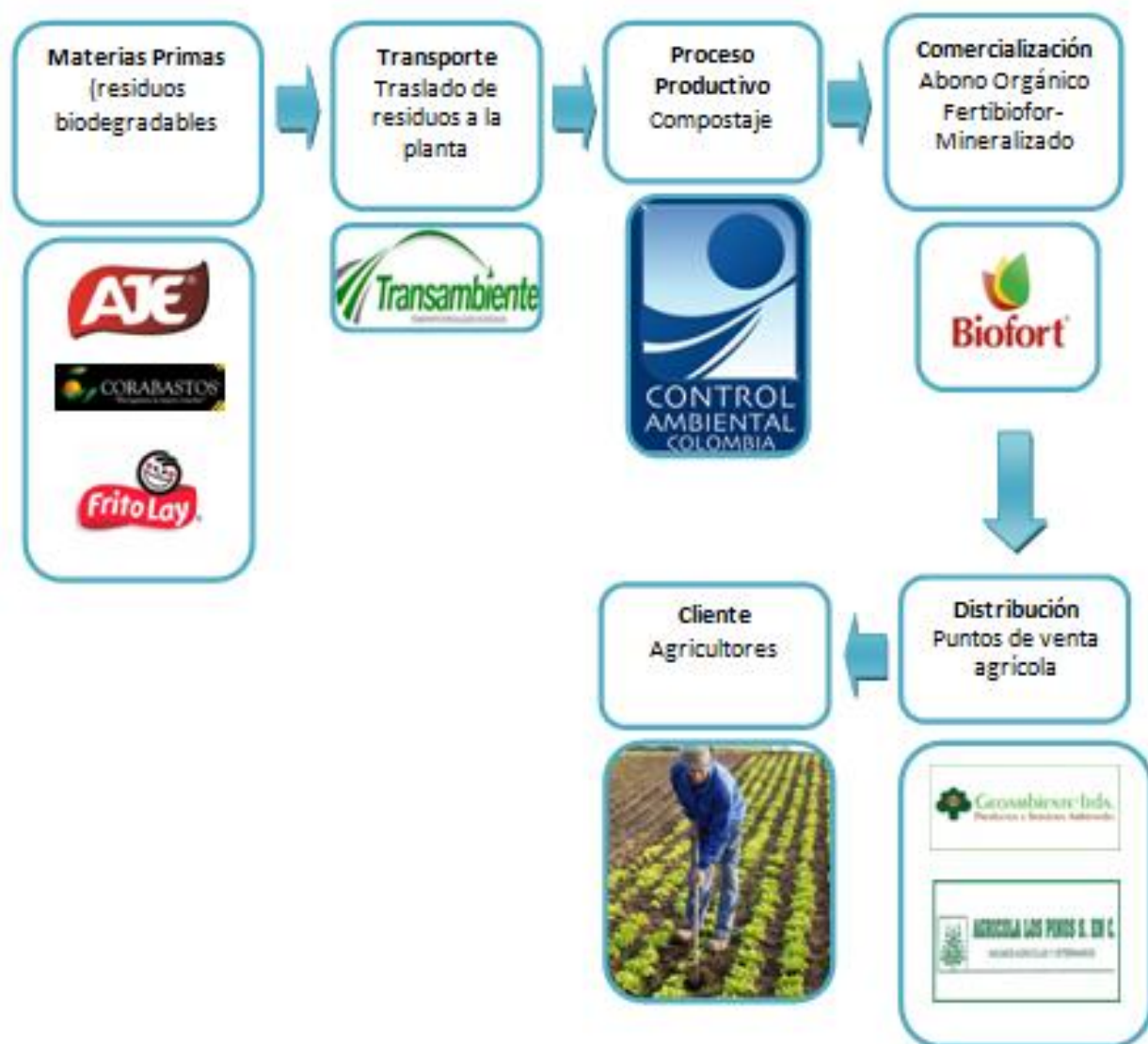
BIBLIOGRAFÍA

- BANGUERO, Harold. Prospectiva y Planeación Estratégica: un Enfoque Aplicado. Cali, Colombia. Sin editorial. 2001.
- Encuesta Nacional Agrícola 2009. Disponible en Internet en:
http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf
- Hortalizas con exceso de metales tóxicos. Disponible en Internet en:
<http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/hortalizas-con-exceso-de-metales-toxicos/>
- Instituto Colombiano Agropecuario, fertilizantes y bioinsumos agrícolas. Disponible en Internet en:
<http://www.ica.gov.co/getdoc/a5c149c5-8ec8-4fed-9c22-62f31a68ae49/Fertilizantes-y-Bio-insumos-Agricolas.aspx>
- KUEHL, Robert O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición. Thomson Editores. 2001
- MIRANDA, Juan J. Gestión de Proyectos. MM Editores. 2000.
- MONTGOMERY, Douglas C. Diseño y análisis de experimentos. Segunda edición Limusa Wiley. 2005
- ÓRTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1999.

- RODRIGUEZ, Vladimir. Manual para formulación de proyectos industriales. Universidad de San Martín de Porres
- RODRÍGUEZ, Vladimir; BAO, Raúl y CÁRDENAS, Lucero. Formulación y Evaluación de Proyectos. Editorial Limusa. 2008.

ANEXOS

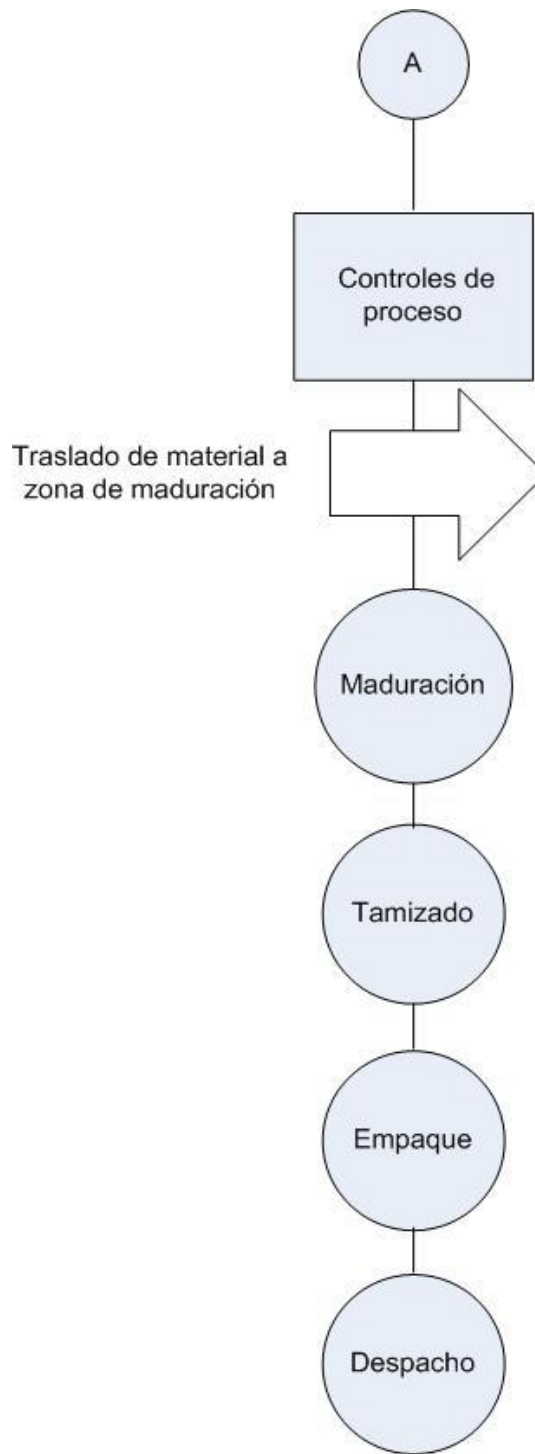
Anexo A. Cadena de Suministro Fertibiofor-Mineralizado



Fuente: Autores de proyecto

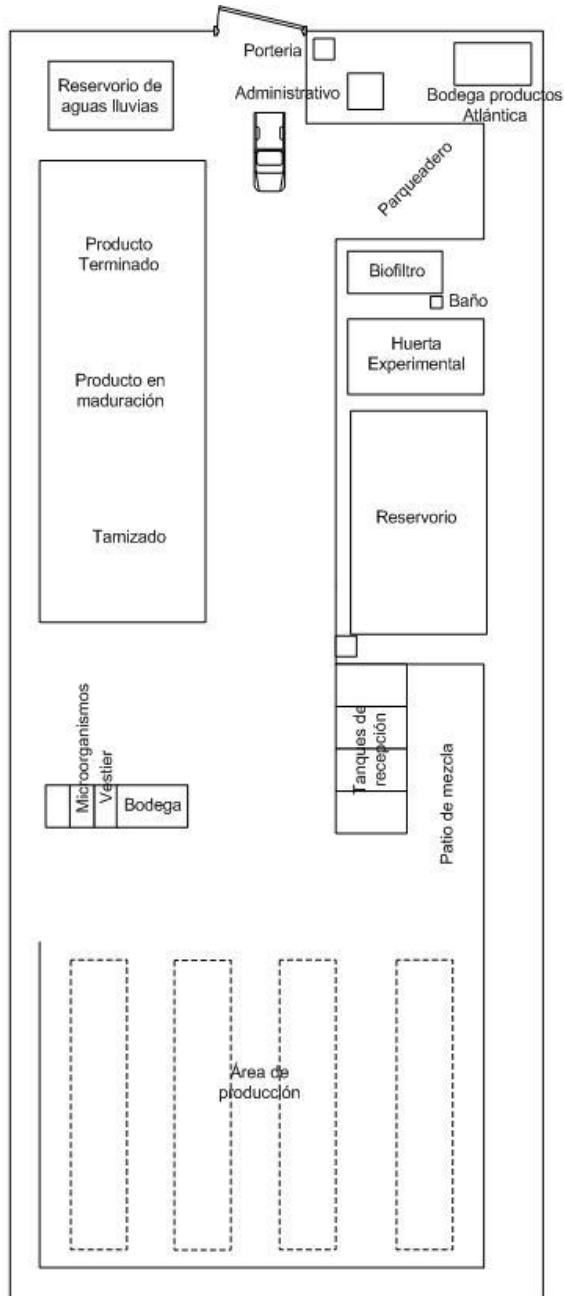
Anexo B. Diagrama del Proceso Productivo




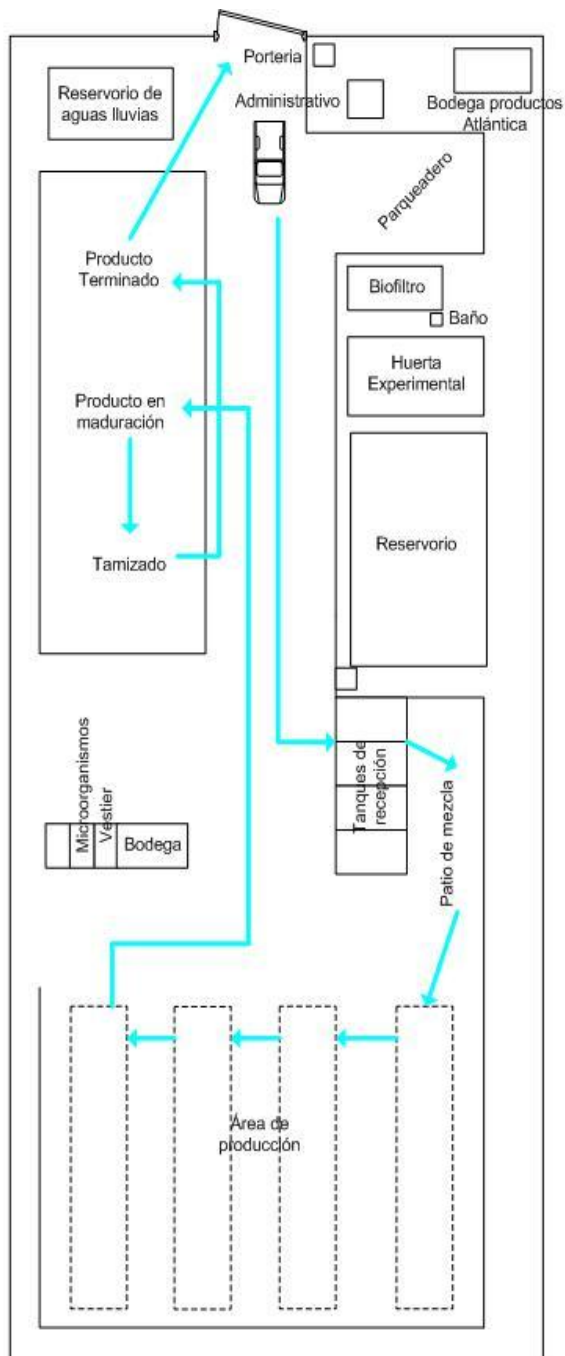



Fuente: Autores del proyecto

Anexo C. Distribución de Planta y Diagrama de recorrido

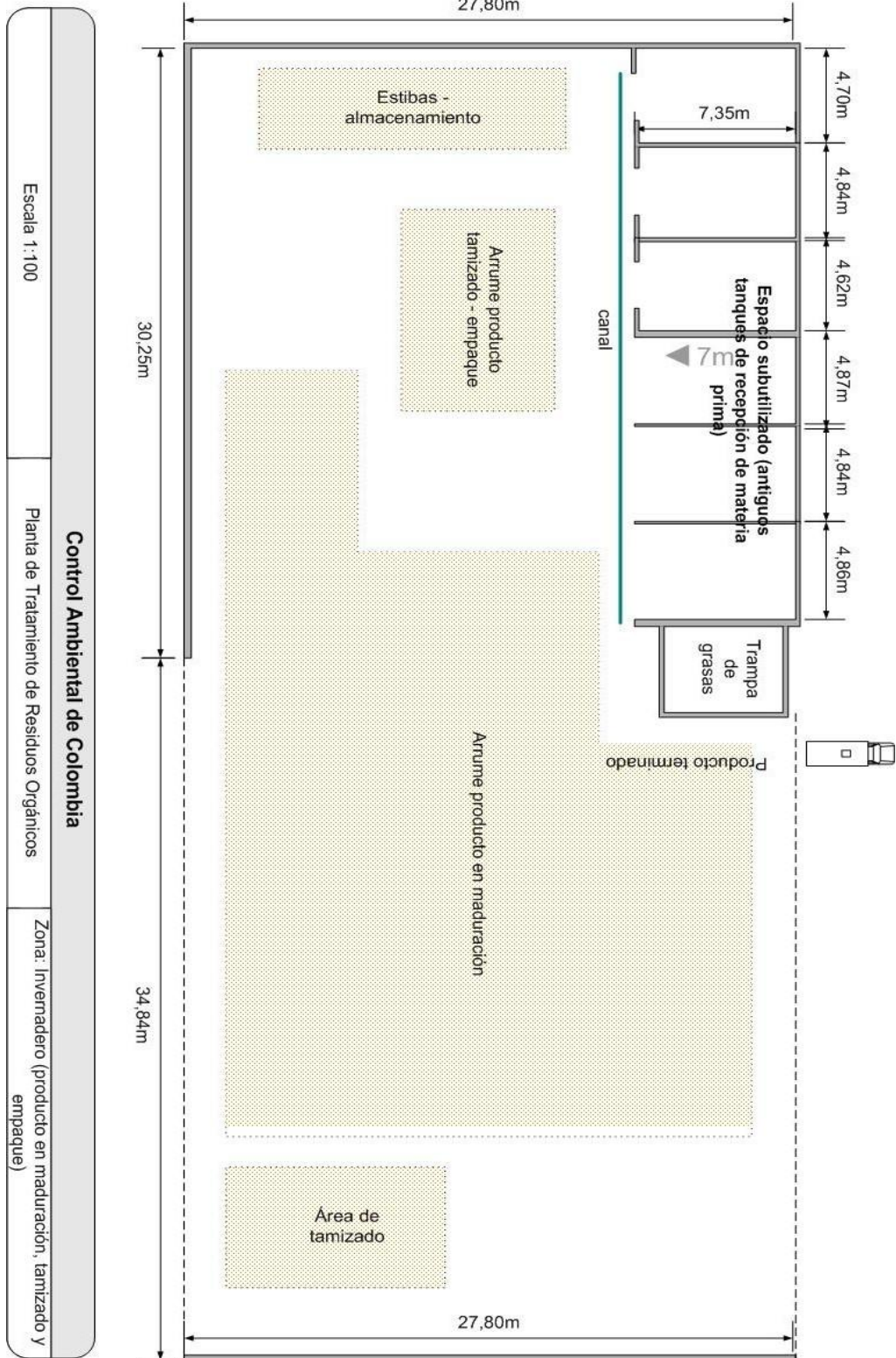


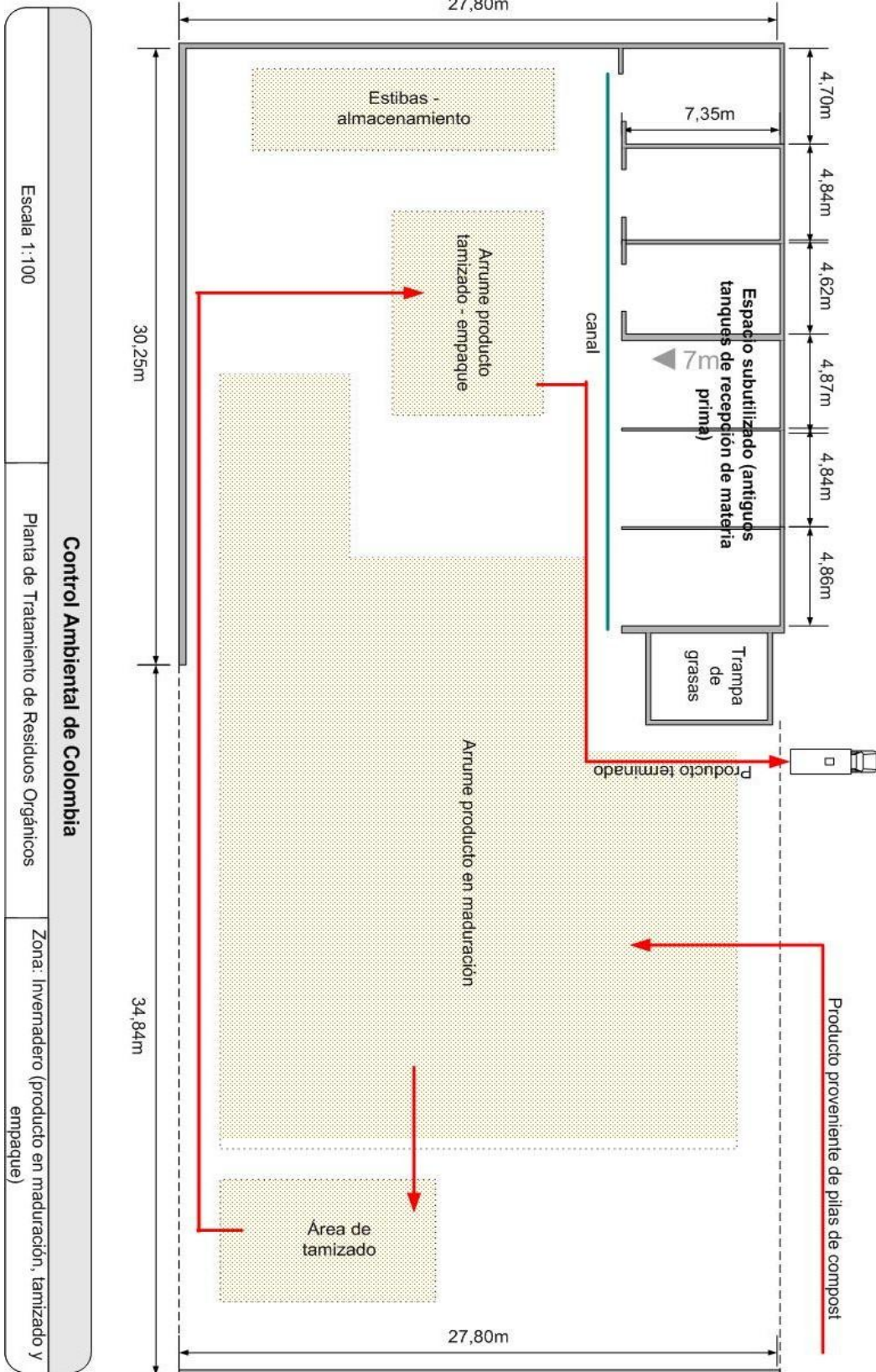
Pág. 3 de 3	CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	01/06/2011
Distribución de Planta. Planta de Tratamiento de Residuos Rápidamente Biodegradables		DIBUJADO POR Sebastian Zafra Florez Diana Carolina Rincón Silva
		



Pág. 2 de 3	CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	01/06/2011
Diagrama de recorrido. Planta de Tratamiento de Residuos Rápidamente Biodegradables	DIBUJADO POR Sebastian Zafrá Florez Diana Carolina Rincón Silva	

Anexo D. Distribución y Diagrama de recorrido: Zona Invernadero





Escala 1:100

Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos

Control Ambiental de Colombia

Zona: Invernadero (producto en maduración, tamizado y empaque)

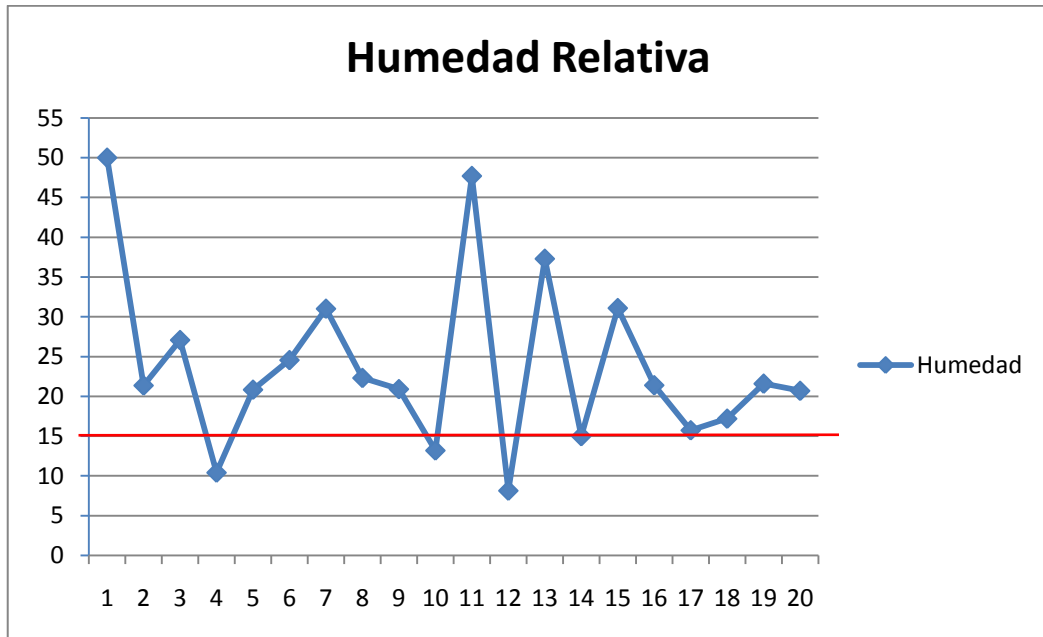
Anexo E. Análisis de Humedad Fertibiofor-Mineralizado

Tabla 1. Humedad Relativa

Fecha Análisis	Humedad Relativa
21/03/2006	50
26/07/2006	21,37
14/12/2006	27,08
16/03/2007	10,42
20/06/2007	20,84
20/08/2007	24,56
06/12/2007	31,02
06/03/2008	22,32
07/04/2008	20,91
16/06/2008	13,2
10/07/2008	47,7
17/07/2008	8,15
01/08/2008	37,3
03/08/2008	15
03/02/2009	31,1
30/04/2009	21,4
23/07/2009	15,74
22/08/2009	17,2
11/12/2009	21,6
24/04/2010	20,7
Total Registros	20

Fuente: Autores del proyecto

Figura 1. Humedad Relativa



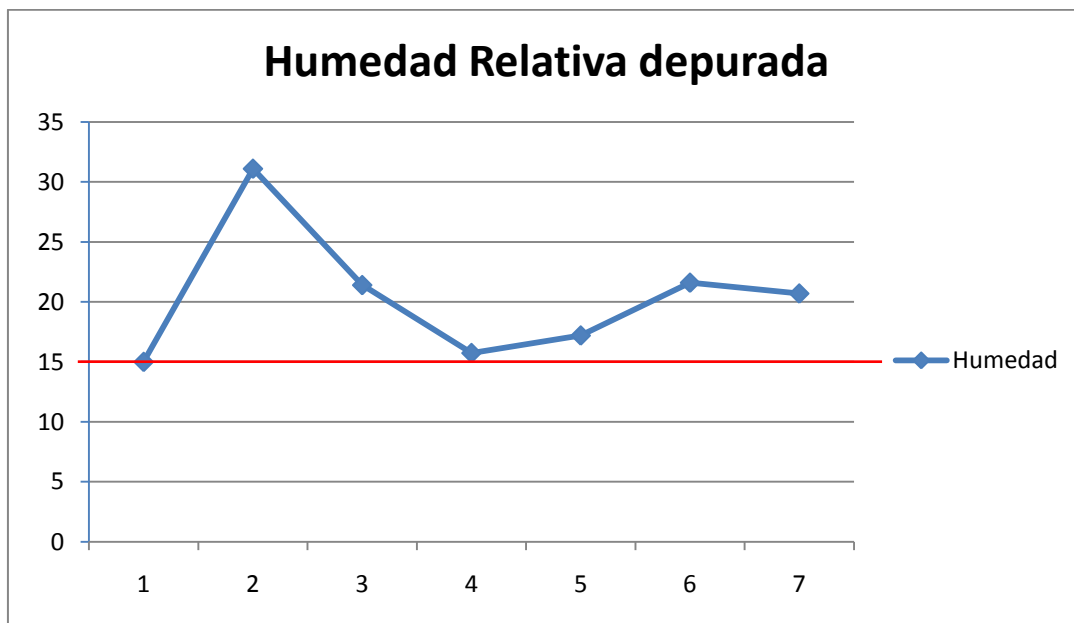
Fuente: Autores del proyecto

Tabla 2. Humedad Relativa depurada

Fecha Análisis	Humedad Relativa
03/08/2008	15
03/02/2009	31,1
30/04/2009	21,4
23/07/2009	15,74
22/08/2009	17,2
11/12/2009	21,6
24/04/2010	20,7
Total Registros	7

Fuente: Autores del proyecto

Figura 2. Humedad Relativa depurada



Fuente: Autores del proyecto



Anexo F. Diagrama proceso de ventas



Fuente: Autores del proyecto



Anexo G. Competidores directos y complementarios Fertibiofor-Mineralizado

Tabla 1. Competidores directos Fertibiofor-Mineralizado

Nombre de la empresa	Características del producto
<p><u>ABIMGRA LTDA</u></p>  <p>Tipo: Gallinaza compostada</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aporta los 14 nutrientes básicos para el máximo desarrollo y producción de los cultivos. ▪ Incorpora bacterias que fijan el nitrógeno atmosférico al suelo, optimizando de esta manera la disposición de este nutriente a la planta. ▪ Contiene coloides orgánico y mineral, que impiden la pérdida de elementos nutritivos. ▪ Es compatible 100% con fertilizantes químicos. ▪ Aumenta la capacidad de absorción y retención de agua en el suelo. ▪ Neutraliza las sales, los sodios y los iones de aluminio que dejan los fertilizantes químicos. ▪ Registro de Venta ICA No. 2173 ▪ Precio de venta: \$17.000 por saco de 50 kilogramos
<p><u>FERTITODO</u></p>  <p>Tipo: Gallinaza y caprinaza compostada</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aporta al suelo elementos principales como oligoelementos y microelementos. ▪ Aumenta la textura y filtración en el suelo, también aumenta la retención de agua generando el desarrollo radicular de las plantas. ▪ Las características microbiológicas y físico-químicas del suelo aumentan. ▪ Cumple la doble función, nutre y rehabilita el suelo, regulando el pH y mejorando la fijación de minerales y nutrientes. ▪ Recupera los suelos degradados por fenómenos naturales o por acción de agentes químicos. ▪ Se aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo. ▪ Fortalece la membrana celular de los frutos evitando rajaduras o fisuras en el mismo. ▪ Reduce en alto grado costos de fertilización mejorando los ingresos. ▪ Registro de venta ICA No. 6487 ▪ Precio de venta: \$15.000 por saco de 50 kilogramos

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 2. Productos Complementarios

Nombre de la empresa	Características del producto
<p data-bbox="302 453 678 533">Monómeros S.A Producto: Nutrimon 15-15-15</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="711 405 1443 737">▪ Presenta una alta solubilidad en sus tres nutrientes, lo cual asegura su disponibilidad para los cultivos, ya que se disuelven fácilmente en el agua del suelo, permitiendo así un suministro eficaz para las plantas. La solubilidad de Nutrimon 15-15-15 garantiza resultados óptimos en las diferentes etapas de la fertilización de cultivos. <li data-bbox="711 751 1443 989">▪ Su presentación en gránulos permite una mayor uniformidad en la aplicación y una mejor absorción de los nutrientes en el cultivo, haciendo eficiente además, la manipulación y almacenaje del fertilizante.
<p data-bbox="337 1066 643 1146">Abocol S.A Producto: Triple Quince</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="711 1066 1443 1199">▪ Fertilizante Complejo NPK balanceado en los tres elementos principales: nitrógeno, fósforo y potasio, con aporte de calcio. <li data-bbox="711 1213 1443 1297">▪ Los nutrientes se complementan entre sí, lo que garantiza una mejor disponibilidad. <li data-bbox="711 1312 1443 1354">▪ Ideal para la etapa de desarrollo. <li data-bbox="711 1369 1443 1411">▪ Aplicado en todo tipo de cultivos. <li data-bbox="711 1425 1443 1467">▪ Presentación de producto: granulado

Fuente: Autores del Proyecto

Anexo H. Formato sondeo agricultores – Resultados Sondeo

Formato de entrevista sondeo Diagnóstico Proceso de Ventas

Universidad Industrial de Santander

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Objetivo: Identificar las preferencias y razones de uso de los abonos orgánicos, además de las posibles causas de su baja utilización.

NOMBRE: _____

Cultivo: _____

Municipio: _____ Área: _____

1. ¿Usa o ha usado algún tipo de fertilizante orgánico?

Si _____

No _____

2. ¿Cuál?

3. ¿Por qué?

4. ¿Dónde adquiere el fertilizante orgánico de su uso?

5. ¿Sabía Ud. que si una materia orgánica está mal compostada produce focos de infección?

Si _____

No _____

6. ¿A cuál de los siguientes factores cree Ud. que se deba la no utilización de los abonos orgánicos?

_____ Desconocimiento ventajas y beneficios

_____ Precios

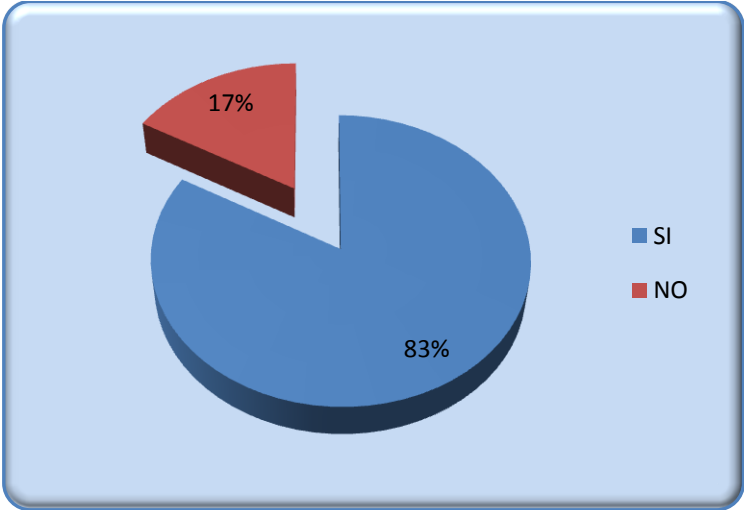
_____ Uso exclusivo de fertilizantes químicos

_____ Otra ¿Cuál? _____

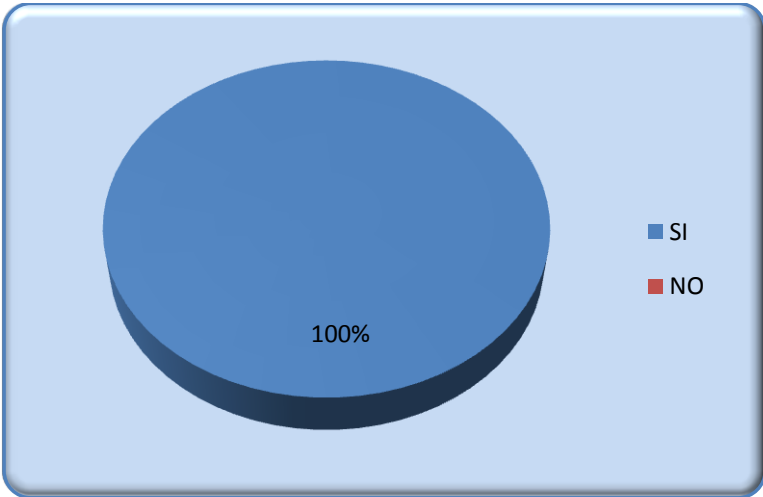
Tabulación de datos sondeo Diagnóstico Proceso de Ventas

1. ¿Usa o ha usado algún tipo de fertilizante orgánico?

a. Agricultores

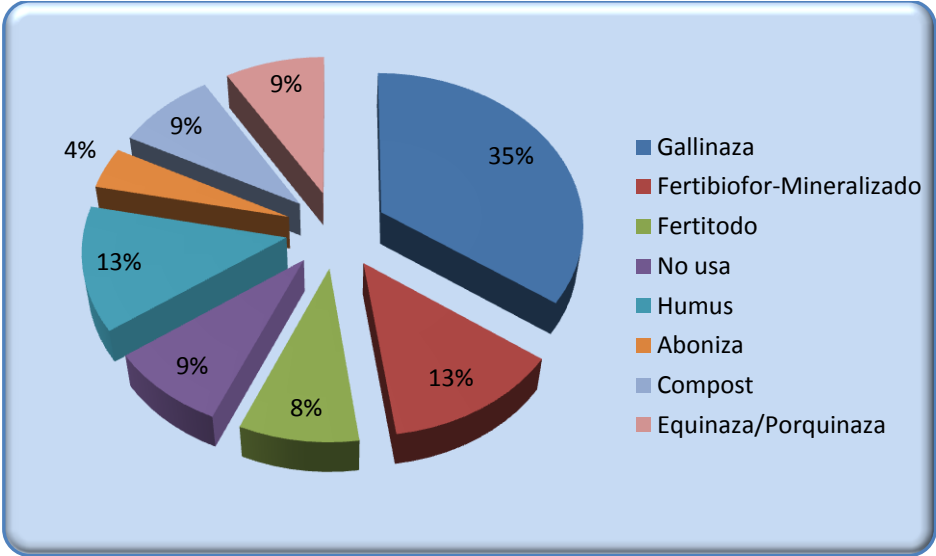


b. Administradores punto de venta

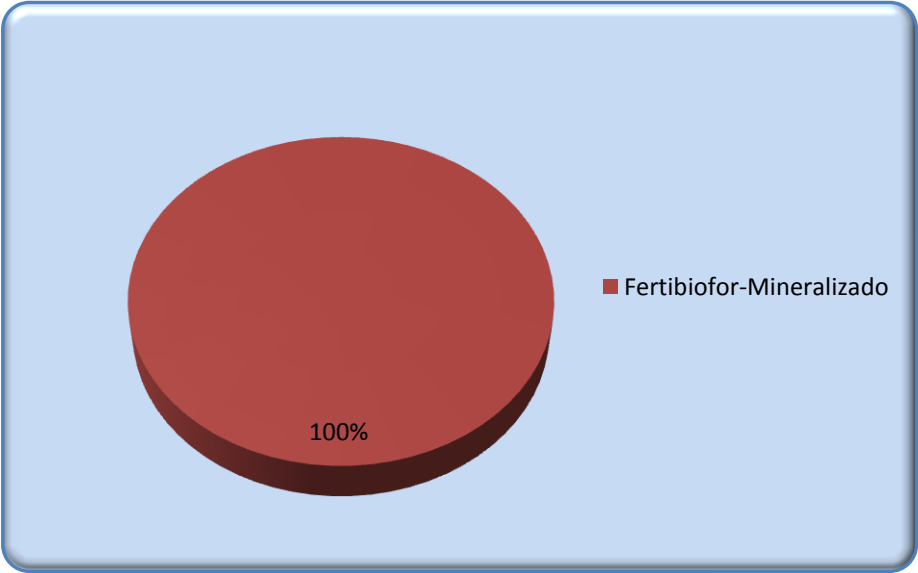


2. ¿Cuál?

a. Agricultores

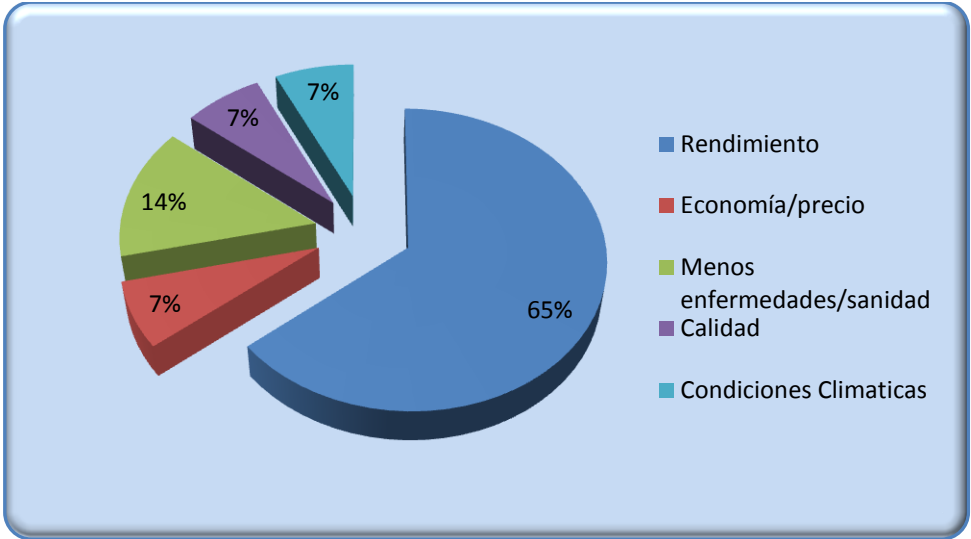


b. Administradores punto de venta

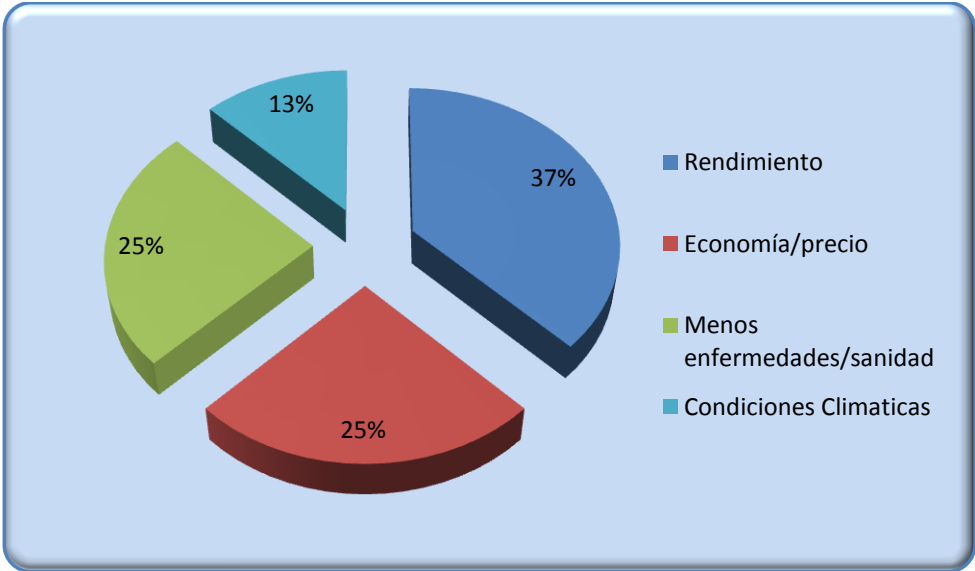


3. ¿Por qué?

a. Agricultores

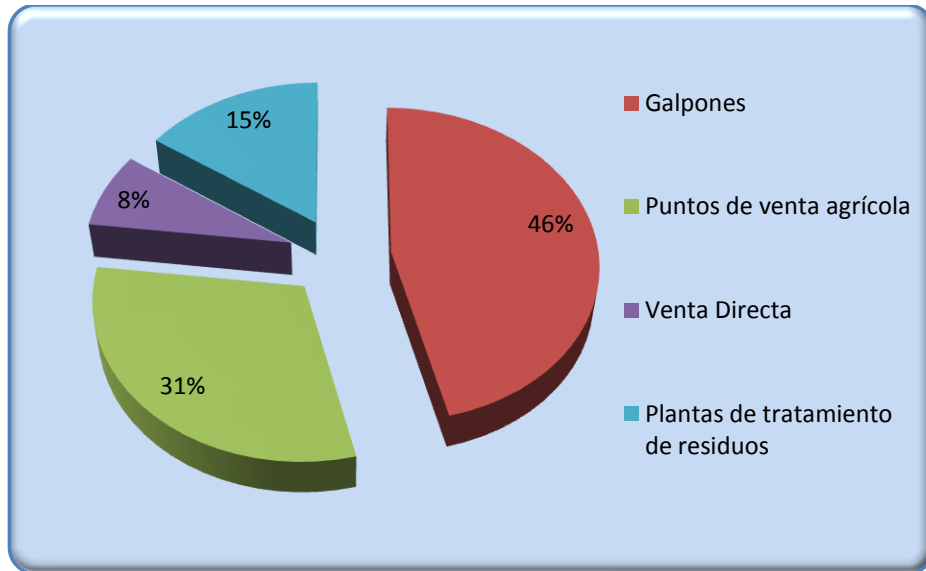


b. Administradores punto de venta

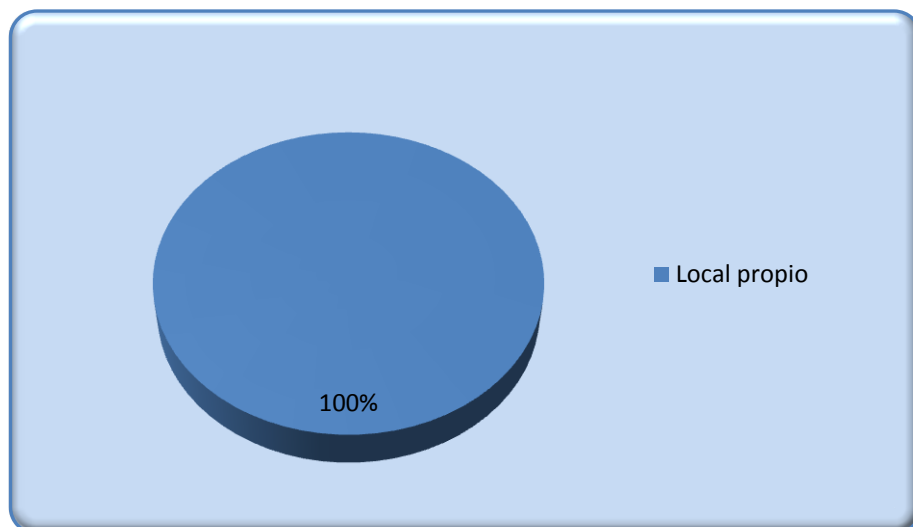


4. ¿Dónde adquiere el fertilizante orgánico de su uso?

a. Agricultores

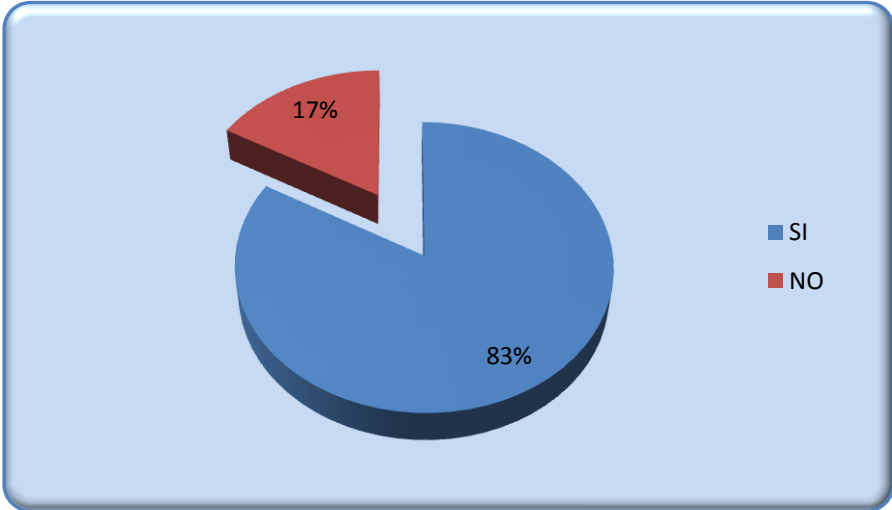


b. Administradores punto de venta

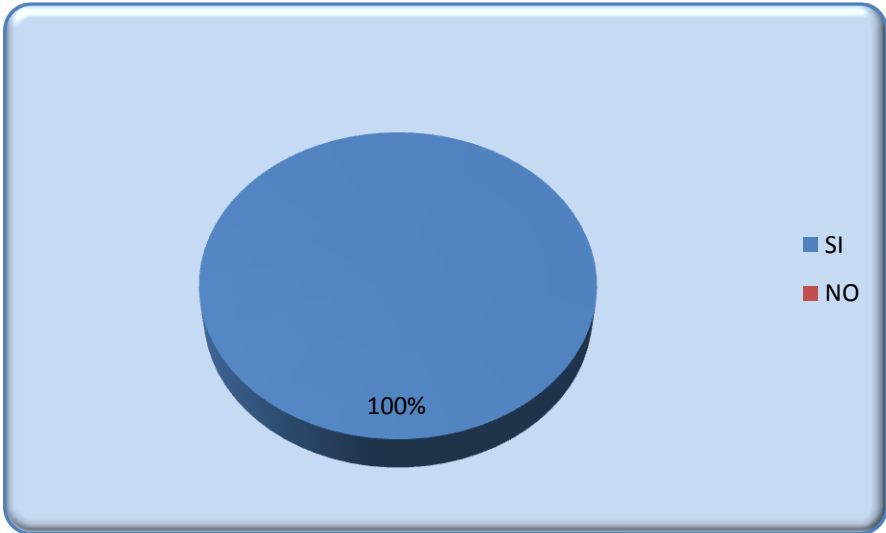


5. ¿Sabía Ud. que si una materia orgánica está mal compostada produce focos de infección?

a. Agricultores

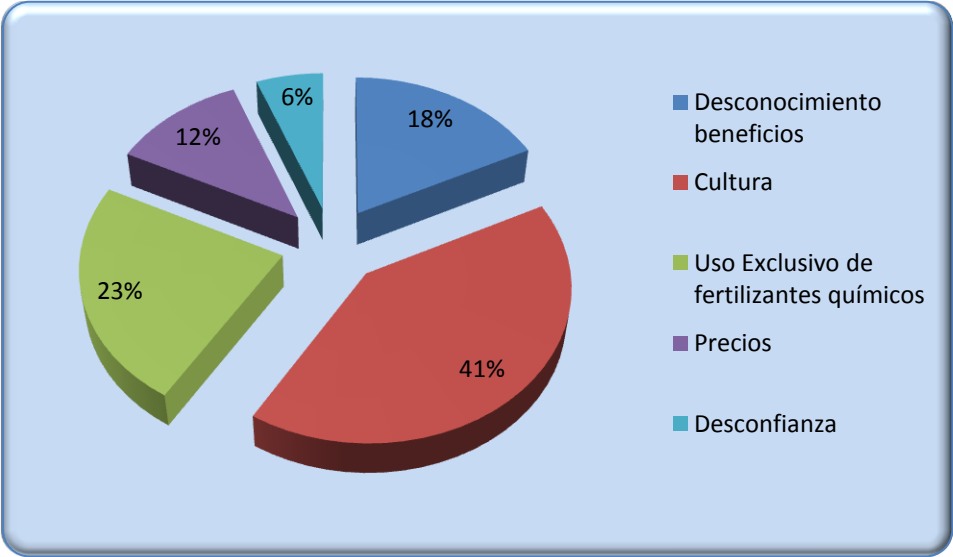


b. Administradores punto de venta

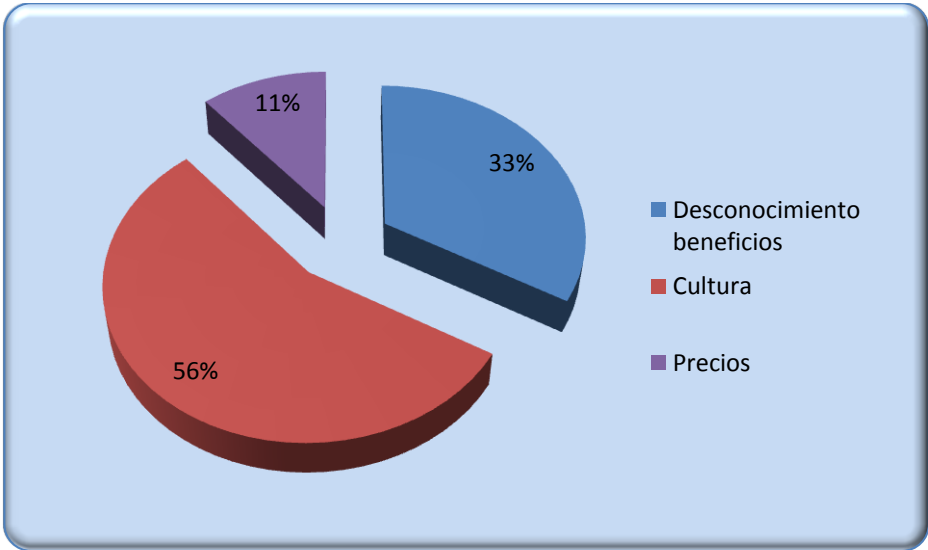


6. ¿A cuál de los siguientes factores cree Ud. que se deba la no utilización de los abonos orgánicos?

a. Agricultores



b. Administradores de punto de venta



Anexo I. Ficha técnica encuesta Estudio de Mercados

Tipo de Investigación	Se realizó una Investigación Descriptiva, ya que se desea saber cómo se comporta el sector de los abonos orgánicos, en cuanto a consumo, preferencias, precios y la relación entre estas variables.
Fuentes de Información	Primarias y Secundarias Fuente Primaria: diseño y aplicación de formatos de encuesta a los agricultores de la zona delimitada de Cundinamarca y Tolima Fuente Secundaria: documentos correspondientes a estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y por la entidad reguladora del sector: ICA.
Técnicas de recolección de la información	Encuesta (Ver Anexo 4)
Instrumento	Cuestionario con preguntas cerradas
Modo de Aplicación	Directa (realizada por autores del proyecto)
Proceso de muestreo	Muestreo Aleatorio Simple Utilizando la fórmula: $n = \frac{N(p*q)(Z^2)}{(p*q)(Z^2) + e^2(N-1)}$ <p>Donde, n = tamaño de la muestra N = población representada por 128.217 unidades productivas Z = 1,96 para grado de confiabilidad de 95% p = probabilidad de acertar 0.5 q = probabilidad de fracaso 0.5 e = error de 5%</p> n = 383 encuestas
Alcance	Municipios de Cundinamarca y Tolima donde se comercializa Fertibiofor-Mineralizado
Tiempo de aplicación	Noviembre 15 – Diciembre 15 del 2010

Fuente: Autores del proyecto

Anexo J. Formato encuesta Estudio de Mercados – Tabulación datos encuesta

Formato de entrevista Estudio de Mercados

Universidad Industrial de Santander
Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Objetivo: Identificar las preferencias, precios, uso y aplicación de materias orgánicas, para los agricultores de la zona de Cundinamarca y Tolima.

Nombre: _____ Mail: _____

Teléfono: _____ Municipio: _____ Vereda: _____

1. ¿Qué tipo de cultivo está sembrando actualmente?

- Verduras (Tubérculos, raíces, bulbos, etc.)
- Legumbres (Fríjol, arveja, garbanzos, soya, etc.)
- Frutales
- Cereales (Arroz, cebada, trigo, etc.)
- Otro. ¿Cuál? _____

2. El área destinada para la siembra es de aproximadamente:

- Menos de 1 Hectárea
- 1-3 Hectáreas
- 4-6 Hectáreas
- 7-10 Hectáreas
- Más de 10 Hectáreas

3. De los siguientes tipos de materias y abonos orgánicos, ¿Cuál es el de mayor uso actualmente?

- Fertibiofor-Mineralizado**
- Fertitodo**
- Abingra**
- Aboniza**
- Gallinaza**
- Equinaza, Porquinaza, estiércol animal**
- Humus**
- Otro. ¿Cuál? _____**
- Ninguno**

Si su respuesta en la pregunta 3 es Ninguno, conteste las preguntas 14, 15 y 16 al final de la encuesta.

De acuerdo con la opción seleccionada en la pregunta 3, responda:

4. ¿Hace cuánto utiliza el producto?

- 0-6 meses**
- 6 meses - 1 año**
- 1-3 años**
- Más de 3 años**

5. De los siguientes factores, califique como malo, regular, bueno o excelente, las características que ofrece el producto. Marque con una X.

Característica	Malo	Regular	Bueno	Excelente
Rendimiento				
Precio				
Calidad del cultivo				
Control de plagas y enfermedades				
Accesibilidad				
Humedad				
Contaminación física				
Olor				

6. ¿En qué momento aplica el producto en sus cultivos?

- Antes de siembra
- Re-abonar
- Recuperar suelos pobres
- Otro. ¿Cuál? _____

7. ¿En qué proporción utiliza el producto en sus cultivos?

- 0-5 Bultos/Ha
- 5-10 Bultos/Ha
- 10-20 Bultos/Ha
- 20-30 Bultos/Ha
- Más de 30 Bultos/Ha

8. El bulto de abono orgánico que utiliza actualmente, tiene un costo aproximado de:

- Entre \$5.000 - \$8.000
- Entre \$8.000 - \$12.000
- Entre \$12.000 - \$16.000
- Más de \$16.000

9. ¿Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un bulto de abono orgánico?

- Entre \$5.000 - \$8.000
- Entre \$8.000 - \$12.000
- Entre \$12.000 - \$16.000
- Más de \$16.000

10. ¿Ha recibido promociones, incentivos o descuentos, en la compra del abono orgánico que usa actualmente?

- Si No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿Qué tipo de promoción recibió?

- Bonificaciones en producto
- Descuentos en la compra
- Participación en sorteos – Premios
- Otro. ¿Cuál? _____

11. ¿Qué tipo de promociones, incentivos o descuentos le gustaría recibir en sus compras?

- Bonificaciones en producto**
- Descuentos en la compra**
- Participación en sorteos – Premios**
- Otro. ¿Cuál? _____**

12. ¿Dónde adquiere el abono orgánico que usa actualmente?

- Punto de venta agrícola**
- Compra directa al productor**
- Abono orgánico propio**

Conteste la siguiente pregunta si su respuesta en la pregunta 12 fue: Punto de venta.

13. En el punto de venta donde adquiere el producto de su preferencia, ¿Recibe algún tipo de información relacionada con otros abonos orgánicos?

- Si** **No**

Responda las siguientes preguntas si su respuesta en la pregunta 3 fue un producto diferente a Fertibiofor-mineralizado o la opción Ninguno.

14. ¿Conoce Ud. el producto Fertibiofor-Mineralizado?

- Si** **No**

15. Si fuera presentada una charla técnica, donde se explicara claramente las ventajas y beneficios de usar Fertibiofor-Mineralizado, ¿Estaría dispuesto a asistir?

- Si** **No**

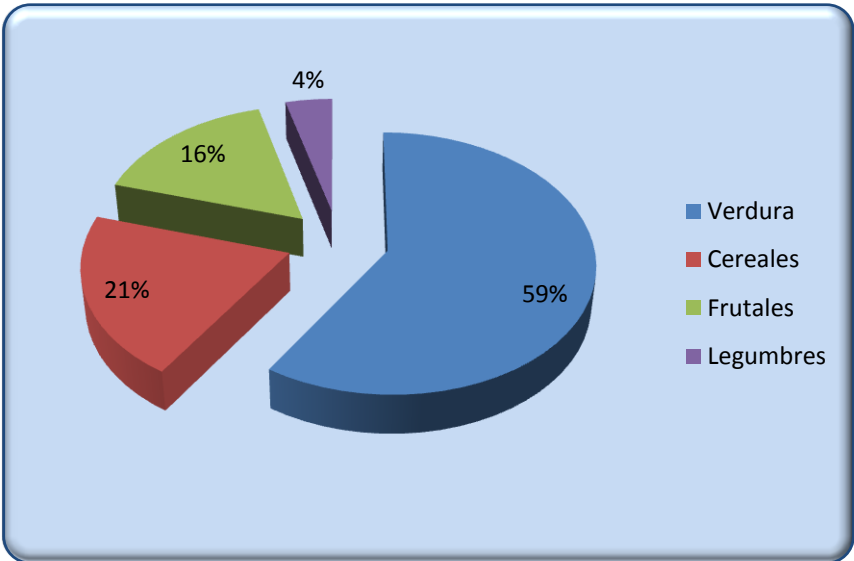
16. Reconociendo claramente las ventajas y beneficios de usar Fertibiofor-mineralizado sobre otros abonos orgánicos. ¿Estaría dispuesto a cambiar el producto que usa actualmente?

Si

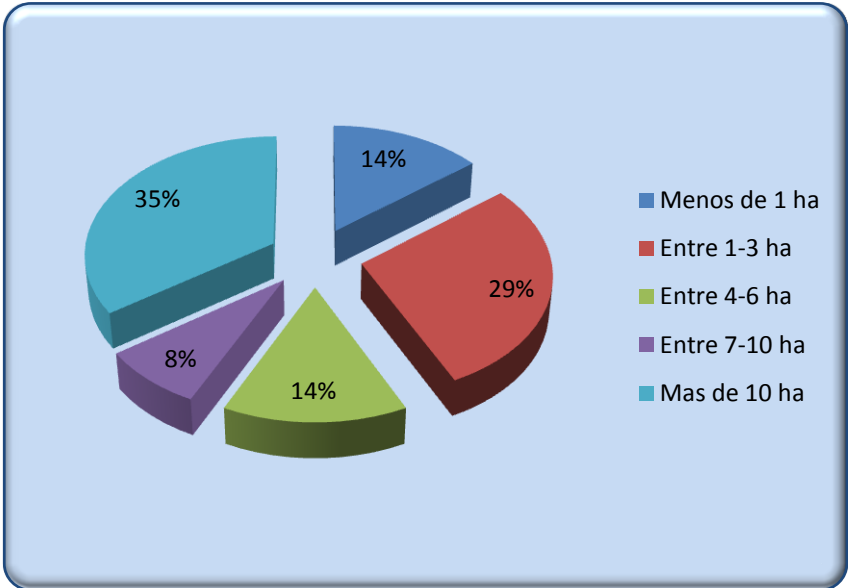
No

Tabulación de datos encuesta Estudio de Mercados

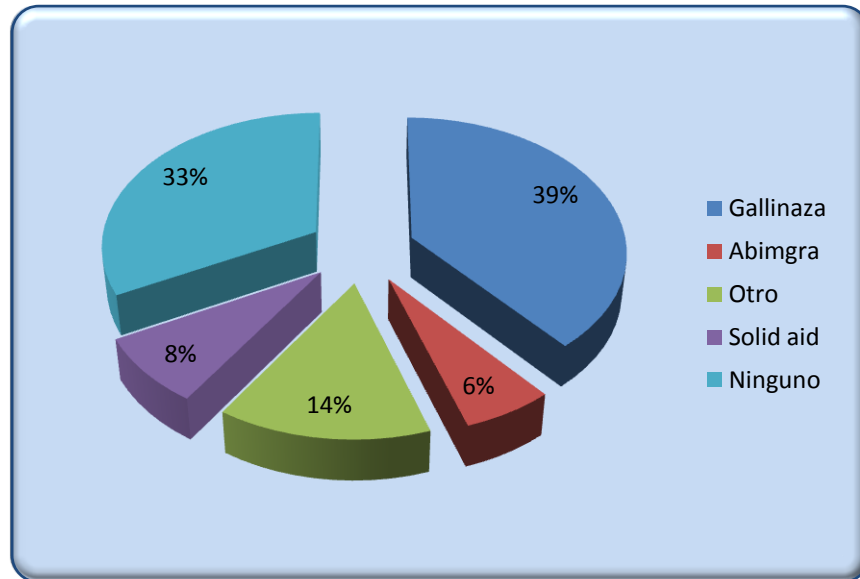
1. ¿Qué tipo de cultivo está sembrando actualmente?



2. El área destinada para la siembra es de aproximadamente:

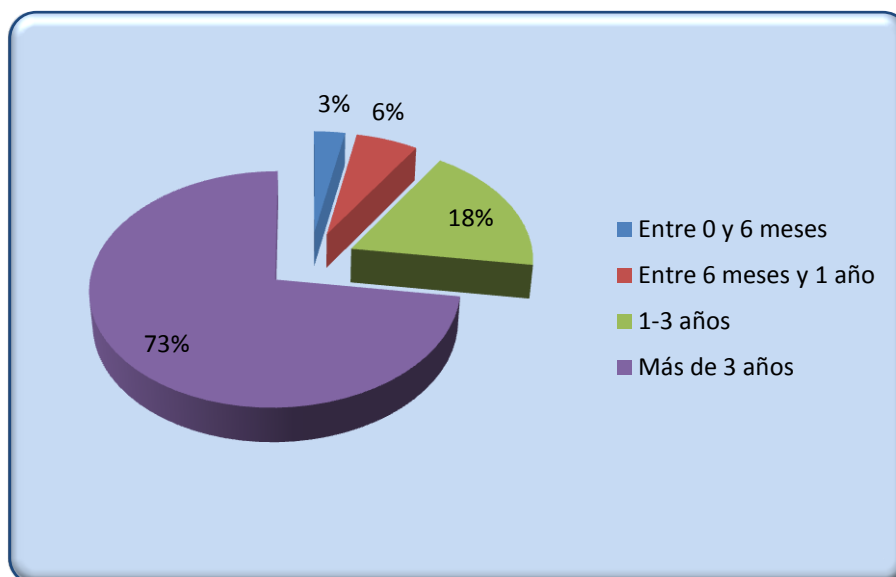


3. De los siguientes tipos de materias y abonos orgánicos, ¿Cuál es el de mayor uso actualmente?



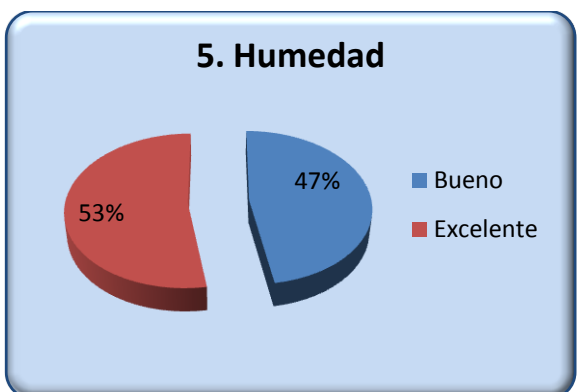
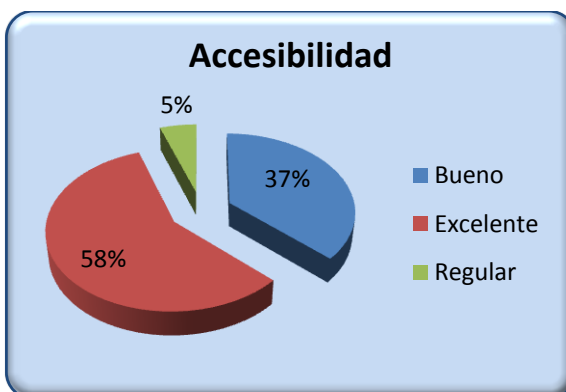
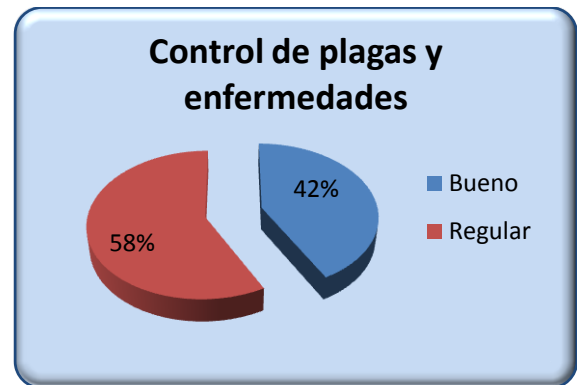
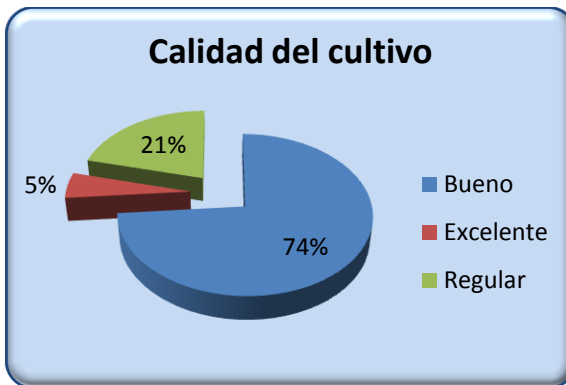
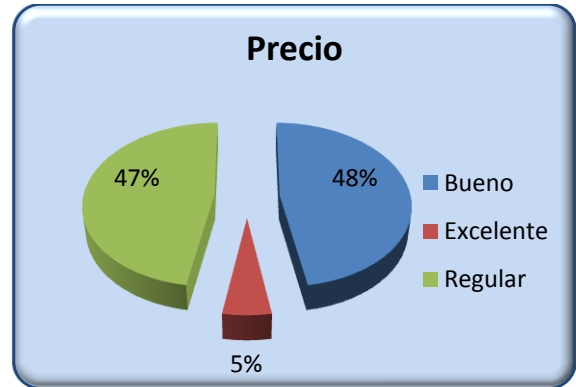
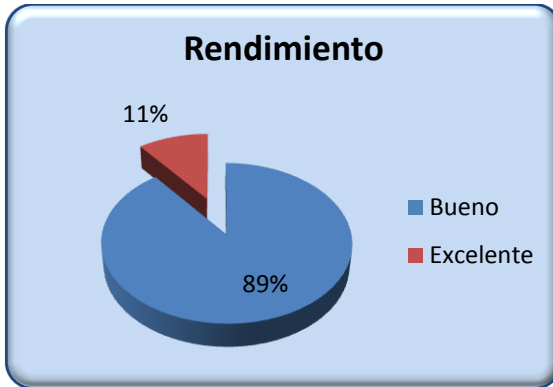
De acuerdo con la opción seleccionada en la pregunta 3, responda:

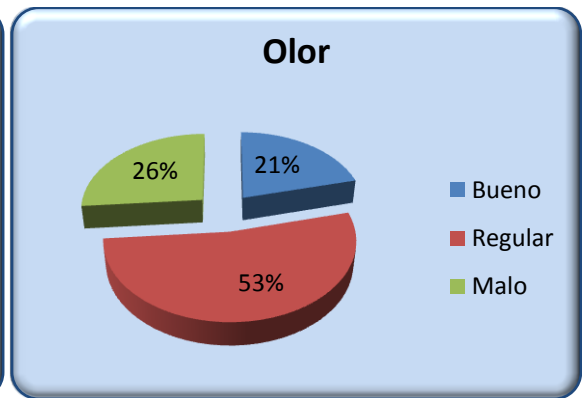
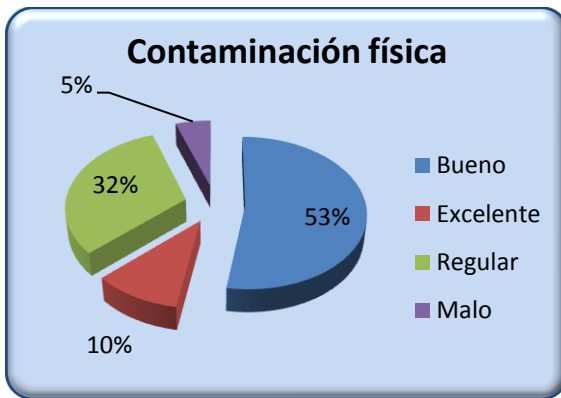
4. ¿Hace cuánto utiliza el producto?



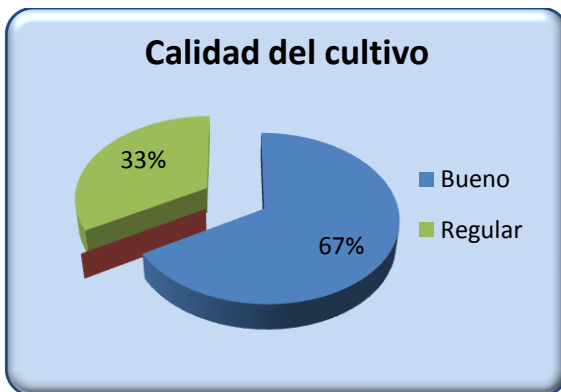
5. De los siguientes factores, califique como malo, regular, bueno o excelente, las características que ofrece el producto.

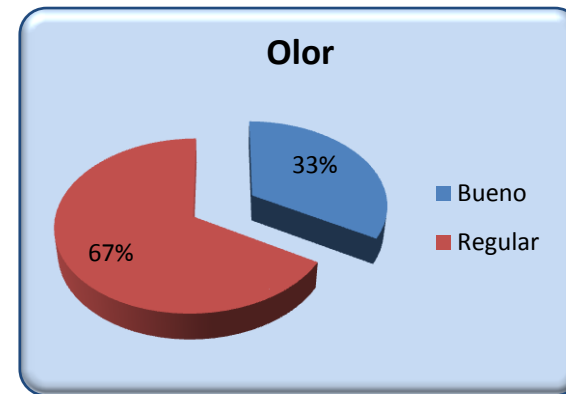
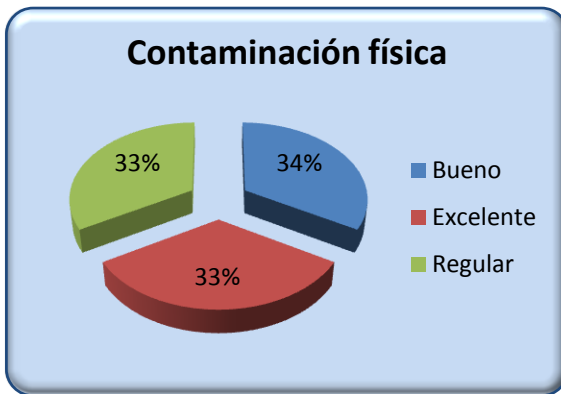
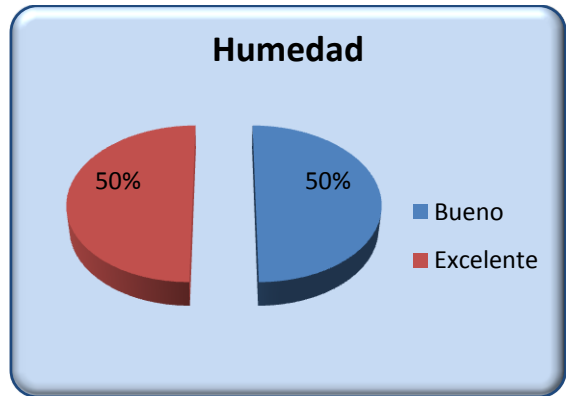
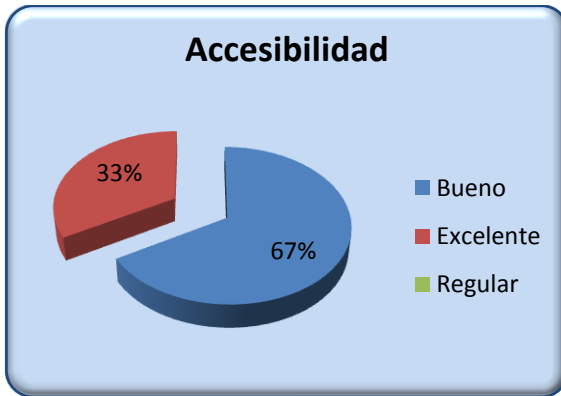
- Gallinaza



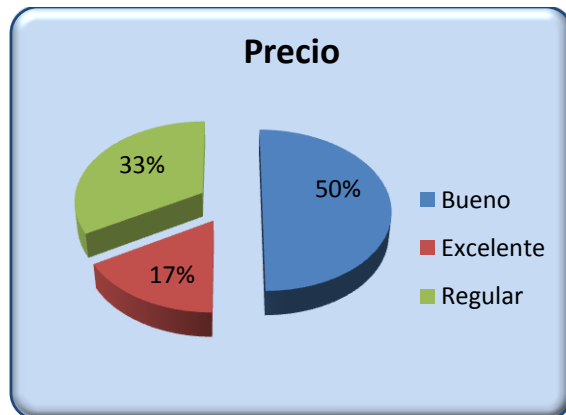


- Abimgra

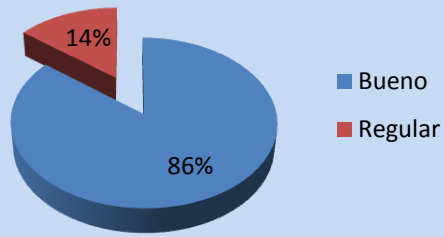




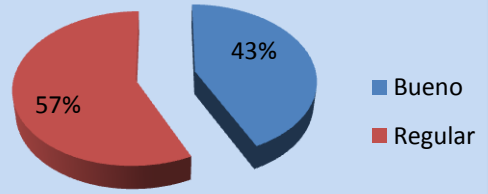
- Otros



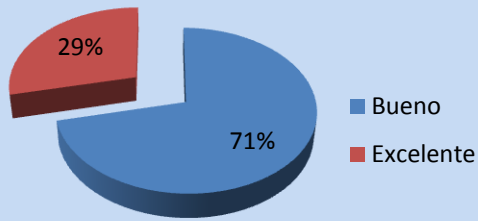
Calidad del cultivo



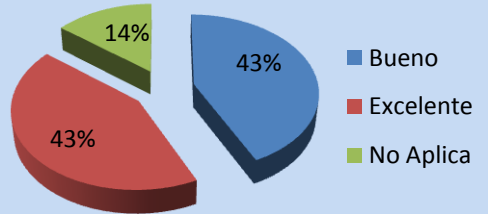
Control de plagas y enfermedades



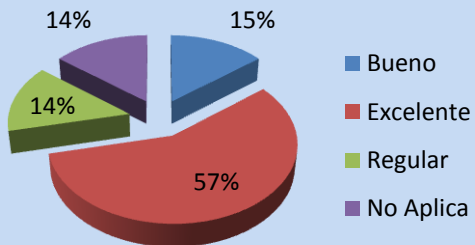
Accesibilidad



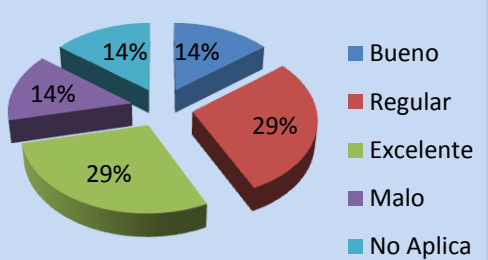
Humedad



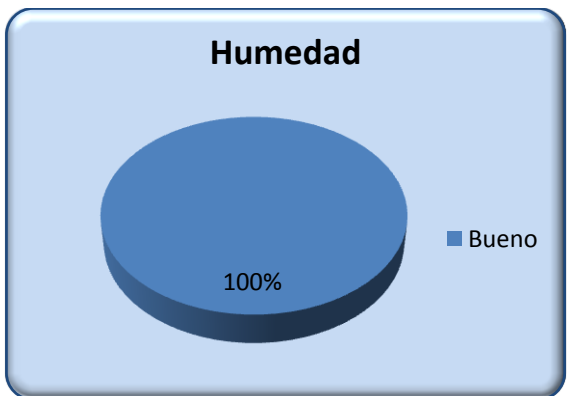
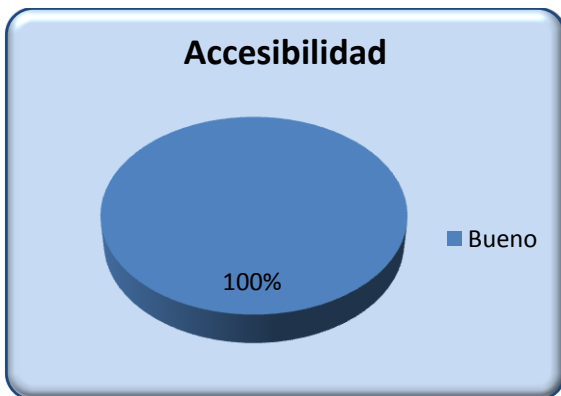
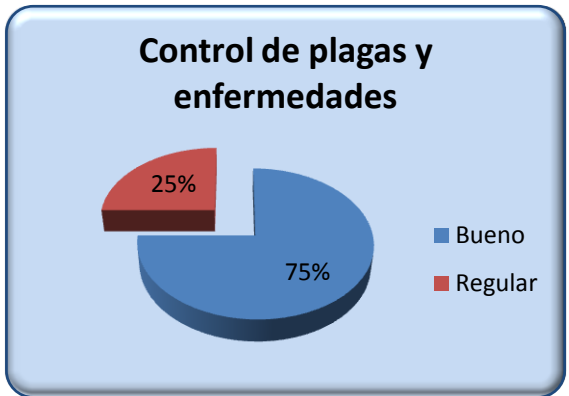
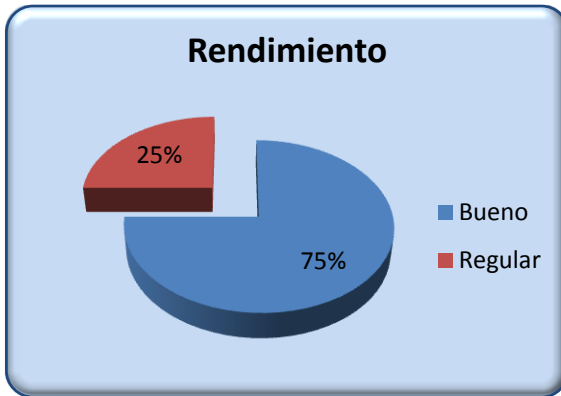
Contaminación física

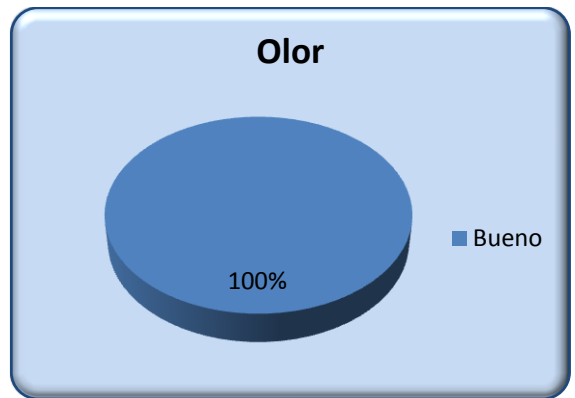


Olor

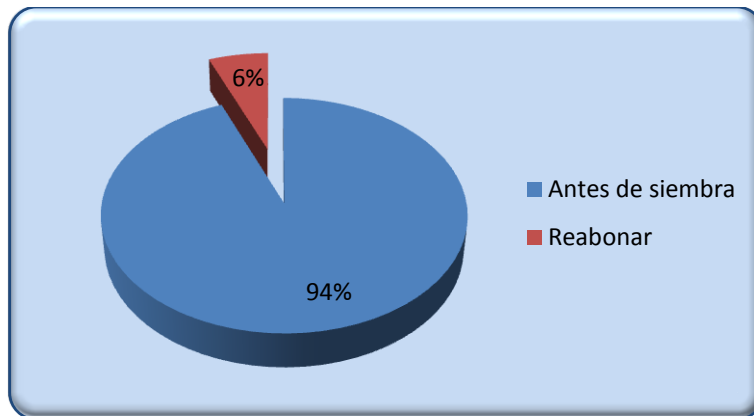


- Solid Aid

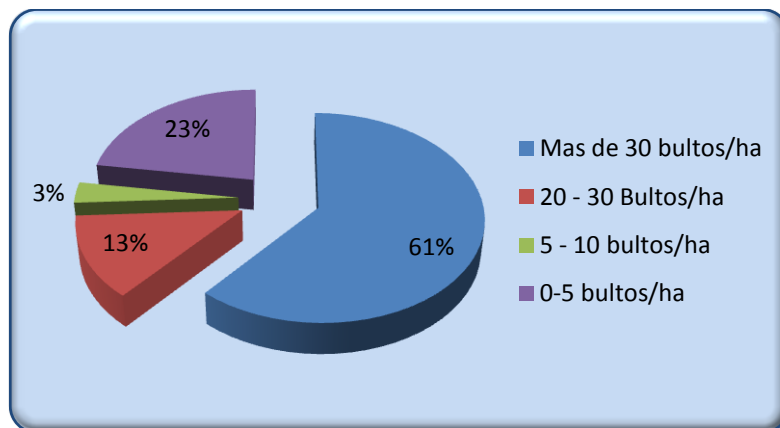




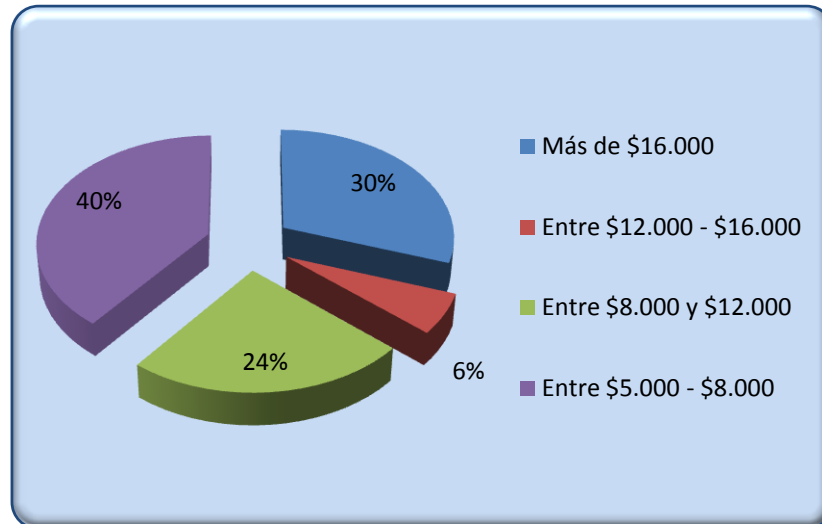
6. ¿En qué momento aplica el producto en sus cultivos?



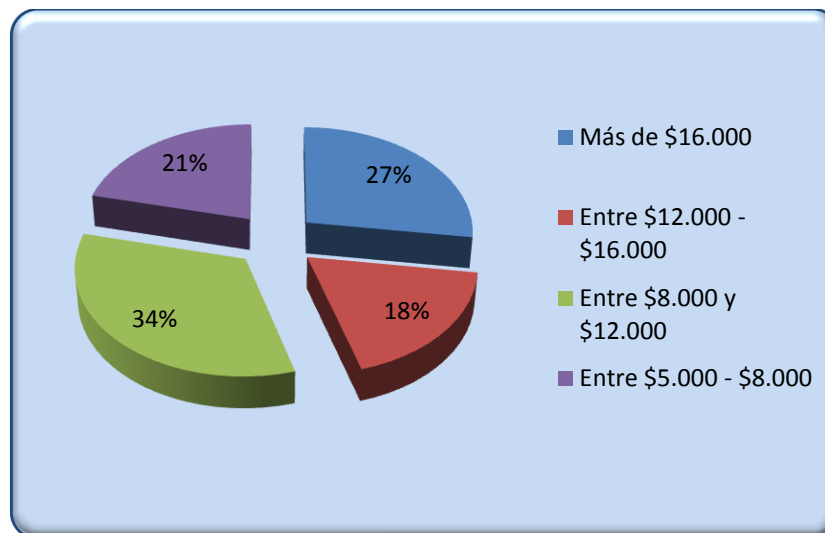
7. ¿En qué proporción utiliza el producto en sus cultivos?



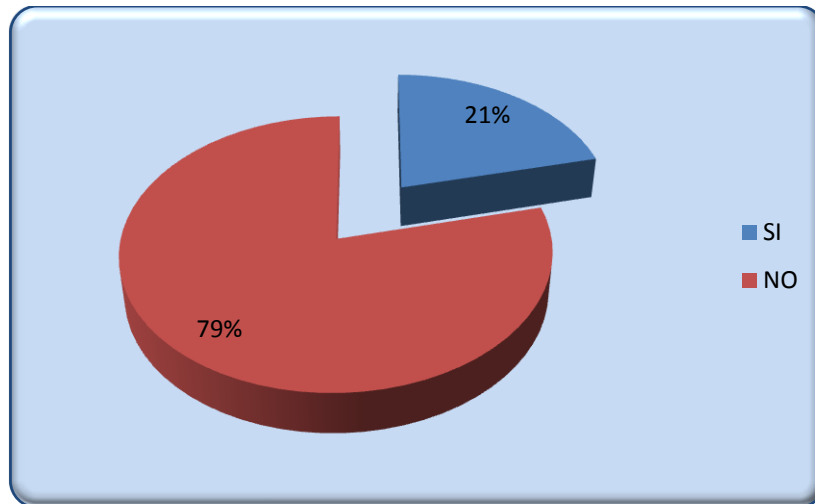
8. El bulto de abono orgánico que utiliza actualmente, tiene un costo aproximado de:



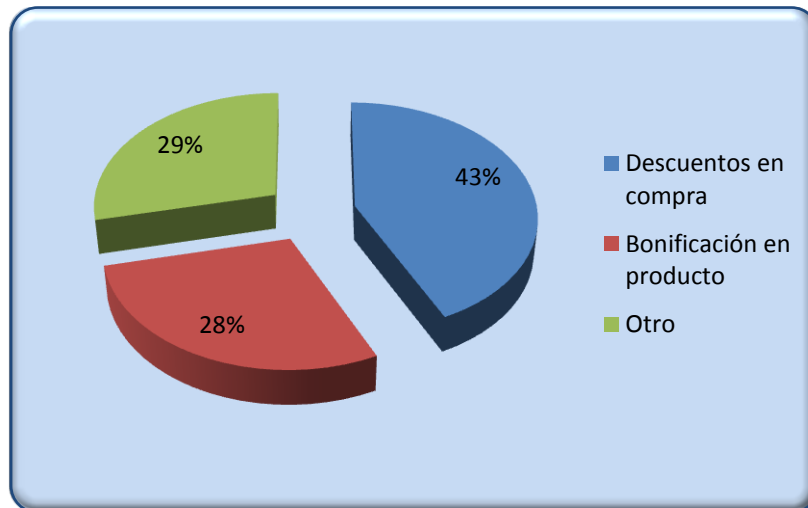
9. ¿Cuánto sería lo máximo que estaría dispuesto a pagar por un bulto de abono orgánico?



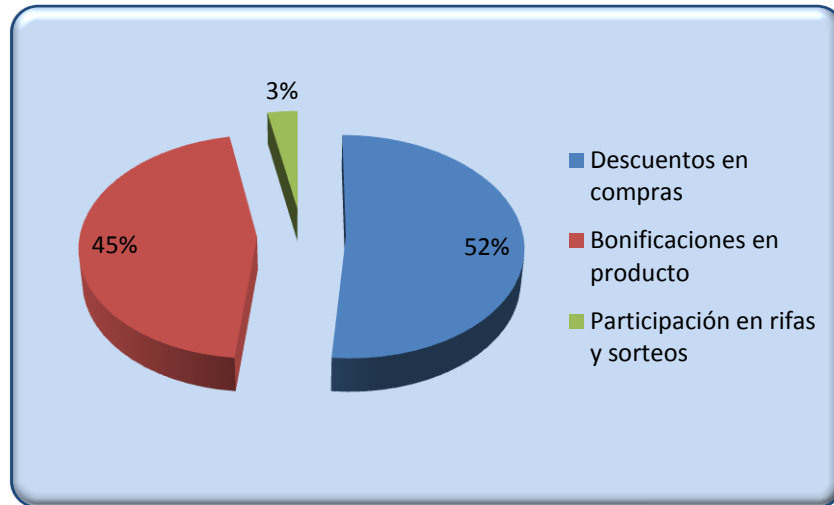
10. ¿Ha recibido promociones, incentivos o descuentos, en la compra del abono orgánico que usa actualmente?



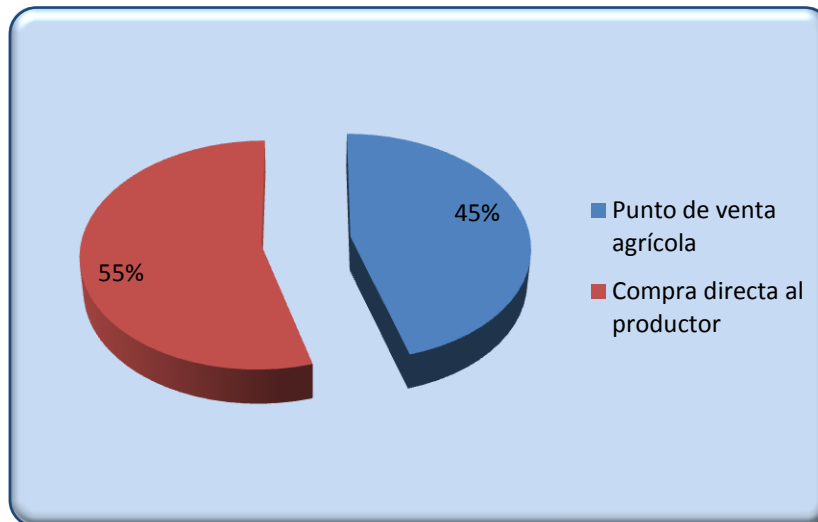
Si su respuesta fue afirmativa, ¿Qué tipo de promoción recibió?



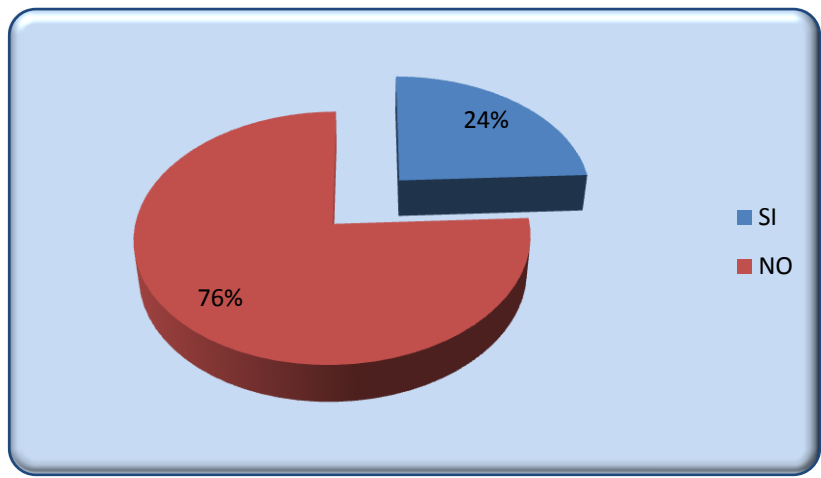
11. ¿Qué tipo de promociones, incentivos o descuentos le gustaría recibir en sus compras?



12. ¿Dónde adquiere el abono orgánico que usa actualmente?

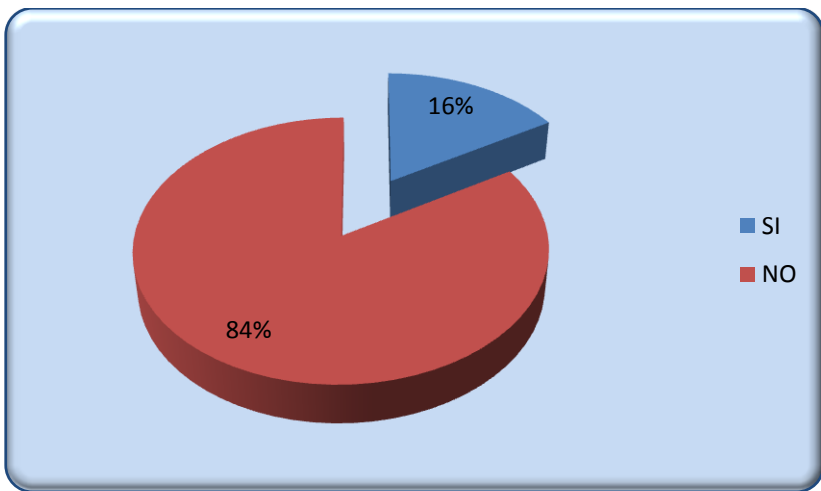


13. En el punto de venta donde adquiere el producto de su preferencia, ¿Recibe algún tipo de información relacionada con otros abonos orgánicos?

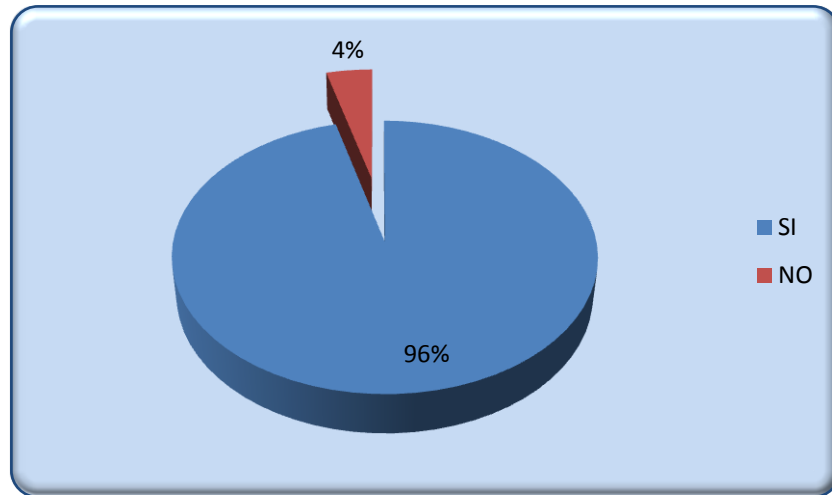


Responda las siguientes preguntas si su respuesta en la pregunta 3 fue un producto diferente a Fertibiofor-mineralizado o la opción Ninguno.

14. ¿Conoce Ud. el producto Fertibiofor-Mineralizado?



15. Si fuera presentada una charla técnica, donde se explicara claramente las ventajas y beneficios de usar Fertibiofor-Mineralizado, ¿Estaría dispuesto a asistir?



16. Reconociendo claramente las ventajas y beneficios de usar Fertibiofor-mineralizado sobre otros abonos orgánicos. ¿Estaría dispuesto a cambiar el producto que usa actualmente?

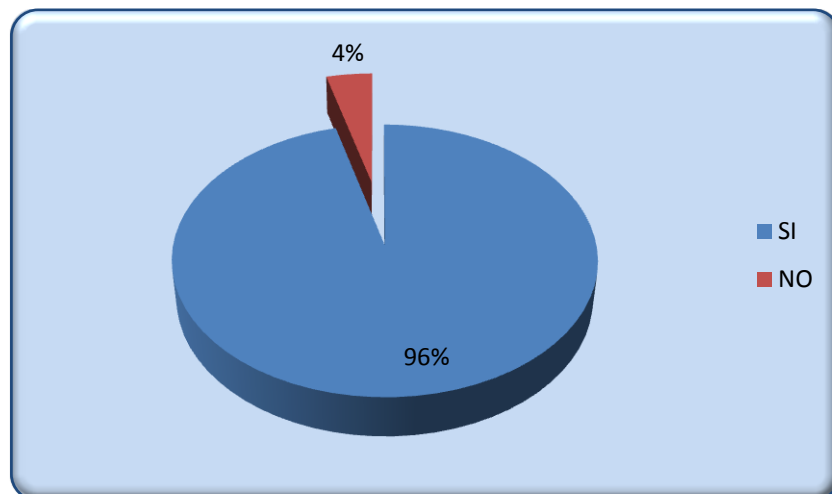
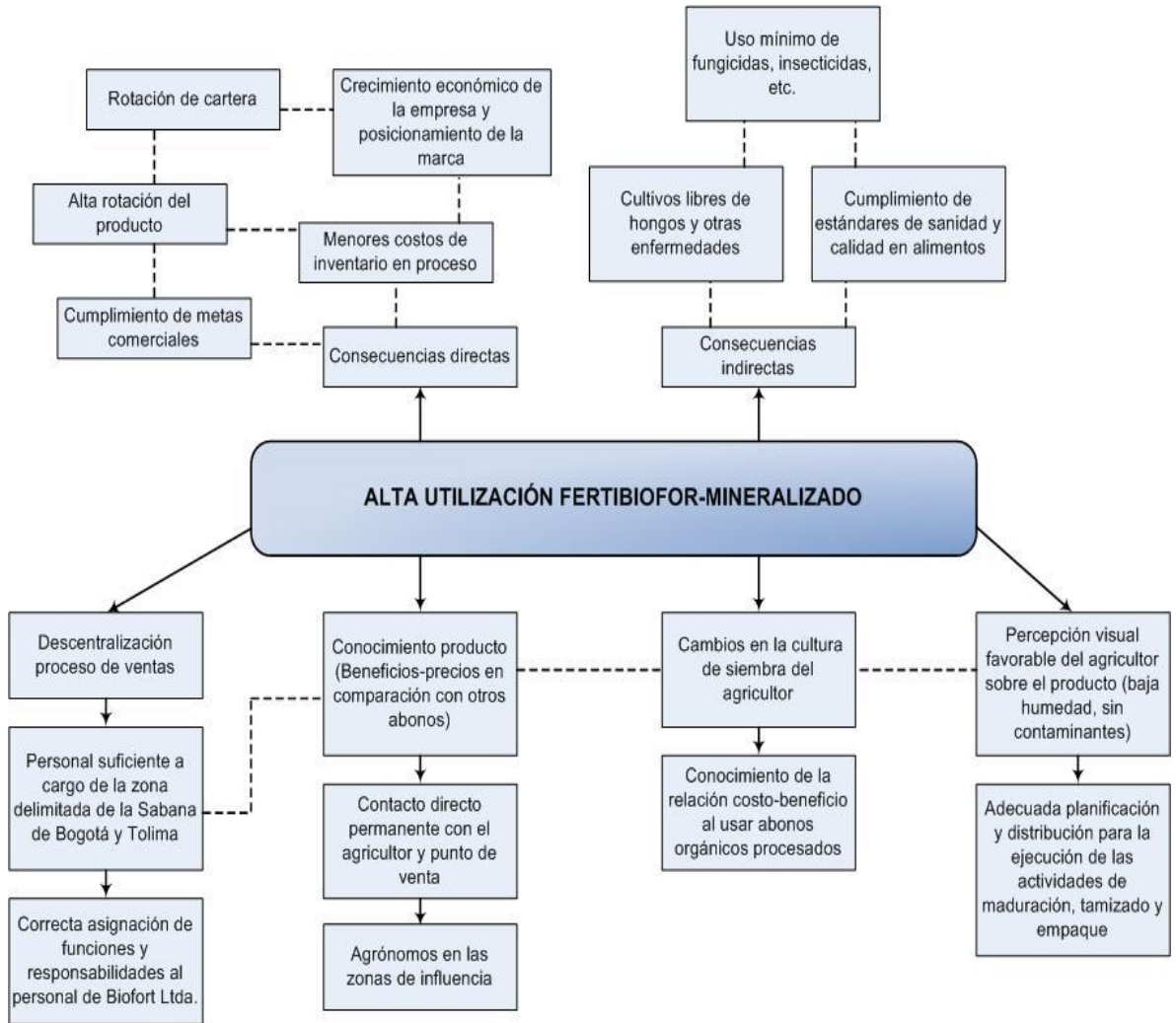


Figura 2. Árbol de Objetivos



Fuente: Autores del proyecto

Anexo L. Protocolos para Ensayos de Eficacia de Fertilizantes

1. TÍTULO

Ensayo de eficacia agronómica del producto Fertibiofor-Mineralizado

2. EMPRESA

Biofort Ltda.

3. UNIDAD TÉCNICA RESPONSABLE

Director Técnico Comercial Biofort Ltda. / Estudiantes en proyecto de grado UIS.

Profesional Responsable

Ingeniero Agrónomo Luis Fernando Pita (Director Técnico Comercial Biofort Ltda.)

4. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha desarrollado un interés particular por parte de las empresas en generar credibilidad en sus productos, en el sector comercial de los abonos orgánicos es fundamental realizarlo debido a que este tipo de productos no son considerados de primera necesidad para los agricultores. Por esta razón Biofort Ltda. propone la idea de realizar una investigación, por medio de un diseño experimental, que permita demostrar, científicamente, las cualidades y características que hacen de los abonos orgánicos una alternativa válida para el manejo de toda clase de cultivos en la Sabana de Bogotá.

4.1 Problema

A pesar de las múltiples ventajas y beneficios que trae consigo la utilización de enmiendas orgánicas en la restauración de suelos y en la agricultura, actualmente el uso de este producto en Colombia y en particular en el área de la Sabana de Bogotá es mínimo en comparación con fertilizantes de origen químico, los cuales generan altos costos en términos económicos y se convierten en una alternativa desfavorable para el medio ambiente.

Una posible explicación a este problema parte del desconocimiento por parte de los agricultores, grandes y pequeños, de las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de este tipo de fertilizante orgánico, además de la desconfianza que genera usar un producto nuevo, todo enmarcado en la cultura de siembra del agricultor.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Demostrar la eficacia agronómica del producto Fertibiofor-mineralizado en los cultivos de lechuga Batavia y zanahoria mini.

5.2 Objetivos Específicos

- Determinar la dosificación ideal en costos y rendimiento para el agricultor en el cultivo de Lechuga Batavia.
- Determinar la dosificación ideal en costos y rendimiento para el agricultor en el cultivo de Zanahoria mini.

6. INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO: FERTIBIOFOR - MINERALIZADO

La información correspondiente al producto a evaluar se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Ficha técnica Fertibiofor-Mineralizado

NOMBRE DEL PRODUCTO	Fertibiofor-Mineralizado
TIPO DE PRODUCTO	Agregados
USO ESPECÍFICO	Acondicionador orgánico-mineral de suelos para uso agrícola
ESTADO FISICO	Solido
COLOR	Negro
CONTENIDO GARANTIZADO:	
<p>Nitrógeno Total (N) 1.49 % Fósforo Total (P₂O₅) 2.53 % Potasio Total (K₂O) 2.98% Calcio (CaO) 5.83 % Magnesio Total (MgO) 0.91% Carbono Orgánico Oxidable Total 11.7% Relación Carbono/Nitrógeno 8.00 Cenizas 51.00% Humedad máxima 15.00% pH (pasta de saturación) 9.51 Densidad a 20 C (base seca) 0.74g/cm³ Capacidad de intercambio catiónico 44.40 meq/100g Capacidad de retención de agua 88.30%</p>	
	

Fuente: Autores del Proyecto

El proceso productivo implica la biodegradación controlada de los residuos mediante un proceso biológico aeróbico controlado o compostaje acelerado, donde los microorganismos actúan sobre la materia orgánica rápidamente biodegradable obteniendo una enmienda estabilizada, aprovechable para usos agrícolas, ganaderos y forestales.

La incorporación del abono enriquece la capacidad del suelo para albergar una gran actividad biológica, la cual tiene varias implicancias favorables: Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, estimula el crecimiento de las plantas, conserva por más tiempo la humedad del suelo, permite la labor de las bacterias ayudando a sintetizar los nutrientes, además es económico y reduce los costos de producción por hectárea.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación geográfica

La información correspondiente a la zona donde se desarrollará el ensayo para el producto Fertibiofor-Mineralizado, se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Ubicación Geográfica

<i>Departamento</i>	Cundinamarca
<i>Municipio</i>	Facatativá
<i>Vereda</i>	El Corzo
<i>Finca</i>	Predio Don Giuss

Fuente: Autores del Proyecto

7.2 Tipo de ensayo de eficacia:

Ensayo realizado bajo Invernadero.

7.3 Especies seleccionadas para el ensayo

Normalmente las especies seleccionadas se cultivan a campo abierto, pero dada la variación climática de la zona, se propone desarrollar el cultivo bajo invernadero para disminuir los efectos que pueda generar dicho factor, utilizando dos especies de hortalizas comunes de la región:

- **Lechuga Batavia** (*Lactuca sativa* L.)

Esta variedad de lechuga pertenece al tipo de lechuga acogollada o repollada, ya que forman un cogollo apretado de hojas (Ver figura 1)

Figura 1. Lechuga Batavia



Fuente: Autores del proyecto

Para esta especie se utilizarán 20 unidades experimentales de 2m² cada una, con un total de 24 plántulas de lechuga por unidad. El sistema de riego a utilizar es por goteo, para obtener la mayor uniformidad en la cantidad de agua recibida por planta.

La aplicación de Fertibiofor-Mineralizado se realiza para cada plántula al momento de la siembra según las dosificaciones definidas para el experimento.

- **Zanahoria Mini**

Este tipo de zanahoria se caracteriza por tener un tamaño más pequeño al de las variedades comunes, es un producto muy popular en la cocina gourmet (Ver figura 2).

Para esta especie se utilizarán 20 unidades experimentales de 2m² cada una, con un total de 2gr de semillas de zanahoria por unidad. El sistema de riego a utilizar es por goteo, para obtener la mayor uniformidad en la cantidad de agua recibida por planta.

La aplicación de Fertibiofor-Mineralizado se aplica al voleo a cada unidad experimental al momento de la siembra según las dosificaciones definidas para el experimento.

Figura 2. Zanahoria Mini



Fuente: Autores del proyecto

7.4 Diseño

El uso de pruebas estadísticas en el campo agronómico está reglamentado según la Resolución 00150 del 21 de Enero del 2003, donde se sugiere que el tipo de modelo estadístico indicado para este tipo de pruebas sea el diseño de grupos aleatorios por bloques.

7.4.1 Número de tratamientos

Se definieron 4 tratamientos, donde la diferencia entre cada tratamiento radica en la dosificación de Fertibiofor-mineralizado además, de un tratamiento adicional como testigo absoluto (Ver tabla 3).

7.4.2 Número de réplicas

Cada tratamiento contará con 4 repeticiones con el fin de obtener una mayor confiabilidad en el diseño (Ver tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos y réplicas Diseño Experimental

Número del Tratamiento	Dosificación	Número de réplicas
T1	Testigo (Suelo sin fertilizar)	4
T2	0,5 Toneladas por Hectárea	4
T3	0,75 Toneladas por Hectárea	4
T4	1 Toneladas por Hectárea	4
T5	1,5 Toneladas por Hectárea	4

Fuente: Autores del proyecto

7.4.3 Análisis Estadísticos

Antes de iniciar cualquier cálculo que permita generar alguna conclusión de la investigación realizada es obligatorio formular una prueba de hipótesis para cada una de las especies, que pueda ser evaluada en el análisis de varianza incluido en el modelo estadístico aplicado.

- Prueba de hipótesis

Hipótesis nula para la lechuga:

El resultado del rendimiento, en gramos, en Lechuga Alpha difiere entre 5 dosificaciones diferentes de Fertibiofor-Mineralizado.

Ho: $\tau_i = 0$

H1: $\tau_i \neq 0$;

Hipótesis nula para la zanahoria:

El resultado del rendimiento, en kilogramos, en la zanahoria mini difiere entre 5 dosificaciones diferentes de Fertibiofor-Mineralizado.

Ho: $\tau_i = 0$

H1: $\tau_i \neq 0$;

Donde τ_i son los efectos de los tratamientos, si son iguales a cero o indican que no hay diferencias entre los tratamientos.

Definidas las pruebas de hipótesis para las dos especies de semillas evaluadas se procedió a realizar los cálculos correspondientes al análisis de la varianza, tal como se indica en la figura 3.

La tabla 4 corresponde a la Anova para la Lechuga Batavia

Tabla 4. Anova Lechuga Batavia

Fuente Variación	Grados libertad	Suma cuadrados	cuadrado de la media
Total	383	24668295,91	
Tratamientos	4	8741032,87	2185258,22
Error	15	534439,41	35629,2941
Muestra	364	15392823,63	42287,977

Fuente: Autores del proyecto

Figura 3 Tabla Anova

<i>Fuente de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrado de la media</i>	<i>Cuadrado de la media esperada</i>
Total	$N - 1$	$SC\ total$		
Tratamientos	$t - 1$	SCT	CMT	$\sigma_d^2 + c_1\sigma_e^2 + c_2\sigma_a^2$
Error	$\sum_{i=1}^t r_i - t$	SCE	CME	$\sigma_d^2 + c_3\sigma_e^2$
Muestra	$N - \sum_{i=1}^t r_i$	SCM	CMM	σ_d^2

$$N = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} \quad n_{i.} = \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij}$$

$$SC\ total = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{k=1}^{n_{ij}} (y_{ijk} - \bar{y}_{...})^2$$

$$SCT = \sum_{i=1}^t n_{i.} (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{...})^2$$

$$SCE = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij} (\bar{y}_{ij.} - \bar{y}_{i.})^2$$

$$SCM = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \sum_{k=1}^{n_{ij}} (y_{ijk} - \bar{y}_{ij.})^2$$

Fuente: KUEHL, Robert O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición.

Los coeficientes de los componentes de la varianza en los cuadrados medios esperados con efectos de tratamiento se presentan en la figura 4.

Para este caso los coeficientes corresponden a los mostrados en la tabla 5.

Tabla 5 Coeficientes de la varianza Lechuga Alpha

Coeficiente	Valor
C1	19,42
C2	76,76
C3	19,12

Fuente: Autores del proyecto

Figura 4 Componentes de la varianza esperada

$$c_1 = \frac{1}{t-1} \left(A - \frac{B}{N} \right), c_2 = \frac{1}{t-1} \left(N - \frac{D}{N} \right), \text{ y } c_3 = \frac{1}{\left(\sum_{i=1}^t r_i - t \right)} (N - A)$$

donde:

$$A = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} \left(\frac{n_{ij}^2}{n_i} \right), B = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{r_i} n_{ij}^2, \text{ y } D = \sum_{i=1}^t n_i^2$$

Si el número de submuestras es igual para cada unidad experimental, entonces $n_{ij} = n$ para toda i y j ; los coeficientes son:

$$c_1 = c_3 = n \quad \text{y} \quad c_2 = \frac{1}{t-1} \left[N - \frac{D}{N} \right]$$

Fuente: KUEHL, Robert O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición.

Debido a que el número de submuestras no es igual, c_1 y c_3 también son distintos. No existe una prueba exacta de la hipótesis nula para los efectos del tratamiento, porque no hay dos medias cuadráticas que tengan el mismo cuadrado medio esperado bajo la hipótesis nula si c_1 y c_3 tienen valores distintos.

Es posible calcular un estadístico F_0 aproximado para probar la hipótesis nula de que no hay efectos de tratamiento cuando $c_1 \neq c_3$; es decir, es necesaria una prueba aproximada.

Se desarrolla un cuadrado medio para el error con un valor esperado igual a la del cuadrado medio de los tratamientos, dada una hipótesis nula con $E(CMT) = \sigma^2 d + c_1 \sigma^2 e$; esto se hace con una función lineal de CMM y CME (Ver figura 5):

Figura 5 Función lineal

$$M = a_1 CME + a_2 CMM$$

Fuente: KUEHL, Robert O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición.

Dónde: $a_1 = c_1/c_3$ y $a_2 = 1 - c_1/c_3$

Por lo tanto la función lineal M para la Lechuga Alpha es:

$$M = 1,02 CME - 0,02 CMM$$

$$M = 35524,02$$

Los grados de libertad para la función lineal M se aproximan mediante la ecuación mostrada en la figura 6.

Figura 6 Grados de libertad

$$v = \frac{M^2}{\sum_{i=1}^k \frac{(a_i CM_i)^2}{v_i}}$$

Fuente: KUEHL, Robert O. Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Segunda edición.

Por lo tanto, los grados de libertad para la Lechuga Alpha:

$$V = 1261955930,20 / 87328179,49$$

$$V = 14,45$$

$$V = 14$$

Una vez calculada la función lineal M y los grados de libertad de esta función, es posible hallar el estadístico de prueba.

$$F_0: CMT / M$$

$$F_0: 2185258,22 / 35524,02$$

$$F_0: 61,51$$

El criterio de rechazo de la hipótesis nula es:

$$F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$$

Dónde $F_{\alpha,(t-1),v} : F_{0,05,4,14} = 3.11$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula dado que $F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$; $61,51 > 3,11$. Esto quiere decir que se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados.

El anterior procedimiento también aplica para el manejo de los datos de la Zanahoria Mini luego, la tabla Anova para la lechuga Zanahoria Mini se muestra en la tabla 6:

Tabla 6 Anova Zanahoria Mini

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media
Total	1325	145073,26	
Tratamientos	4	37334,30	9333,57
Error	15	4916,99	327,80
Muestra	1306	102821,97	78,73

Fuente: Autores del proyecto

Para este caso los coeficientes de la varianza esperada corresponden a los mostrados en la tabla 7:

Tabla 7 Coeficientes de la varianza Zanahoria Mini

Coeficiente	Valor
C1	66,33
C2	265,16
C3	66,29

Fuente: Autores del proyecto

Por lo tanto, la función lineal M para la Zanahoria Mini es:

$$M = 1,0005754 \text{ CME} - 0,0005754 \text{ CMM}$$

$$M = 327,94$$

Los grados de libertad para la Zanahoria Mini:

$$V = 107546,17 / 7171,725374$$

$$V = 15$$

Una vez calculada la función lineal M y los grados de libertad de esta función, es posible hallar el estadístico de prueba.

$$F_0: \text{CMT} / M$$

$$F_0: 9333,57 / 327,94$$

$$F_0: 28,46$$

El criterio de rechazo de la hipótesis nula es:

$$F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$$

Dónde $F_{\alpha,(t-1),v} : F_{0,05,4,15} = 3,06$

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula dado que $F_0 > F_{\alpha,(t-1),v}$ ($28,46 > 3,06$).

Al igual que con la Lechuga Alpha se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos evaluados.

7.4.4 Pruebas de comparación múltiple

Del rechazo de la hipótesis nula para los dos ensayos realizados, se puede concluir que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos, pero debido a la naturaleza del ensayo, se requiere la utilización de nuevas pruebas, pero esta vez enfocadas a establecer las posibles diferencias entre cada uno de los tratamientos, con el fin de obtener un tratamiento ideal, y que a partir de este se logren definir una estrategias de mercadeo que contribuyan al mejoramiento de las ventas de Fertibiofor-Mineralizado.

- Método Dunnett

En muchos estudios uno de los tratamientos actúa como control para alguno o todos los restantes tratamientos. En ocasiones es interesante determinar si las respuestas medias de los tratamientos difieren de las media de la del tratamiento control. Dunnett introdujo un procedimiento basado en la tasa de error con respecto al experimento, con este propósito²⁶(Ver figura 7).

²⁶ KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Thomson Editores. 2001. P 104

Figura 7 Método Dunnett

Cuadro 3.10 Método de Dunnett para comparar todos los tratamientos con un control

100(1 - α)% intervalos de confianza simultáneos para $\mu_i - \mu_c$

El criterio de Dunnett para comparar k tratamientos con el control es:

$$D(k, \alpha_E) = d_{\alpha, k, v} \sqrt{\frac{2s^2}{r}} \quad (3.35)$$

Las estimaciones de los intervalos de confianza simultáneos bilaterales para las diferencias entre las medias de los tratamientos individuales y la media del control $\mu_i - \mu_c$ son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c \pm D(k, \alpha_E) \quad (3.36)$$

Los límites superiores del intervalo de un lado, si se manifiesta superioridad de la media de tratamiento por ser *mayor* que la media del control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c - D(k, \alpha_E) \quad (3.37)$$

Los límites superiores del intervalo de un lado, si se manifiesta superioridad de la media de un tratamiento por ser *menor* que la media de control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c + D(k, \alpha_E) \quad (3.38)$$

Los valores de $d_{\alpha, k, v}$ para el método de Dunnett de uno o dos lados, se encuentran en la tabla VI del apéndice para k tratamientos, un error tipo I de α_E con respecto al experimento y v grados de libertad para la estimación de la varianza del error experimental.

Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición

En los dos casos, el control corresponde al tratamiento 1 o Testigo. La elección de este tratamiento se debió a la necesidad de verificar las diferencias entre la aplicación y la no aplicación de Fertibiofor-Mineralizado, en el rendimiento de los cultivos evaluados.

El criterio de decisión, del método Dunnett, para determinar si existen diferencias entre un tratamiento y el testigo absoluto es:

$$|y_i - y_c| \geq D(k, \alpha)$$

Si la diferencia de las medias de los tratamientos, $|y_i - y_c|$, es mayor al estadístico de prueba Dunnett, $D(k, \alpha)$, se puede concluir que existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos comparados.

El procedimiento para la realización de los contrastes de la Lechuga Alpha y de la Zanahoria Mini se ilustra en las tablas 8 y 9 respectivamente.

Tabla 8 Método Dunnett Lechuga Alpha

$d(\alpha, k, v)$	
$d(0,05,4,15)$	3,2
$D(k, \alpha)$	$d(\alpha, k, v) * (2 * CME / r)^{1/2}$
$D(4,0.05)$	191,0088927

Tratamiento	Media	$y_i - y_c$	ICS de 95%	$ y_i - y_c $	¿Diferente del control?
1	$y_c = 435,44$	-----			
2	570,82	135,38	(-55.63, 326.39)	135,38	NO
3	650,71	215,27	(24.26, 406.28)	215,27	SI
4	777,70	342,26	(151.25, 533.27)	342,26	SI
5	869,66	434,22	(243.21, 625.23)	434,22	SI

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 9 Método Dunnett Zanahoria Baby

$d(\alpha, k, v)$	
$d(0,05,4,15)$	3,2
$D(k, \alpha)$	$d(\alpha, k, v) * (2 * CME / r)^{1/2}$
$D(4,0.05)$	18,32119484

Tratamiento	Media	$y_i - y_c$	ICS de 95%	$ y_i - y_c $	¿Diferente del control?
1	$y_c = 24,74$	-----			
2	27,26	2,52	(-15.81,20.84)	2,52	NO
3	28,99	4,25	(-14.07,22.57)	4,25	NO
4	31,87	7,13	(-11.19,25.45)	7,13	NO
5	40,05	15,31	(-3.01,33.63)	15,31	NO

Fuente: Autores del proyecto

Para la Lechuga Alpha se encuentran diferencias entre todos los tratamientos y el control, a excepción del tratamiento 2 que contenía la menor dosificación de abono.

Caso contrario ocurrió con la Zanahoria Mini, en donde no se encontraron diferencias estadísticas entre los todos tratamientos y el control. Es importante anotar que, debido al tamaño de la especie, no se esperaban mayores diferencias en el rendimiento por semilla.

- Método Tukey

Tukey desarrolló un procedimiento que proporciona una tasa con respecto al experimento en el sentido fuerte, para las comparaciones por pares de todas las medias de tratamiento, que se usa para obtener los intervalos de confianza simultáneos de $100(1 - \alpha) \%$. El método Tukey se describe en la figura 8.

Figura 8 Método Tukey

Cuadro 3.11 Método de Tukey para todas las comparaciones por pares

Para un grupo de k medias de tratamiento, se calcula la diferencia honestamente significativa como:

$$\text{DHS}(k; \alpha_E) = q_{\alpha, k, v} \sqrt{\frac{s^2}{r}} \quad (3.44)$$

donde $q_{\alpha, k, v}$ es el estadístico estandarizado de Student para un grupo de k medias de tratamiento en un arreglo ordenado. Los valores críticos de la tasa de error con respecto al experimento, α_E , y los v grados de libertad, se pueden encontrar en la tabla VII del apéndice.

Intervalos de confianza simultáneos de $100(1 - \alpha)\%$

Las estimaciones de los intervalos simultáneos de dos lados para el valor absoluto de todas las diferencias por pares, $\mu_i - \mu_j$ para toda $i < j$ son:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| \pm \text{DHS}(k, \alpha_E) \quad (3.45)$$

Prueba de desigualdades $100(1 - \alpha)\%$ confiables

Se establece que dos medias de tratamientos no son iguales, $\mu_i - \mu_j \neq 0$, si:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > \text{DHS}(k, \alpha_E) \quad (3.46)$$

Fuente: Fuente: KUEHL, Robert O. *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición

El procedimiento para la realización del método Tukey para la Lechuga Alpha y para la Zanahoria Mini se ilustra en las tablas 10 y 11 respectivamente.

Tabla 10 Método Tukey Lechuga Alpha

$q(\alpha, k, v)$	
$q(0.05, 5, 15)$	4,37
DHS	$q^*((CME/r))^{1/2}$
DHS	184,4463425

Comparación	$ y_i - y_j $	ICS de 95%	¿Diferencias?
1 Vs 2	135,38	(-49.07, 319.83)	NO
1 Vs 3	215,27	(30.83, 399.72)	SI
1 Vs 4	342,26	(157.81, 526.71)	SI
1 Vs 5	434,22	(249.77, 618.67)	SI
2 Vs 3	79,89	(-104.56, 264.34)	NO
2 Vs 4	206,88	(22.43, 391.32)	SI
2 Vs 5	298,84	(114.39, 483.28)	SI
3 Vs 4	126,99	(-57.46, 311.43)	NO
3 Vs 5	218,95	(34.59, 403.39)	SI
4 Vs 5	91,96	(-92.49, 276.41)	NO

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 11 Método Turkey Zanahoria Mini

$q(\alpha, k, v)$	
$q(0.05, 5, 15)$	4,37
DHS	$q^*((CME/r))^{1/2}$
DHS	17,69172801

Comparación	$ y_i - y_j $	ICS de 95%	Diferencias?
1 Vs 2	2,52	(-15.18,20.21)	NO
1 Vs 3	4,25	(-13.44,21.94)	NO
1 Vs 4	7,13	(-10.56,24.83)	NO
1 Vs 5	15,31	(-2.83,33.00)	NO
2 Vs 3	1,73	(-15.96,19.42)	NO
2 Vs 4	4,62	(-13.07,22.31)	NO
2 Vs 5	12,80	(-4.89,30.49)	NO
3 Vs 4	2,89	(-14.81,20.58)	NO
3 Vs 5	11,06	(-6.63,28.76)	NO
4 Vs 5	8,18	(-9.51,25.87)	NO

Fuente: Autores del proyecto

7.4.5 Análisis costo / beneficio

Los tratamientos 1 y 2 se descartan inmediatamente. Se comprobó que estadísticamente no hay diferencia significativa entre aplicar 0.5 ton/ha de Fertibiofor-Mineralizado y no aplicarlo (testigo), además el rendimiento esperado de las especies cultivadas fue inferior al resto de tratamientos, lo cual convierte estas dosificaciones en una alternativa altamente desfavorable para el agricultor.

Entre los tratamientos 3 y 4 se comprueba estadísticamente que no hay diferencias significativas entre el rendimiento que generan, hecho que convierte en una opción rentable para el agricultor la dosificación empleada en el tratamiento 3, ya que le genera un rendimiento promedio sin mayores inversiones en la compra de abono orgánico.

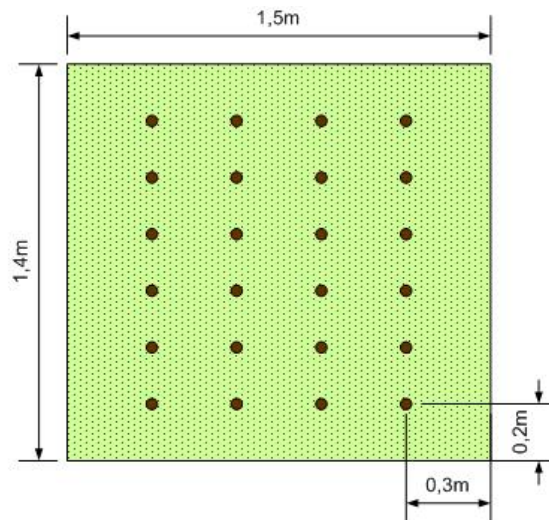
El tratamiento 5 arrojó los mejores resultados en cuanto a rendimiento de la especie cultivada, pero se deja a consideración del agricultor debido al incremento en costos que representa la máxima dosificación de Fertibiofor-Mineralizado.

8. DESARROLLO

8.1 Área de la unidad experimental

Las dimensiones determinadas para cada unidad experimental corresponden a: 1.4m x 1.5m, con un área destinada de 2.1m², (ver figura 9).

Figura 9. Detalle unidad experimental



Fuente: Autores del proyecto

8.2 Área de cosecha o área útil

El invernadero dispone de un área total de 160m², de los cuales 123m², se utilizaron para el desarrollo del experimento (Ver figura 10).

8.3 Parámetros de evaluación

Para la definición de los parámetros a evaluar se tuvieron en cuenta las principales características pueden influir en la elección de un fertilizante por parte de un agricultor. Por esta razón los resultados de los parámetros escogidos permitirán definir una ventaja competitiva a Fertibiofor-Mineralizado frente a la competencia, dependiendo de los resultados finales de la investigación (ver tabla 12)

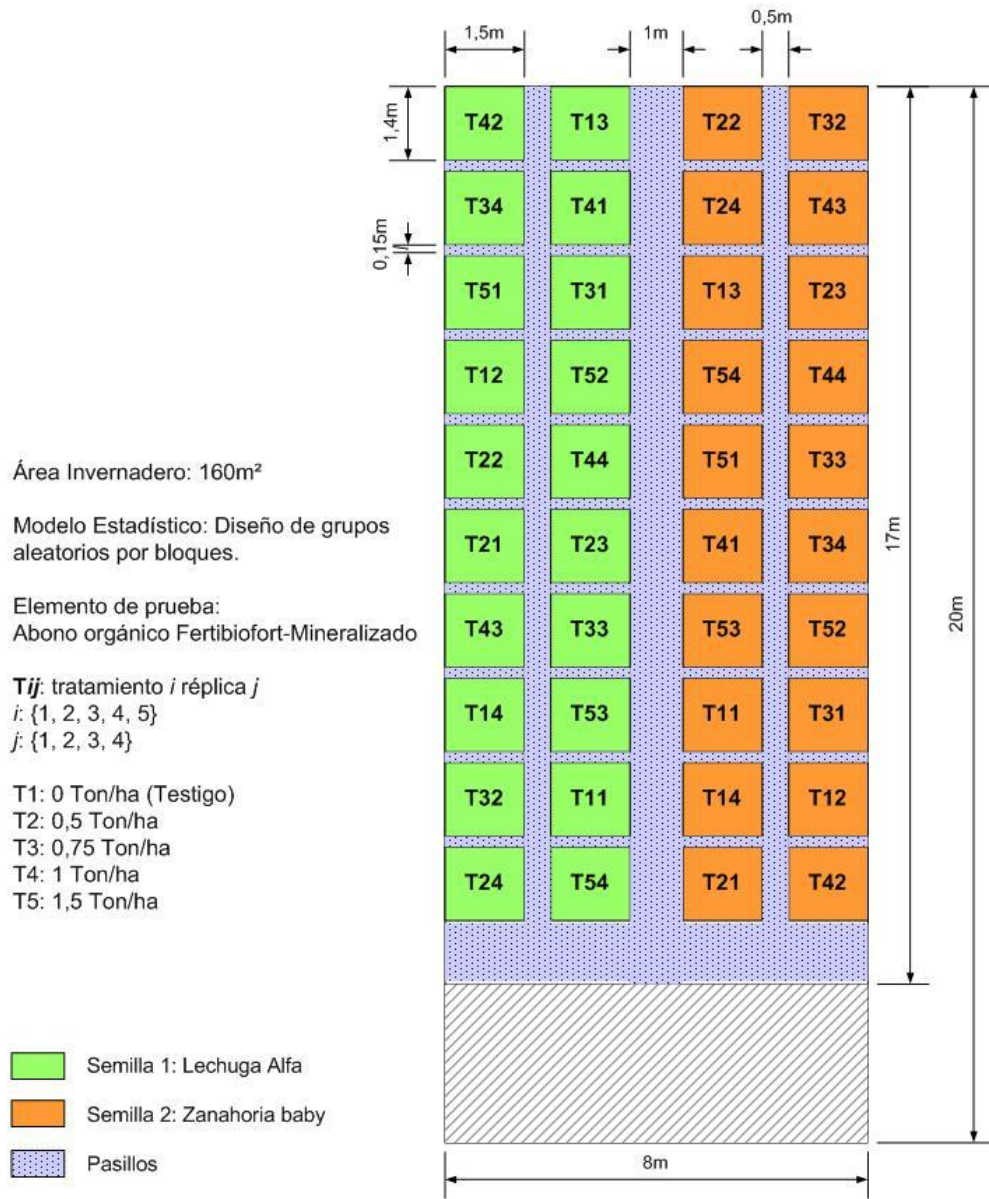
Tabla 12 Parámetros a evaluar


Parámetro	Unidad de medida
Rendimiento	Kilogramos por Hectárea.
Precocidad	Días entre siembra y cosecha.
Resistencia	Número de enfermedades y plagas presentes durante el cultivo.
Análisis de suelos	Se realiza antes y después de la prueba

Fuente: Autores del proyecto

El análisis de suelos se incluye para observar las posibles modificaciones que puedan presentarse en las propiedades físico-químicas del suelo, en donde se realice la investigación, producto de la aplicación de Fertibiofor-Mineralizado.

Figura 10. Huerta Experimental



Pág. 1 de 3	CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.		01/12/2010
Detalle área destinada: Huerta Experimental	ESCALA 1:100	DIBUJADO POR Sebastian Zafrá Florez Diana Carolina Rincón Silva	

Fuente: Autores del proyecto

9. DATOS TOMADOS

Como se mencionó anteriormente las especies cultivadas fueron Lechuga Batavia y Zanahoria mini, en igual número de unidades experimentales, debido a que los tamaños entre las especies varían significativamente, el número de datos recolectados para cada uno es diferente. El proceso se realizó manualmente (ver tabla 13), utilizando una gramera digital. Para la lechuga se registró el peso de todas las plantas obtenidas, mientras que para la zanahoria se tomó una muestra del total cosechado por unidad experimental.

La diferencia entre el número de datos recolectados para cada especie radica en la densidad de siembra; en la Lechuga Alpha se sembraron en promedio 24 plantas por unidad experimental y en la Zanahoria Mini la densidad de siembra de semillas por unidad experimental fue de 584 aproximadamente.

Tabla 13 Formato de recolección de datos

Semilla: $k=$			
Tratamiento ____, réplica ____			
Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)

Fuente: Autores del proyecto

Por lo tanto los pesos promedio obtenidos por tratamiento y utilizando cuatro réplicas para la lechuga Batavia fueron los siguientes (ver tabla 14):

Tabla 14 Pesos promedio de Lechuga Batavia por tratamiento

Dosificación	Tratamiento 5 (1,5 Ton/ha)	Tratamiento 4 (1 Ton/ha)	Tratamiento 3 (0,75 Ton/ha)	Tratamiento 2 (0,5 Ton/ha)	Tratamiento 1 (0 Ton/ha)
Peso promedio por réplicas	T54 = 947,4 gr T53 = 826,9 gr T52 = 830,5 gr T51 = 884,7 gr	T43 = 790,9 gr T44 = 771 gr T42 = 788,7 gr T41 = 756,7 gr	T34 = 691,4 gr T33 = 616,8 gr T32 = 630,2 gr T31 = 674,7 gr	T21 = 543,6 gr T23 = 603,6 gr T22 = 604,2 gr T24 = 533,4 gr	T12 = 355,6 gr T13 = 475,9 gr T14 = 494,8 gr T12 = 445,5 gr
Peso promedio del tratamiento	T5 = 872,4 gr	T4 = 776,854	T3 = 653,3 gr	T2 = 571,22 gr	T1 = 442,9 gr

Fuente: Autores del proyecto

Y para la zanahoria baby los pesos promedio obtenidos fueron los siguientes (ver tabla 15):

Tabla 15 Pesos promedio Zanahoria Mini por tratamiento

Dosificación	Tratamiento 5 (1,5 Ton/ha)	Tratamiento 4 (1 Ton/ha)	Tratamiento 3 (0,75 Ton/ha)	Tratamiento 2 (0,5 Ton/ha)	Tratamiento 1 (0 Ton/ha)
Peso promedio por réplicas	T54 = 39,21 gr T53 = 40,93 gr T52 = 44,85 gr T51 = 35,23 gr	T44 = 31,29 gr T43 = 31,18 gr T42 = 33,69 gr T41 = 31,40 gr	T34 = 30,7 gr T33 = 29,16 gr T32 = 28,45 gr T31 = 27,69 gr	T24 = 27,01 gr T23 = 27,44 gr T22 = 27,49 gr T21 = 27,09 gr	T14 = 21,22 gr T13 = 25,87 gr T12 = 25,89 gr T11 = 25,89 gr
Peso promedio del tratamiento	T5 = 40,06 gr	T4 = 31,89 gr	T3 = 29 gr	T2 = 27,26 gr	T1 = 24,72 gr

Fuente: Autores del proyecto

Anexo M. Guía de protocolos para ensayos de eficacia de fertilizantes



RESOLUCIÓN No. 00150

(21 ENE 2003)

Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia.

GUIA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROTOCOLOS PARA ENSAYOS DE EFICACIA DE FERTILIZANTES, CON FINES DE REGISTRO.

El Protocolo para Ensayos de Eficacia deberá estar de acuerdo con la presente Guía:

1. **TITULO DEL TRABAJO:** Ensayo de eficacia con fines de registro del producto (especificar).....
2. **EMPRESA QUE REGISTRARÁ EL PRODUCTO.**
3. **UNIDAD TÉCNICA RESPONSABLE DEL TRABAJO.**
4. **PROFESIONAL RESPONSABLE DEL DESARROLLO DEL TRABAJO** (No de la tarjeta profesional, teléfono, fax, E-mail).
5. **INTRODUCCIÓN** (incluye revisión bibliográfica)
- 5.1 **El problema:** (breve reseña, manejo dado en la zona incluyendo productos, dosis, frecuencia, importancia nacional, regional, local, etc.).
- 5.2 **El cultivo:** (especie, cultivar, importancia, etapa de desarrollo en la que se aplica, densidad de siembra, manejo agronómico, practicas culturales, tipo de suelo, fertilización, etc.)
- 5.3 **El producto:** (nombre comercial, nombre común, tipo de formulación, composición, materias primas, proceso de fabricación o formulación, modo de acción, , importancia y beneficios para el agricultor al utilizarlo, etc.)
- 5.4 **Condiciones medio ambientales:** (condiciones de precipitación, temperatura, humedad relativa, vientos etc., favorables y desfavorables a la acción del producto, horas en las que se debe aplicar el producto para su mayor eficacia, etc.).
6. **OBJETIVOS:**
- 6.1 **General:** Demostrar la eficacia agronómica y/o biológica del producto: _____ en el cultivo de _____.
- 6.2 **Específicos:**
7. **MATERIALES Y MÉTODOS:**
- 7.1 **Ubicación geográfica y agroecológica:** departamento, municipio, corregimiento, vereda, finca, propietario, incluir plano o croquis de localización de la finca y ubicación del ensayo, persona responsable (los ensayos deben conducirse como mínimo en dos regiones agroecológicas diferentes y representativas).

- 7.2 **Tipo de ensayo de eficacia:** comercial, parcelas, invernadero o laboratorio.
- 7.3 **Instrumentos:** de medición de las condiciones ambientales o estación agrometeorológica más cercana.
- 7.4 **Equipos de aplicación:** tipo y características (deben ser en lo posible los utilizados por los agricultores de la zona) y sistema de calibración que utilizan.
- 7.5 **Modo, tipo y parámetros de aplicación:** (velocidad, ancho de pasada, volumen por hectárea, descarga por minuto, presión, altura y método de calibración, tipo de boquilla, profundidad de incorporación, etc.), que actúan sobre la eficacia del producto.
- 7.6 **Suelos:** características y análisis de fertilidad.
- 7.7 **Diseño estadístico:** (identificarlo): generalmente bloques completos al azar. Cuando el tipo de prueba lo requiera utilizar otros diseños, evitando los diseños multifactoriales.
- 7.8 **Tabla de tratamientos:** (nombre comercial de los productos, nombre común, tipo de formulación, composición garantizada, dosis del producto comercial por área y dosis del producto comercial por unidad experimental).
- 7.9 **Testigo comercial:** en lo posible debe ser un producto registrado y autorizado con la misma acción (o ingredientes del producto a ensayar) y el tipo de formulación. El modo de acción debe ser lo más cercano al producto en prueba.
- 7.10 **Testigo absoluto:** cuando la prueba lo requiera.
- 7.11 **Numero de repeticiones:** generalmente 3 ó 4, considerando por lo menos 12 grados de libertad para el error experimental.
- 7.12 **Tamaño de las parcelas:** dependerá del tipo de cultivo.
- 7.13 **Mapa de campo de la distribución de los tratamientos,** indicando su orientación.
- 7.14 **Momento y frecuencia de las aplicaciones:** Criterios de aplicación, escalas de evaluación a utilizar y etapas de desarrollo fenológico del cultivo.
- 7.15 **Posible interferencia de productos agroquímicos empleados para controlar plagas,** con la eficacia del producto en prueba, y fitotoxicidad, señalando la escala utilizada.
- 7.16 **Análisis de resultados:** análisis de varianza, pruebas de comparación múltiple, análisis costo/beneficio, otros.
- 8. **EVALUACIONES:**
 - 8.1 **Tipo:** (p.e.: densidad de población, número o longitud de plantas, hojas, frutos, raíces por unidad de área determinada, evaluaciones de calidad, describiendo la escala de evaluación utilizada).
 - 8.2 **Momento y frecuencia de las aplicaciones y número máximo de aplicaciones por ciclo de cultivo:** la primera evaluación, dependiendo del producto de la prueba, debe hacerse justo antes de la primera aplicación o antes de cada aplicación, cuando se propone un calendario de aplicaciones, forma de hacer el muestreo, etc.
 - 8.3 **Estudio Costo/Beneficio:** para cada tratamiento y recomendaciones para el agricultor.
- 9. **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.**
- 10. **INFORME FINAL.** Contendrá todos los aspectos anteriores.
- 11. **BIBLIOGRAFÍA**

EVALUACION AGRONOMICA DE FERTILIZANTES FOLIARES

La evaluación de los fertilizantes foliares para obtención de registro del ICA debe hacerse bajo condiciones de campo, puesto que se recomiendan para este tipo de uso. Si dichos productos son efectivos sólo bajo condiciones de invernadero y otros sistemas de cultivo, las recomendaciones de la etiqueta deben restringir su aplicación a dichas condiciones. Un producto que cumpla la definición de fertilizante, debe aumentar los rendimientos y/o mejorar la calidad de un cultivo sembrado en un suelo deficiente en uno o más de los nutrientes que dicho fertilizante contiene.

Localización y número de experimentos: La evaluación de cada fertilizante foliar constará de mínimo dos experimentos por cultivo. En cultivos anuales se seleccionarán dos zonas de importancia para el cultivo, y en cada una se hará un experimento por semestre. En el caso de cultivos perennes se hará la evaluación en dos zonas y para dos cosechas.

Diseño Experimental: Se utilizará un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 replicaciones, y con los siguientes tratamientos:

Tratamiento No. 1 Testigo absoluto*

Tratamiento No. 2 Fertilización edáfica recomendable según el análisis de suelos* .

Tratamiento No. 3 La mitad de la fertilización edáfica recomendable (1/2 del tratamiento 2)*.

Tratamiento No. 4 Fertilización foliar completa según la recomendación de la casa comercial (dosis, época, etc.).

Tratamiento No. 5 Fertilización edáfica recomendable más foliar completa.

Tratamiento No. 6 Mitad de la fertilización edáfica recomendable más foliar completa.

* Con aplicación foliar de agua en igual volumen al de los tratamientos con fertilización foliar.

Tamaño de la parcela: será el recomendado de acuerdo con el cultivo.

Evaluación: La evaluación se hará en términos de medir el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y en algunos casos sobre la calidad del producto cosechado, con un nivel de significancia del 0,05

Para que la evaluación de un fertilizante foliar de base para incluir recomendaciones de uso o ampliar el registro de venta, se requiere que, por lo menos dos de los experimentos que constituyen la evaluación, den resultado positivo de acuerdo como la interpretación de los datos.

Cuando se trata de un fertilizante sin desarrollos anteriores que permitan determinar la dosis óptima para cada cultivo y fase de desarrollo, se hace necesario establecer, al menos tres dosis del fertilizante bajo ensayo, para establecer la curva de respuesta; en este caso, los tratamientos serán:

- T1 Testigo absoluto*
- T2 Fertilización edáfica recomendable según análisis de suelo
- T3 Fertilización foliar Dosis 1
- T4 Fertilización foliar Dosis 2
- T5 Fertilización foliar Dosis 3
- T6 Testigo comercial.

INFORME FINAL DE ENSAYOS DE EFICACIA

Deberá contener :

1. TITULO DEL TRABAJO
2. EMPRESA
3. DEPARTAMENTO TECNICO QUE REALIZA EL TRABAJO
4. INTRODUCCIÓN
 - 4.1 RESEÑA DEL PROBLEMA
 - 4.2 REVISIÓN DE LITERATURA
5. OBJETIVOS
 - 5.1 GENERALES.
 - 5.2 ESPECIFICOS.
6. INFORMACIÓN GENERAL DEL PRODUCTO
7. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 7.1 MATERIALES
 - 7.2 METODOS
 - 7.2.1 DISEÑO
 - 7.2.2 NUMERO DE TRATAMIENTOS
 - 7.2.3 NUMERO DE REPLICACIONES
 - 7.2.4 ANALISIS ESTADÍSTICOS
 - 7.2.5 PRUEBAS DE COMPARACIÓN MULTIPLE
 - 7.2.6 ANALISIS COSTO / BENEFICIO
8. DESARROLLO
 - 8.1 AREA DE LAS PARCELAS O UNIDAD EXPERIMENTAL
 - 8.2 AREA DE COSECHA O AREA ÚTIL
 - 8.3 ESCALAS DE EVALUACIÓN A UTILIZAR
 - 8.4 EPOCAS DE APLICACIÓN SEGÚN FENOLOGÍA DEL CULTIVO.
 - 8.5 METODOS DE EVALUACIÓN
9. DATOS TOMADOS

- 9.1 NUMERO DE PLANTAS POR PARCELA
- 9.2 RENDIMIENTO EN Kg/PARCELA Y Kg/Ha
- 9.3 MEDIDA DE LAS EVALUACIONES
- 9.4 OTRAS: (Por ejemplo: NUMERO DE MACOLLAS, NUMERO DE PANOJAS, PESO DE 100 O 1000 GRANOS, OTROS COMPONENTES DE RENDIMIENTO).

ANEXOS: TABLAS, GRAFICOS Y ANALISIS ESTADÍSTICOS, ANALISIS COSTO/BENEFICIO

Profesional Responsable Firma) : _____

Nombre: _____

Tarjeta Profesional No _____

Dirección: _____ Tel: _____ Ciudad _____

E-mail: _____

Anexo N. Adecuación, conducción y distribución de la Huerta Experimental

Figura 1. Adecuación zona del cultivo



Selección de la zona al interior de la planta de tratamiento para la construcción del invernadero.



Montaje Invernadero
Dimensiones: 8m (ancho), 20m (largo)
Área disponible: 160m²



Levantamiento de las camas y unidades experimentales



Instalación del sistema de riego por goteo



Fuente: Autores del Proyecto

Figura 2 Conducción huerta experimental



Remover y aflojar la tierra antes de realizar la siembra.



Aplicación de las diferentes dosificaciones de Fertibiofor-Mineralizado.



Siembra de las especies seleccionadas.



Controles en manejo del riego, deshierbe y aplicación de nutrientes adicionales



Recolección y disposición de la cosecha

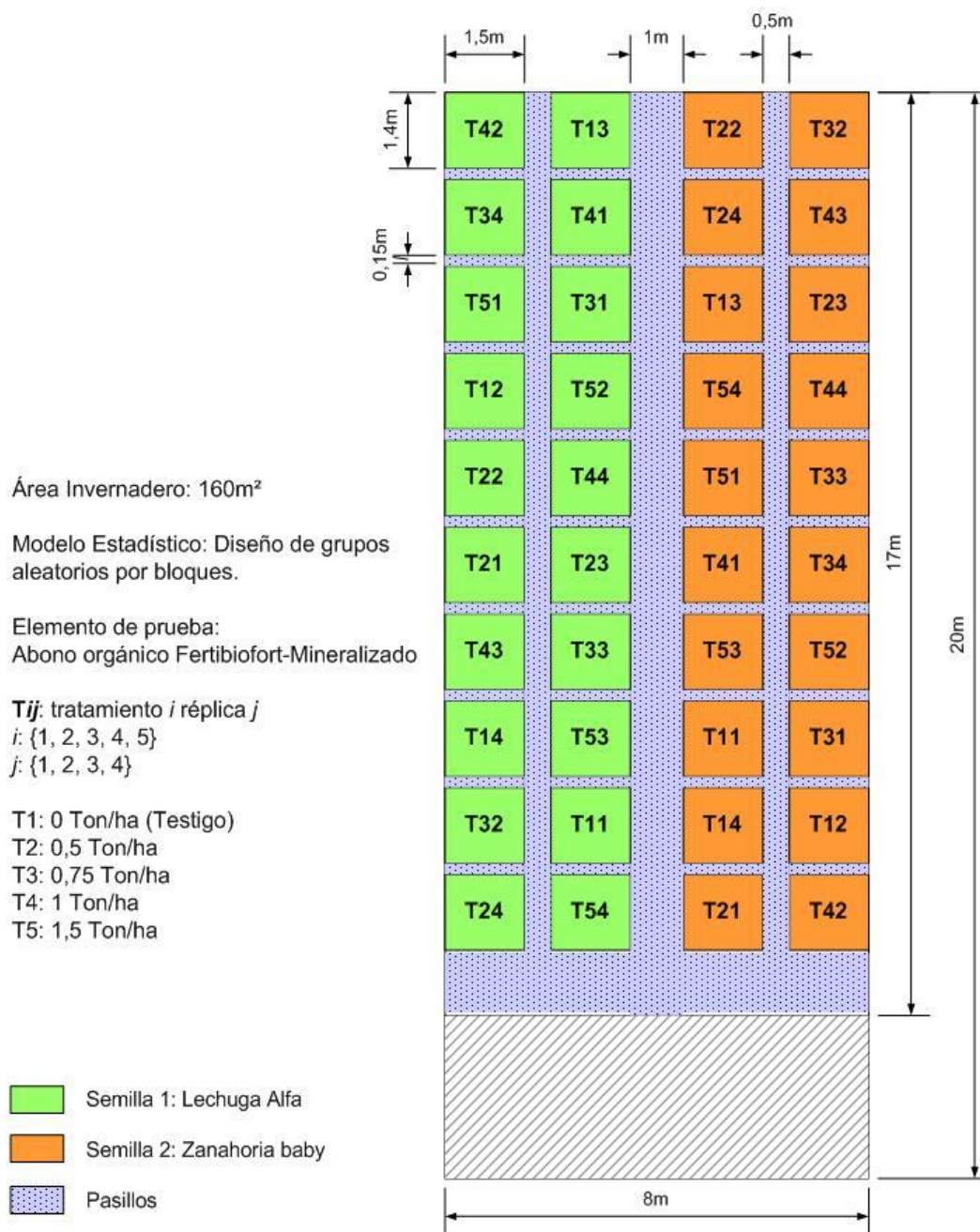


Dosificación de abono empleada:			
Semilla:			
peso (gr)	peso (gr)	peso (gr)	peso (gr)

Recolección y análisis de datos

Fuente: Autores del proyecto

Figura 3. Distribución de tratamientos y réplicas Invernadero



Pág. 1 de 3	CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	01/12/2010
Detalle área destinada: Huerta Experimental	ESCALA 1:100	DIBUJADO POR Sebastian Zafrá Florez Diana Carolina Rincón Silva

Fuente: Autores del proyecto

Anexo O. Manual de procedimiento Huerta Experimental



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	1	De:

PRESENTACIÓN

En el presente documento se incluye un manual de procedimientos de los procesos y recursos involucrados en el desarrollo de la huerta experimental para la empresa Control Ambiental de Colombia Ltda.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	2	De:

CONTENIDO

Introducción.....	3
Objetivo.....	4
Actividades.....	5
Diagramas.....	8
Glosario.....	14
Anexos 1. Plano distribución Huerta Experimental	
Anexo 2. Registro Histórico primera siembra	

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	3	De:

INTRODUCCIÓN

Mediante el desarrollo de una huerta experimental se realizarán pruebas demostrativas del uso de Fertibiofor-mineralizado en diferentes especies hortícolas de la región (Sabana de Bogotá). Los parámetros de medición serán el rendimiento y la precocidad, elementos de gran importancia para los agricultores.

El adecuado manejo de todos los factores influyentes en el desarrollo del cultivo será fundamental al momento de culminar el experimento y analizar sus resultados.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	4	De:

OBJETIVO

- Controlar las condiciones de manejo de la huerta experimental: previamente a la siembra, durante el desarrollo del cultivo y en la fase de recolección de la cosecha, con el propósito de evitar sesgos en los resultados del experimento.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	5	De:

ACTIVIDADES

Actividades	Observaciones
<p><i>Actividades previas al desarrollo del cultivo</i></p> <p>Selección de semillas para la huerta experimental.</p>	<p>Según indicaciones Ing. Agrónomo. Preferiblemente hortalizas resistentes a enfermedades, que no requieran mayores cuidados durante su desarrollo tales como: crucíferas (repollo, brócoli, coliflor), zanahoria, apio, lechuga lisa.</p>
<p>De acuerdo a la selección anterior, verificar si es necesario realizar plantulación de las semillas.</p>	<p>La huerta experimental dispone de tres germinadores para llevar a cabo la plantulación, se requiere turba y riego constante aproximadamente por 20 días.</p>
<p>Antes de proceder a realizar la siembra es necesario: Preparación de la tierra</p>	<p>Revolver, aflojar y voltear la tierra, con el propósito de que quede bien suelta, permitiendo la oxigenación de la misma y la absorción de nutrientes para las próximas plantas. Finalmente se empareja la superficie del terreno.</p>

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	6	De:

ACTIVIDADES	
Actividades	Observaciones
Fumigación preventiva de las camas	Según indicaciones Ing. Agrónomo. Insecticida, Fungicida o Herbicida.
Aplicación dosificaciones abono y/o nutrientes	Según indicaciones Ing. Agrónomo. Seleccionar dosificación a utilizar de Fertibiofor-Mineralizado.
Siembra directa o siembra de las plántulas.	Para realizar esta actividad se recomienda evaluar las distancias de siembra y el número de plantas o semillas por cama con la asesoría del Ing. Agrónomo. Es preciso usar las plantillas de señalización para registrar la fecha de siembra y llevar su control (Rotulado de siembra).
<i>Actividades repetitivas durante el desarrollo del cultivo</i> Manejo de Cortinas Invernadero	Deben levantarse temprano en la mañana, entre 7 y 8 am, y recogerse alrededor de las 5pm.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	7	De:

ACTIVIDADES		
Actividades	Observaciones	
Riego	<p>En caso de amenaza de lluvia deben cerrarse las cortinas previamente para evitar el exceso de humedad al interior del invernadero y minimizar enfermedades. Si no es posible realizarlo a tiempo se recomienda dejar abiertas las cortinas.</p>	
Deshierbar	<p>El invernadero cuenta con un sistema de riego por goteo, por lo tanto las condiciones a controlar son la frecuencia y duración del riego para cada cama. Según indicaciones Ing. Agrónomo.</p>	
Re-abonar y/o aplicación de nutrientes adicionales.	<p>Se revisan una vez por semana las camas y se realiza el procedimiento manualmente, para evitar el uso de herbicidas en los cultivos.</p>	
Limpieza filtro bomba.	<p>Para realizar el re-abono de las especies es recomendable contar con la asesoría del Ing. Agrónomo para determinar la dosificación y tipo de producto a utilizar.</p> <p>Debe realizarse dos veces por semana, o según la frecuencia de riego para evitar que se acumule suciedad en el mismo.</p>	
Elaboró:	Revisó:	Autorizó:



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	8	De:

ACTIVIDADES

Actividades	Observaciones	
Mantenimiento de las camas.	Para evitar el deterioro de las camas, es necesario regar manualmente los bordes de las mismas dos veces por semana. Si el deterioro es muy notorio, debe realizarse la reconstrucción de las mismas.	
<i>Recolección y disposición de la cosecha</i>	Culminada la etapa del desarrollo del cultivo, la cual varía según el tipo de especie seleccionada, se procede a la recolección y tabulación de datos de los pesos finales obtenidos, con el propósito de evaluar el rendimiento de la especie seleccionada.	
Elaboró:	Revisó:	Autorizó:



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	8	De:



Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	9	De:



Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	10	De:

ACTIVIDADES REPETITIVAS



Cortinas cerradas

**Manejo
cortinas
invernadero**



Cortinas abiertas



Sistema en
funcionamiento

Riego



Cintas de riego



Registro del agua

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	11	De:

ACTIVIDADES REPETITIVAS



Maleza presente en el cultivo

**Deshierbar
camas**



Camas libres de maleza



Abono químico

**Re-abonar
cultivo**



Fertibiofor-mineralizado



Productos

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	12	De:

ACTIVIDADES REPETITIVAS



Bomba

**Limpieza
filtro bomba**



Filtro



Camas definidas

**Mantenimiento
camas**



Camas sin mantenimiento

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Gius, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	13	De:

RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LA COSECHA



Ejemplo: zanahoria

**Verificar
cumpliment
o del ciclo
del cultivo**



Ejemplo: lechuga



Gramera

**Recolección
de
información**

Dosificación de abono empleada:			
Semilla:			
peso (gr)	peso (gr)	peso (gr)	peso (gr)

Formato de recolección
de datos

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Giuss, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	14	De:

Recomendaciones

- Se sugiere que el Ingeniero Agrónomo encargado, realice visitas a la Huerta Experimental cada 15-20 días, con el propósito de detectar a tiempo cualquier eventualidad en el cultivo.
- El objetivo principal de la Huerta Experimental es el desarrollo de cultivos tratando de evitar el uso de sustancias químicas tales como, fungicidas, insecticidas o herbicidas. Dado el caso que se presente alguna anomalía durante el ciclo del cultivo se recomienda su aplicación bajo la supervisión del Ingeniero Agrónomo encargado, con el fin de evitar o minimizar el daño económico que puedan generar dichas anomalías.
- La Huerta Experimental dispone de ciertos recursos adquiridos durante el desarrollo del cultivo inicial como: herbicida pre-emergente, suplementos minerales, cal, abono químico, germinadores de semillas, gramera y herramientas, es indispensable el buen uso de los mismos y revisar su agotamiento para realizar la reposición a tiempo.
- Como anexo 1 del Manual de Procedimiento, se ilustra el funcionamiento detallado de los registros del agua que proveen el riego para el invernadero.
- Como anexo 2 del Manual de Procedimiento hace parte el registro histórico de la siembra inicial, se sugiere llevar continuidad del mismo en las posteriores siembras.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Giuss, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	14	De:

Glosario

- **Germinador:** Los germinadores son dispositivos que favorecen el proceso de germinación al mantener las semillas en las condiciones adecuadas de humedad.
Modo de uso:
El germinador está compuesto de numerosos alveolos los cuales se llenan con turba, después se procede a insertar una semilla en cada alveolo y por último se agrega una capa final de turba para favorecer el ambiente húmedo de las semillas.
Se recomienda riego constante por 20 días aproximadamente para que las plántulas estén listas para la siembra.
- **Turba:** La turba es un material orgánico compacto, de color pardo oscuro y rico en carbono. Es usada para plantular debido a su capacidad de retención de agua.
- **Insecticida:** Es un compuesto químico utilizado para matar insectos.
- **Fungicida:** Los fungicidas son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas, los animales o el hombre.
Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente. Los insecticidas y fungicidas se aplican mediante rociado, pulverizado, por revestimiento, o por fumigación de locales. Utilizar elementos de protección personal para su aplicación.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------



CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	Manual de procedimiento: Huerta Experimental Predio Don Giuss, Vereda el Corzo, Facatativá		
	Fecha:	1 de Mayo de 2011	
	Página:	15	De:

Glosario

- **Sistema de riego por goteo:** Este sistema ha supuesto un importantísimo avance al conseguir la humedad en el sistema radicular aportando gota a gota el agua necesaria para el desarrollo de la planta. A diferencia del riego tradicional y de la aspersión, aquí el agua se conduce desde el depósito o la fuente de abastecimiento a través de tuberías o cintas de riego liberándose gota a gota por medio de agujeros. El agua se infiltra en el suelo produciendo una zona húmeda restringida a un espacio concreto.
- **Maleza:** Se denomina maleza, mala hierba, planta arvense, monte o planta indeseable a cualquier especie vegetal que crece de forma silvestre en una zona cultivada o controlada por el ser humano como cultivos agrícolas o jardines.
- **Gramera:** Dispositivo digital o mecánico utilizado para obtener pesos en gramos.

Elaboró:	Revisó:	Autorizó:
----------	---------	-----------

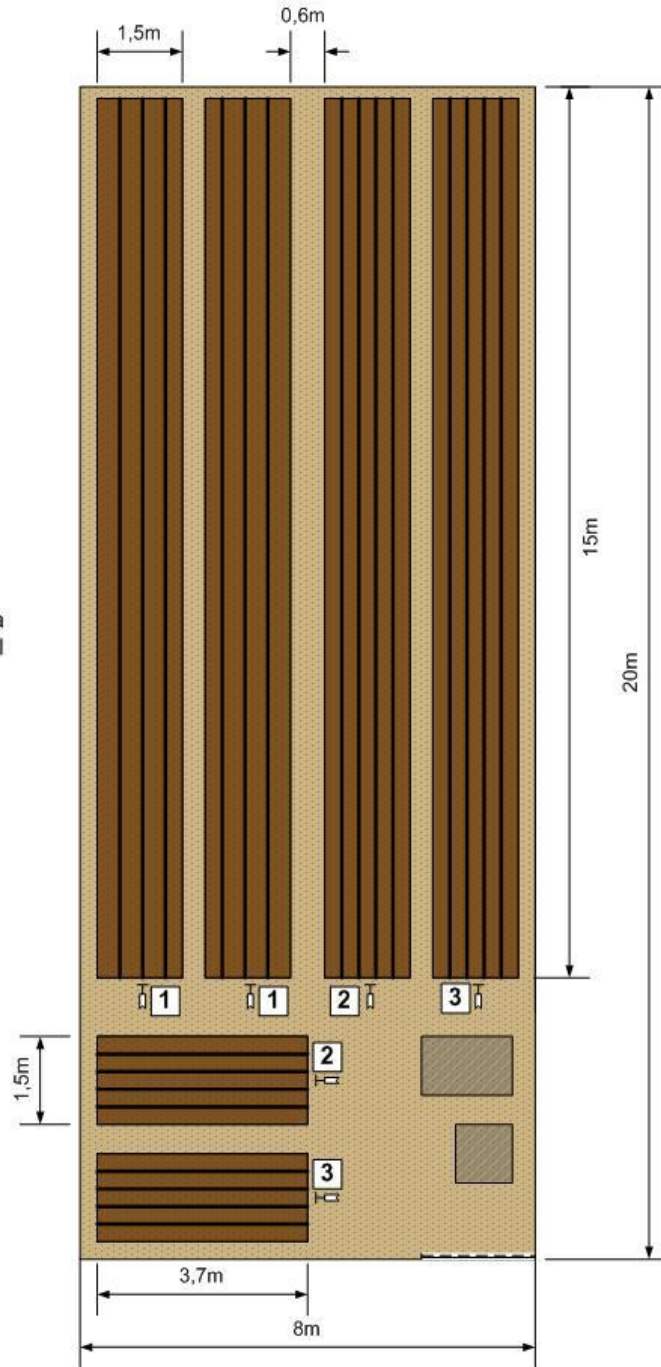
ANEXO 1

Nota: Funcionamiento de los registros del agua

Debido a que la potencia de la bomba no puede suplir todos los registros del del invernadero al mismo tiempo, se deben abrir únicamente dos registros a la vez en las combinaciones que ilustra el plano.

- 1 - 1
- 2 - 2
- 3 - 3

- Camas
- Cintas de riego
- Registros del agua



Pág. 1 de 3	CONTROL AMBIENTAL DE COLOMBIA LTDA.	01/05/2011
Distribución: Huerta Experimental	ESCALA 1:100	DIBUJADO POR Sebastian Zafra Florez Diana Carolina Rincón Silva



ANEXO 2

Registro Histórico

Especie: Lechuga Batavia

Fecha de transplante	Enero 14/2011
Fecha aplicación Fertibiofor-Mineralizado	Enero 14/2011
Dosificaciones Fertibiofor-Mineralizado	0 Ton/ha 0.5 Ton/ha 0.75 Ton/ha 1 Ton/ha 1.5 Ton/ha
Fecha aplicación Abono Químico Nutrimon (15-15-15)	Febrero 28/2011
Dosificación Abono Químico Nutrimon (15-15-15)	7 gr/planta
Cosecha	Abril 7-8/2011
Control enfermedades/plagas Aplicación de cal en todas las camas para control de babosa.	Febrero 11/2011

Especie: Zanahoria Mini

Fecha de siembra	Enero 19/2011
Fecha aplicación Fertibiofor-Mineralizado	Enero 19/2011
Dosificaciones Fertibiofor-Mineralizado	0 Ton/ha 0.5 Ton/ha 0.75 Ton/ha 1 Ton/ha 1.5 Ton/ha
Fecha aplicación Abono Químico Nutrimon (15-15-15)	09/Marzo/2011
Dosificación Abono Químico Nutrimon	30 gr/unidad experimental (2.1m ²)
Cosecha	Abril 11-12/2011
Control enfermedades/plagas	No se presentó

Anexo P. Fichas técnicas e itinerario de siembra (Lechuga Batavia y Zanahoria Mini)

Figura 1. Ficha Técnica Lechuga Batavia

Nombre Técnico	Lechuga Alpha
Marca Comercial	Harris Moran Seed Company
Descripción	Variedad precoz para producción en condiciones frías y templadas
Ciclo de la especie	70 a 75 días después del transplante
Follaje	Verde intermedio brillante
Cabeza	Forma: ligeramente achatada Color: verde claro Firmeza: excelente Nervaduras: Delgadas
Densidad de siembra	50.000 – 70.000 plantas /ha

Fuente: Autores del proyecto

Figura 2. Itinerario de siembra Lechuga Batavia

Fecha de trasplante	Enero 14/2011
Fecha aplicación Fertibiofor-Mineralizado	Enero 14/2011
Tratamientos (Dosificaciones empleadas de Fertibiofor-Mineralizado)	T 1 = 0 Ton/ha (testigo) T 2 = 0.5 Ton/ha T 3 = 0.75 Ton/ha T 4 = 1 Ton/ha T 5 = 1.5 Ton/ha
Fecha aplicación Abono químico Nutrimon (15-15-15)	Febrero 28/2011
Dosificación Abono químico Nutrimon (15-15-15)	7 gr/planta
Cosecha	Abril 7-8/2011
Control enfermedades/plagas: Aplicación de cal en todas las camas para control de babosa.	Febrero 11/2011

Fuente: Autores del proyecto

Figura 3. Ficha Técnica Zanahoria Mini

Nombre Técnico	Zanahoria híbrida Nantes, de ciclo temprano
Marca Comercial	Clause - Vegetable Seeds
Ciclo de la especie	95 a 105 días después del transplante
Follaje	Hojas largas y erectas
Raíz	Forma: Cilíndrica Color: Intenso Punta: Roma Corazón: Fino Sabor: Muy dulce
Densidad de siembra	2'000.000 – 2'500.000 semillas/ha

Fuente: Autores de Proyecto

Figura 4. Itinerario de siembra Zanahoria Mini

Fecha de siembra	Enero 19/2011
Fecha aplicación Fertilizante-Mineralizado	Enero 19/2011
Tratamientos (Dosificaciones empleadas de Fertilizante-Mineralizado)	0 Ton/ha 0.5 Ton/ha 0.75 Ton/ha 1 Ton/ha 1.5 Ton/ha
Fecha aplicación Abono químico Nutrimon (15-15-15)	09/Marzo/2011
Dosificación Abono químico Nutrimon (15-15-15)	30 gr/unidad experimental
Cosecha	Abril 11-12/2011
Control enfermedades/plagas	No se presentó

Fuente: Autores de Proyecto

Anexo Q. Registro Fotográfico resultados Lechuga Batavia

Figura 1. Tratamiento 5



Fuente: Autores del proyecto

Figura 2. Tratamiento 1, testigo



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3. Tratamiento 5



Fuente: Autores del proyecto

Figura 4. Tratamiento 4



Fuente: Autores del proyecto

Figura 5. Tratamiento 3



Fuente: Autores del proyecto

Figura 6. Tratamiento 1 y 2 (Desarrollo amorfo)



Fuente: Autores del proyecto

Figura 7. Tratamientos 1 y 2 (sin completar desarrollo)



Fuente: Autores del proyecto

Figura 8. Lechugas tratamiento 5 en desarrollo



Fuente: Autores del proyecto

Figura 9. Desarrollo radicular, T5 – T3 – T1



Fuente: Autores del proyecto

Anexo R. Registro fotográfico resultados Zanahoria Mini

Figura 1. Variedades según tratamiento



Fuente: Autores del proyecto

Figura 2. Semillas en proceso de germinación



Fuente: Autores del proyecto

Figura 3. Germinación final Zanahoria Mini



Fuente: Autores de proyecto

Figura 4. Cosecha Zanahoria Mini



Fuente: Autores de proyecto

Figura 6. Altura de las ramas zanahoria Mini



Fuente: Autores del proyecto

Figura 7. Grosor de las ramas zanahoria Mini



Fuente: Autores del proyecto

Anexo T. Valores críticos para la prueba de Dunnett

Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Sección de Bioestadística

Valores críticos para la prueba de Dunnett

$\alpha= 0.05.$ Prueba de dos colas															
V	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	21
5		2.57	3.03	3.29	3.48	3.62	3.73	3.82	3.90	3.97	4.03	4.09	4.14	4.26	4.42
6		2.45	2.86	3.10	3.26	3.39	3.49	3.57	3.64	3.71	3.76	3.81	3.86	3.97	4.11
7		2.36	2.75	2.97	3.12	3.24	3.33	3.41	3.47	3.53	3.58	3.63	3.67	3.78	3.91
8		2.31	2.67	2.88	3.02	3.13	3.22	3.29	3.35	3.41	3.46	3.50	3.54	3.64	3.76
9		2.26	2.61	2.81	2.95	3.05	3.14	3.20	3.26	3.32	3.36	3.40	3.44	3.53	3.65
10		2.23	2.57	2.76	2.89	2.99	3.07	3.14	3.19	3.24	3.29	3.33	3.36	3.45	3.57
11		2.20	2.53	2.72	2.84	2.94	3.02	3.08	3.14	3.19	3.23	3.27	3.30	3.39	3.50
12		2.18	2.50	2.68	2.81	2.90	2.98	3.04	3.09	3.14	3.18	3.22	3.25	3.34	3.45
13		2.16	2.48	2.65	2.78	2.87	2.94	3.00	3.06	3.10	3.14	3.18	3.21	3.29	3.40
14		2.14	2.46	2.63	2.75	2.84	2.91	2.97	3.02	3.07	3.11	3.14	3.18	3.26	3.36
15		2.13	2.44	2.61	2.73	2.82	2.89	2.95	3.00	3.04	3.08	3.12	3.15	3.23	3.33
16		2.12	2.42	2.59	2.71	2.80	2.87	2.92	2.97	3.02	3.06	3.09	3.12	3.20	3.30
17		2.11	2.41	2.58	2.69	2.78	2.85	2.90	2.95	3.00	3.03	3.07	3.10	3.18	3.27
18		2.10	2.40	2.56	2.68	2.76	2.83	2.89	2.94	2.98	3.01	3.05	3.08	3.16	3.25
19		2.09	2.39	2.55	2.66	2.75	2.81	2.87	2.92	2.96	3.00	3.03	3.06	3.14	3.23
20		2.09	2.38	2.54	2.65	2.73	2.80	2.86	2.90	2.95	2.98	3.02	3.05	3.12	3.22
24		2.06	2.35	2.51	2.61	2.70	2.76	2.81	2.86	2.90	2.94	2.97	3.00	3.07	3.16
30		2.04	2.32	2.47	2.58	2.66	2.72	2.77	2.82	2.86	2.89	2.92	2.95	3.02	3.11
40		2.02	2.29	2.44	2.54	2.62	2.68	2.73	2.77	2.81	2.85	2.87	2.90	2.97	3.06
60		2.00	2.27	2.41	2.51	2.58	2.64	2.69	2.73	2.77	2.80	2.83	2.86	2.92	3.00
120		1.98	2.24	2.38	2.47	2.55	2.60	2.65	2.69	2.73	2.76	2.79	2.81	2.87	2.95
∞		1.96	2.21	2.35	2.44	2.51	2.57	2.61	2.65	2.69	2.72	2.74	2.77	2.83	2.91

$\alpha= 0.01.$ Prueba de dos colas															
V	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	21
5		4.03	4.63	4.98	5.22	5.41	5.56	5.69	5.80	5.89	5.98	6.05	6.12	6.30	6.52
6		3.71	4.21	4.51	4.71	4.87	5.00	5.10	5.20	5.28	5.35	5.41	5.47	5.62	5.81
7		3.50	3.95	4.21	4.39	4.53	4.64	4.74	4.82	4.89	4.95	5.01	5.06	5.19	5.36
8		3.36	3.77	4.00	4.17	4.29	4.40	4.48	4.56	4.62	4.68	4.73	4.78	4.90	5.05
9		3.25	3.63	3.85	4.01	4.12	4.22	4.30	4.37	4.43	4.48	4.53	4.57	4.68	4.82
10		3.17	3.53	3.74	3.88	3.99	4.08	4.16	4.22	4.28	4.33	4.37	4.42	4.52	4.65
11		3.11	3.45	3.65	3.79	3.89	3.98	4.05	4.11	4.16	4.21	4.25	4.29	4.38	4.52
12		3.05	3.39	3.58	3.71	3.81	3.89	3.96	4.02	4.07	4.12	4.16	4.19	4.29	4.41
13		3.01	3.33	3.52	3.65	3.74	3.82	3.89	3.94	3.99	4.04	4.08	4.11	4.20	4.32
14		2.98	3.29	3.47	3.59	3.69	3.76	3.83	3.88	3.93	3.97	4.01	4.05	4.13	4.24
15		2.95	3.25	3.43	3.55	3.64	3.71	3.78	3.83	3.88	3.92	3.95	3.99	4.07	4.18
16		2.92	3.22	3.39	3.51	3.60	3.67	3.73	3.78	3.83	3.87	3.91	3.94	4.02	4.13
17		2.90	3.19	3.36	3.47	3.56	3.63	3.69	3.74	3.79	3.83	3.86	3.90	3.98	4.08
18		2.88	3.17	3.33	3.44	3.53	3.60	3.66	3.71	3.75	3.79	3.83	3.86	3.94	4.04
19		2.86	3.15	3.31	3.42	3.50	3.57	3.63	3.68	3.72	3.76	3.79	3.83	3.90	4.00
20		2.85	3.13	3.29	3.40	3.48	3.55	3.60	3.65	3.69	3.73	3.77	3.80	3.87	3.97
24		2.80	3.07	3.22	3.32	3.40	3.47	3.52	3.57	3.61	3.64	3.68	3.70	3.78	3.87
30		2.75	3.01	3.15	3.25	3.33	3.39	3.44	3.49	3.52	3.56	3.59	3.62	3.69	3.78
40		2.70	2.95	3.09	3.19	3.26	3.32	3.37	3.41	3.44	3.48	3.51	3.53	3.60	3.68
60		2.66	2.90	3.03	3.12	3.19	3.25	3.29	3.33	3.37	3.40	3.42	3.45	3.51	3.59
120		2.62	2.85	2.97	3.06	3.12	3.18	3.22	3.26	3.29	3.32	3.35	3.37	3.43	3.51
∞		2.58	2.79	2.92	3.00	3.06	3.11	3.15	3.19	3.22	3.25	3.27	3.29	3.35	3.42

Valores críticos para la prueba de Dunnett (Continuación)

$\alpha=0.05$. Prueba de una cola										
V	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5		2.02	2.44	2.68	2.85	2.98	3.08	3.16	3.24	3.30
6		1.94	2.34	2.56	2.71	2.83	2.92	3.00	3.07	3.12
7		1.89	2.27	2.48	2.62	2.73	2.82	2.89	2.95	3.01
8		1.86	2.22	2.42	2.55	2.66	2.74	2.81	2.87	2.92
9		1.83	2.18	2.37	2.50	2.60	2.68	2.75	2.81	2.86
10		1.81	2.15	2.34	2.47	2.56	2.64	2.70	2.76	2.81
11		1.80	2.13	2.31	2.44	2.53	2.60	2.67	2.72	2.77
12		1.78	2.11	2.29	2.41	2.50	2.58	2.64	2.69	2.74
13		1.77	2.09	2.27	2.39	2.48	2.55	2.61	2.66	2.71
14		1.76	2.08	2.25	2.37	2.46	2.53	2.59	2.64	2.69
15		1.75	2.07	2.24	2.36	2.44	2.51	2.57	2.62	2.67
16		1.75	2.06	2.23	2.34	2.43	2.50	2.56	2.61	2.65
17		1.74	2.05	2.22	2.33	2.42	2.49	2.54	2.59	2.64
18		1.73	2.04	2.21	2.32	2.41	2.48	2.53	2.58	2.62
19		1.73	2.03	2.20	2.31	2.40	2.47	2.52	2.57	2.61
20		1.72	2.03	2.19	2.30	2.39	2.46	2.51	2.56	2.60
24		1.71	2.01	2.17	2.28	2.36	2.43	2.48	2.53	2.57
30		1.70	1.99	2.15	2.25	2.33	2.40	2.45	2.50	2.54
40		1.68	1.97	2.13	2.23	2.31	2.37	2.42	2.47	2.51
60		1.67	1.95	2.10	2.21	2.28	2.35	2.39	2.44	2.48
120		1.66	1.93	2.08	2.18	2.26	2.32	2.37	2.41	2.45
∞		1.64	1.92	2.06	2.16	2.23	2.29	2.34	2.38	2.42

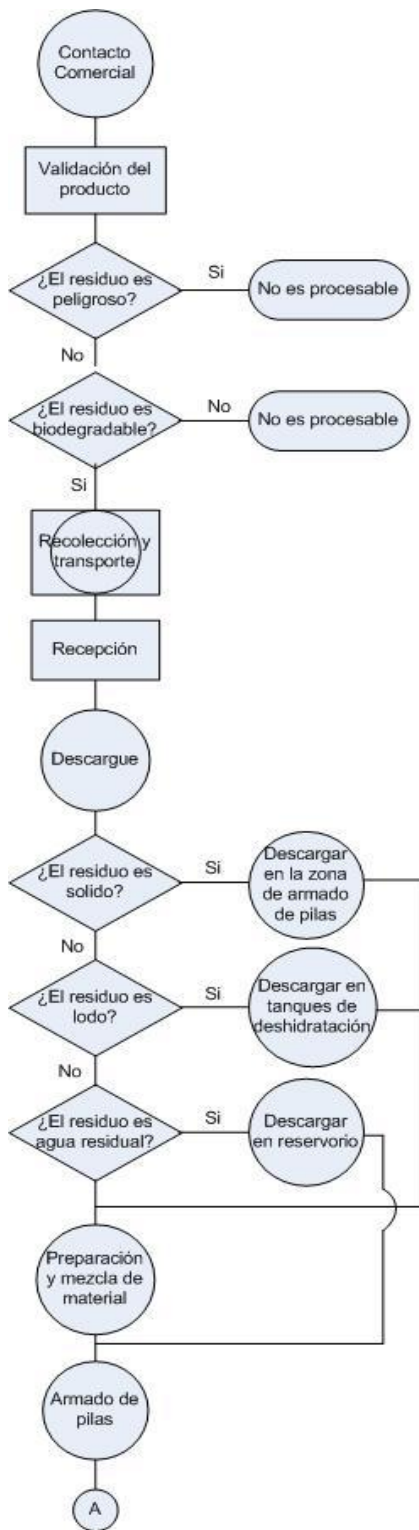
$\alpha=0.01$. Prueba de una cola										
V	p=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5		3.37	3.90	4.21	4.43	4.60	4.73	4.85	4.94	5.03
6		3.14	3.61	3.88	4.07	4.21	4.33	4.43	4.51	4.59
7		3.00	3.42	3.66	3.83	3.96	4.07	4.15	4.23	4.30
8		2.90	3.29	3.51	3.67	3.79	3.88	3.96	4.03	4.09
9		2.82	3.19	3.40	3.55	3.66	3.75	3.82	3.89	3.94
10		2.76	3.11	3.31	3.45	3.56	3.64	3.71	3.78	3.83
11		2.72	3.06	3.25	3.38	3.48	3.56	3.63	3.69	3.74
12		2.68	3.01	3.19	3.32	3.42	3.50	3.56	3.62	3.67
13		2.65	2.97	3.15	3.27	3.37	3.44	3.51	3.56	3.61
14		2.62	2.94	3.11	3.23	3.32	3.40	3.46	3.51	3.56
15		2.60	2.91	3.08	3.20	3.29	3.36	3.42	3.47	3.52
16		2.58	2.88	3.05	3.17	3.26	3.33	3.39	3.44	3.48
17		2.57	2.86	3.03	3.14	3.23	3.30	3.36	3.41	3.45
18		2.55	2.84	3.01	3.12	3.21	3.27	3.33	3.38	3.42
19		2.54	2.83	2.99	3.10	3.18	3.25	3.31	3.36	3.40
20		2.53	2.81	2.97	3.08	3.17	3.23	3.29	3.34	3.38
24		2.49	2.77	2.92	3.03	3.11	3.17	3.22	3.27	3.31
30		2.46	2.72	2.87	2.97	3.05	3.11	3.16	3.21	3.24
40		2.42	2.68	2.82	2.92	2.99	3.05	3.10	3.14	3.18
60		2.39	2.64	2.78	2.87	2.94	3.00	3.04	3.08	3.12
120		2.36	2.60	2.73	2.82	2.89	2.94	2.99	3.03	3.06
∞		2.33	2.56	2.68	2.77	2.84	2.89	2.93	2.97	3.00

Anexo U. Cuantiles de la distribución de Tukey

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n													
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.13	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04

Anexo V. Propuesta Diagrama de proceso productivo Fertibiofor-Mineralizado

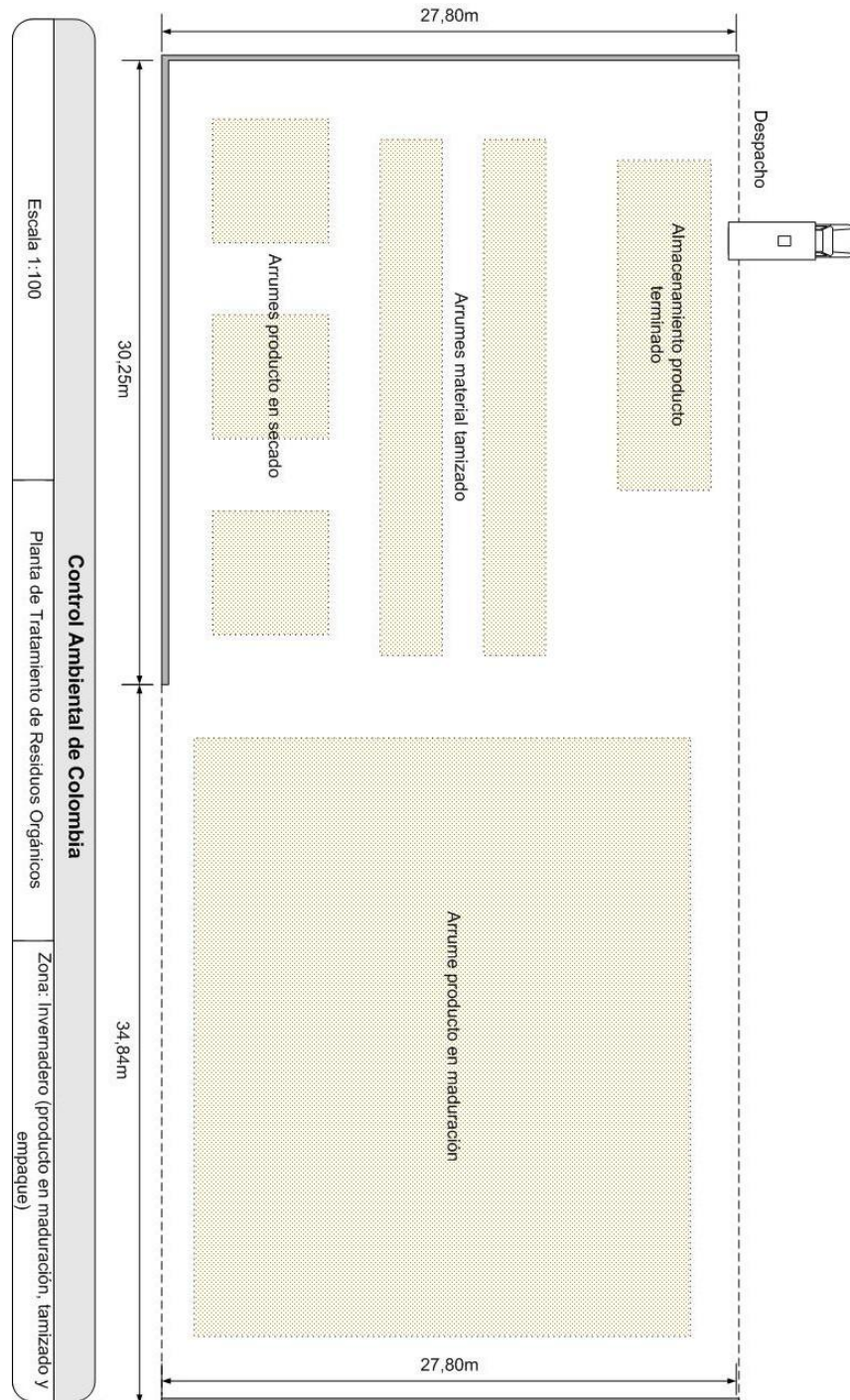




Fuente: Autores del proyecto

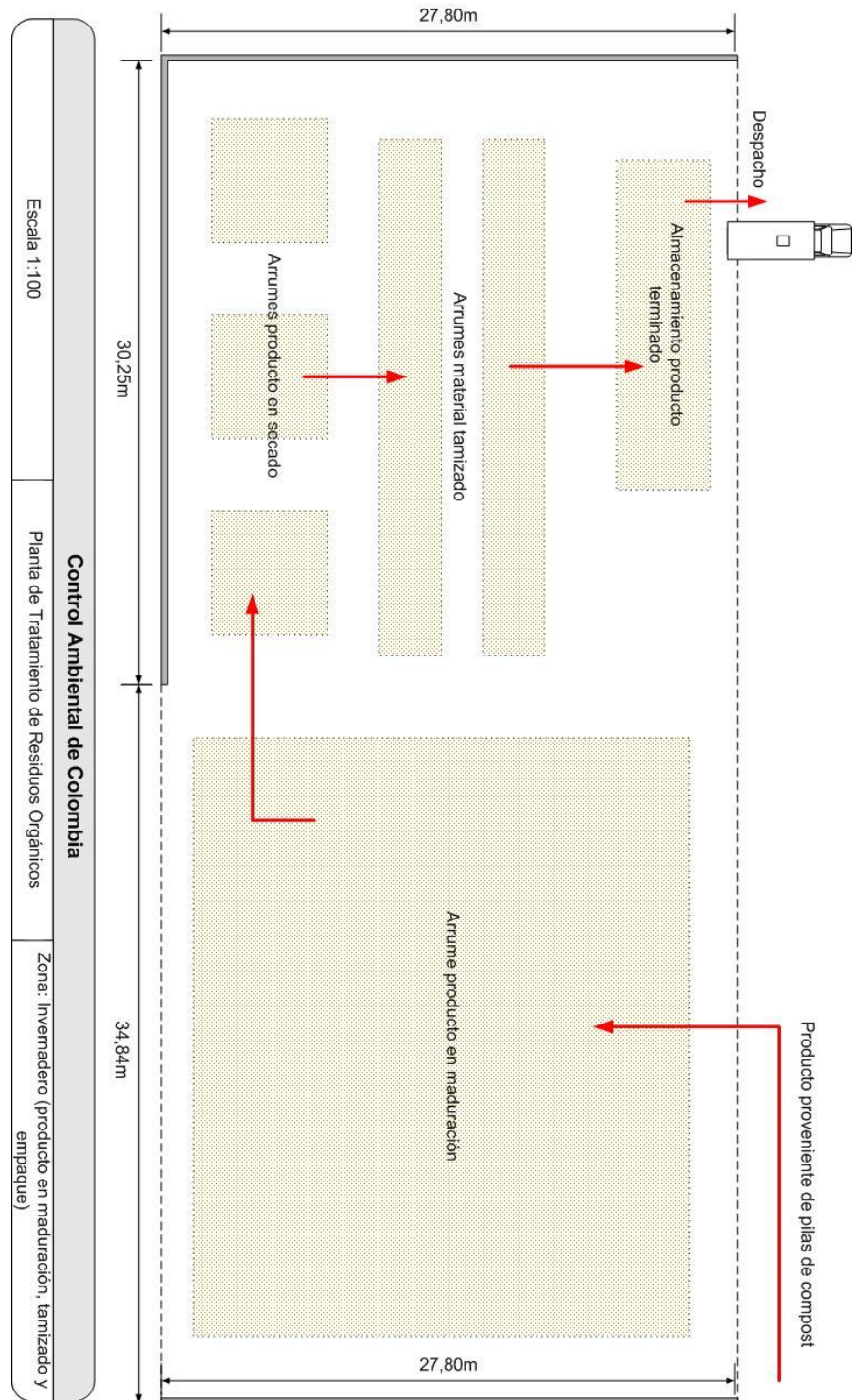
Anexo W. Propuesta Distribución de planta y Diagrama de recorrido

Figura 1. Propuesta de distribución de invernadero




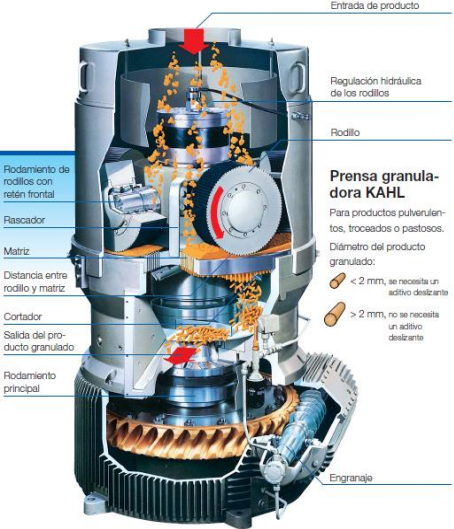
Fuente: Autores del proyectos

Figura 2. Propuesta diagrama de recorrido



Fuente: Autores de proyecto

Anexo X. Máquinas Granuladoras

Referencia	Características	Figura
Pharma MG 250/500	Máquina granuladora construida en acero inoxidable AISI-316, con un solo rotor, de movimiento oscilante, que se mueve en el interior de un tamiz semicilíndrico, montado en un bastidor rígido ajustable con tela metálica o chapa perforada.	
Prensa Granuladora Kahl	Especial para productos pastosos, pulverulentos o troceados. Sus piezas son intercambiables y se adaptan a cualquier tipo de material.	 <p style="text-align: right;">Prensa granuladora KAHL Para productos pulverulentos, troceados o pastosos. Diámetro del producto granulado: ● < 2 mm, se necesita un activo deslizante ● > 2 mm, no se necesita un activo deslizante</p>

<p>Bomatic</p>	<p>El árbol del rotor está equipado con soportes de rotor de recambio individual y construido con un acero especial resistente al desgaste, éstos sirven, a su vez, para la fijación exacta de las cuchillas del rotor. La tolva está diseñada en chapa de acero. La bomba de engrase lleva un sistema de control de la operación de engrase mientras que el accionamiento de la máquina se efectúa mediante motores eléctricos con acoples anti-deslizantes de seguridad. El arranque es directo.</p>	
<p>Genox Recycling Tech Co</p>	<p>Las granuladoras GXC cubren un amplio rango de aplicaciones incluyendo los tapajuntas por moldeado de gran espesor, tuberías, entre muchas otras más aplicaciones. Con consumos de energía entre 15 y 250 kw y rendimiento de 300 a 8.000 kg/hora, están referencias ofrecen trabajo pesado de diseño y granulación de alta capacidad para todas sus aplicaciones más exigentes.</p>	
<p>Sega & Tritusa S.L</p>	<p>Maquinaria con bajo consumo de energía y alta capacidad con buena calidad de granulado y excelente durabilidad. Los costos de mantenimiento son bajos y ofrecen mayor superficie de trabajo con la posibilidad de seleccionar la velocidad óptima de la matriz gracias a un sistema de transmisión de dos etapas que constan de correas trapezoidales en "V", eje intermedio y correa dentada optimizando al máximo la energía.</p>	

Fuente: Autores del proyecto

Anexo Y. Perfiles de cargos Biofort Ltda.

Tabla 1. Director Comercial

I.	IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	Director Comercial
II.	DESCRIPCIÓN DEL CARGO	
	Objetivo General	Planear, organizar, dirigir y controlar las actividades relacionadas con las ventas del producto Fertibiofor-Mineralizado.
	Funciones específicas	<p>Administrar la fuerza de ventas de acuerdo con los objetivos de ventas y estándares establecidos por la organización.</p> <p>Coordinar la acción de ventas de acuerdo con los objetivos de ventas y el plan de mercadeo.</p> <p>Identificar los comportamientos del mercado según resultados de la investigación y tendencias del entorno.</p> <p>Dirigir estudios y estrategias de mercadeo, analizar resultados y apoyar en el desarrollo del producto.</p> <p>Planear actividades de mercadeo que respondan a las necesidades y expectativas de los clientes y a los objetivos de la empresa.</p> <p>Manejar la imagen y comunicación corporativa.</p>
III.	REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESEMPEÑO DEL CARGO	
	De Educación	Ingeniero Agrónomo, con amplios conocimientos en desarrollo comercial y alianzas comerciales de insumos agrícolas de tipo orgánico.
	Experiencia	Mínimo 5 años

<p>Habilidades comerciales</p>	<p>Capacidad para obtener y analizar información.</p> <p>Creatividad y visión para orientar el desarrollo comercial de la empresa.</p> <p>Habilidades para la negociación.</p> <p>Elevada capacidad de comunicación. Orientación al cliente.</p>
<p>Habilidades administrativas</p>	<p>Compromiso con la compañía. Visión estratégica y de negocios. Gestión del tiempo. Elevada capacidad de organización y gestión. Orientación a resultados y mejora continua. Comunicación oral y escrita. Gestión de resultados. Cumplimiento de metas comerciales.</p>
<p>Habilidades personales</p>	<p>Innovación y creatividad Trabajo en equipo Liderazgo Autoconocimiento y control emocional Sensibilidad interpersonal.</p>

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 2. Director Técnico

I.	IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	Director Técnico
II.	DESCRIPCIÓN DEL CARGO	
	Objetivo General	Planear, organizar, dirigir y controlar las actividades relacionadas con el desarrollo técnico del producto Fertibiofor-Mineralizado.
	Funciones específicas	<p>Realizar visitas periódicas de asesoría técnica a los agricultores influyentes seleccionados de las zonas de comercialización del producto.</p> <p>Desarrollar ensayos de eficacia agronómica del producto en la huerta experimental de la Planta de Tratamiento de Residuos.</p> <p>Realizar ensayos de eficacia agronómica en conjunto con agricultores de las zonas de comercialización del producto.</p> <p>Realizar visitas de inspección y control del producto terminado en la Planta de Tratamiento de Residuos.</p> <p>Asistencia a ferias y eventos del sector agropecuario.</p> <p>Planear y coordinar las actividades de desarrollo técnico del producto en conjunto con los Representantes Técnicos-Comerciales.</p>
III.	REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESEMPEÑO DEL CARGO	
	De Educación	Ingeniero Agrónomo, con amplios conocimientos en compostaje, abonos orgánicos, desarrollo de cultivos y ensayos de eficacia agronómica.
	Experiencia	Mínimo 5 años

<p>Habilidades Técnicas</p>	<p>Capacidad para obtener y analizar información.</p> <p>Creatividad y visión para orientar el desarrollo técnico del producto</p> <p>Habilidades en el desarrollo de ensayos de eficacia agronómica y su evaluación de resultados.</p> <p>Orientación y asesoría técnica al cliente.</p> <p>Elevados conocimientos en uso, beneficios y manejo de materias orgánicas.</p>
<p>Habilidades administrativas</p>	<p>Compromiso con la compañía.</p> <p>Gestión del tiempo.</p> <p>Elevada capacidad de organización y gestión.</p> <p>Orientación a resultados y mejora continua.</p> <p>Comunicación oral y escrita.</p> <p>Gestión de resultados.</p>
<p>Habilidades personales</p>	<p>Innovación y creatividad</p> <p>Trabajo en equipo</p> <p>Liderazgo</p>

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 3. Auxiliar de logística

I.	IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	Auxiliar de logística
II.	DESCRIPCIÓN DEL CARGO	
	Objetivo General	Tramitar y registrar órdenes de compra, mantener el inventario de productos y despacho de mercancía.
	Funciones específicas	<p>Revisar órdenes de compra para determinar su exactitud y verificar existencia de producto en inventario.</p> <p>Mantener actualizados archivos de compras, informes y listas de precios.</p> <p>Controlar niveles de inventario de materiales, equipos y existencias para la venta al público.</p> <p>Recoger informes de inventario, registrar la cantidad, tipo y valor de productos, usando sistemas de inventario manual o computarizado.</p> <p>Almacenar la mercancía de una manera ordenada y accesible en la bodega.</p>
III.	REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESEMPEÑO DEL CARGO	
	De Educación	Formación académica bachiller o técnica
	Experiencia	Mínima 1 año
	Habilidades Técnicas y Personales	<p>Orientación al cliente</p> <p>Tolerancia</p> <p>Trabajo bajo presión</p> <p>Seguimiento de instrucciones</p>

	Compromiso en el desempeño de la labor Persona dinámica y proactiva
--	--

Fuente: Autores del proyecto

Tabla 4. Representante Técnico-Comercial

I.	IDENTIFICACIÓN DEL CARGO	Representante Técnico Comercial
II.	DESCRIPCIÓN DEL CARGO Objetivo General Funciones específicas	<p>Desarrollar de manera eficaz los procesos relacionados con ventas, facturación, cartera y atención al cliente.</p> <p>Comercializar el producto Fertibiofor-mineralizado en los diferentes puntos establecidos en el departamento de Cundinamarca.</p> <p>Brindar asesoría técnica a los puntos de venta y agricultores sobre características y usos de Fertibiofor-mineralizado.</p> <p>Elaborar informes o propuestas como parte del proceso de ventas para ilustrar sobre los beneficios del uso de Fertibiofor-mineralizado.</p> <p>Identificar y contactar clientes potenciales además de realizar seguimiento y apoyo a los clientes antiguos.</p> <p>Controlar y gestionar la cartera de acuerdo a las políticas internas de la empresa.</p>
III.	REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESEMPEÑO DEL CARGO De Educación Experiencia Habilidades comerciales	<p>Ingeniero Agrónomo, con conocimientos técnicos en insumos agrícolas de tipo orgánico.</p> <p>2 años</p> <p>Generar y cultivar relaciones con los clientes existentes y los nuevos.</p> <p>Determinar las necesidades y requerimientos de los puntos de venta y agricultores.</p>

	<p>Conocimiento del mercado: clientes, competidores, líderes, precios, ofertas.</p> <p>Retroalimentar a la empresa de los cambios en el mercado, evolución y desarrollo del producto.</p> <p>Encontrar clientes nuevos en la zona de Cundinamarca.</p>
Habilidades administrativas	<p>Capacidad para negociar. Identificar y analizar problemas. Comunicación oral y escrita. Cumplimiento de metas comerciales.</p>
Habilidades personales	<p>Ser convincente y persuasivo. Dinámico, organizado y proactivo. Buen manejo de relaciones interpersonales. Liderazgo. Trabajar bajo presión.</p>
Otras especificaciones	<p>Vehículo propio para movilización en la zona de ventas (Cundinamarca).</p>

Fuente: Autores del proyecto

Nota: Los cargos correspondientes al departamento de Contabilidad son subcontratados a Control Ambiental de Colombia, por lo tanto no hay un perfil establecido por Biofort Ltda.