

DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO PARA UNIDADES DEDICADAS A LA  
SIEMBRA DE LECHUGA Y PLANTAS AROMÁTICAS BAJO LA MODALIDAD DE  
HORTICULTURA ORGÁNICA URBANA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

LILIANA MARGARITA CAMACHO TORRES

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C  
2016

DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO PARA UNIDADES DEDICADAS A LA  
SIEMBRA DE LECHUGA Y PLANTAS AROMÁTICAS BAJO LA MODALIDAD DE  
HORTICULTURA ORGÁNICA URBANA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

LILIANA MARGARITA CAMACHO TORRES

Desarrollo Tecnológico para optar al  
Título de Ingeniera Industrial

Director Opción de Grado  
Ing. Fernando Andrés Muñoz Peña MBA  
Docente de Planta Universidad Militar  
Programa Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ D.C  
2016

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma presidente del Comité

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Director de la Opción de Grado

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
1. ANTECEDENTES EN PROYECTOS DE AGRICULTURA URBANA.....	4
1.1 ANTECEDENTES INTERNOS.....	4
1.1.1 PROYECTO DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN CORPOICA.....	4
1.1.2 CAPACITACIONES Y ASISTENCIAS TÉCNICAS EN AGRICULTURA URBANA DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS.....	4
1.1.3 PROYECTO 754 EN AGRICULTURA URBANA DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE DESARROLLO ECONÓMICO .....	5
1.2 ANTECEDENTES EXTERNOS.....	6
1.2.1 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PRODUCTIVA PARA HUERTAS URBANAS DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE.....	6
1.2.2 PROYECTO PRODUCTIVO BIG CITY FARMS EN BALTIMORE MARYLAND .....	8
1.2.3 SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DE HUERTAS URBANAS UNIVERSIDAD ICESI .....	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.1.1 IDENTIFICACIÓN CON FUENTES PRIMARIAS.....	11
2.1.2 IDENTIFICACIÓN CON FUENTES SECUNDARIAS.....	12
2.1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
4. JUSTIFICACIÓN.....	17
4.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....	17
4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	17
4.3 JUSTIFICACION AMBIENTAL .....	17
5. ALCANCE O DELIMITACIÓN DE LA PROPUESTA.....	18
5.1 ALCANCE CONCEPTUAL.....	18
5.2 ALCANCE GEOGRÁFICO .....	19

6. MARCO TEÓRICO .....	20
6.1 DEFINICIÓN DE LA HORTICULTURA URBANA .....	20
6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN DE LA HORTICULTURA URBANA .....	22
6.2.1 TIPOS DE HORTICULTURA URBANA .....	22
6.2.2 LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y LA HORTICULTURA URBANA.....	23
6.2.2.1 DEFINICIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LA HORTICULTURA ORGÁNICA URBANA .....	23
6.2.2 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA PRODUCTIVO HORTÍCOLA URBANO ..	23
6.3 DISEÑO DE PROCESOS PRODUCTIVOS.....	24
6.3.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS..	24
6.4 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	26
6.4.1 Capacidad de un Sistema Productivo.....	26
6.4.3 CÁLCULO DE RECURSOS DE UN SISTEMA PRODUCTIVO .....	26
6.5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UN SISTEMA PRODUCTIVO .....	27
6.5.1 EL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	28
6.5.2 MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	28
7. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES DE PLANTAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	31
7.1 FICHA TÉCNICA DE LA LECHUGA ROMANA .....	32
7.2 FICHA TÉCNICA DE LA MANZANILLA .....	33
7.3 FICHA TÉCNICA DEL EXTRACTO VEGETAL DE MANZANILLA .....	34
7.4 FICHA TÉCNICA DEL COMPOST ORGÁNICO .....	35
8. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....	36
8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PRODUCTIVO	36
8.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA COS ROMANA.....	37
8.2.1 DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA COS ROMANA .....	37
8.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANZANILLA .....	40
8.3.1 DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANZANILLA .....	40
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PRODUCCIÓN .....	42

9.1 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA TASA DE CONSUMO DE LA LECHUGA Y LA MANZANILLA .....	42
9.2 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA TASA DE CONSUMO DE LA LECHUGA ORGÁNICA.....	42
9.3 CÁLCULO DE RECURSOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA Y MANZANILLA .....	51
9.4 PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN CON CRONOGRAMAS DE SIEMBRA Y COSECHA .....	62
9.5 ÁRBOL DE PRODUCTO DE LA LECHUGA ROMANA Y LA MANZANILLA	75
9.6 ESTRATEGÍAS Y POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DEL CULTIVO .....	77
9.6.1 IDENTIFICACIÓN DE INVENTARIOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	77
9.6.2 POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	78
9.7 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN .....	83
9.7.1 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE SIEMBRA .....	83
9.7.2 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE COSECHA .....	84
9.7.3 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE POS COSECHA .....	85
10. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	86
10.1 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	86
10.2 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN PARA LA SIEMBRA.....	86
10.3 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE SIEMBRA .....	89
10.4 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS MATERIALES PARA LA ETAPA DE COSECHA.....	93
10.5 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE POS COSECHA .....	95
10.6 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE RELACIONES DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO .....	96
10.7 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	103

10.7.1 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE COMPOSTAJE .....	103
10.7.2 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE SEMILLEROS .....	104
10.7.3 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE SIEMBRA.....	106
10.7.4 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE ELABORACIÓN DEL BIOPREPARADO.....	107
10.7.5 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LAS ÁREAS DE ACOPIO DE LECHUGA.....	108
10.7.6 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE POSCOSECHA .....	110
10.7.7 ESPACIO PARA LAS AREAS DE ALMACENAMIENTOS DE HERRAMIENTAS E INSUMOS .....	110
10.7.8 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LA ENTRADA Y SALIDA DEL SISTEMA .....	111
10.8 PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN UN SOLO NIVEL .....	112
11. COSTOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	114
11.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	114
11.2 COSTOS DE INVERSIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	117
CONCLUSIONES.....	120
RECOMENDACIONES.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	122

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Unidades Productivas Instaladas en Bogotá .....	6
Figura 2 Estructura para siembra en agricultura urbana Universidad del Valle .....	7
Figura 3 Sistema productivo instalado en Maryland.....	8
Figura 4 Diseño estructura de siembra en Agricultura Urbana por ICESI.....	9
Figura 5 Identificación del problema con diagrama espina de pescado .....	14
Figura 6 Principio de Integración en Agricultura Urbana .....	20
Figura 7 Mapa conceptual Agricultura Urbana .....	21
Figura 8 Sistema de producción hortícola urbano .....	24
Figura 9 Sistema de Producción de Lechugas y Plantas Aromáticas Orgánicas...	36
Figura 10 Tablas coeficientes Evotranspiración.....	38
Figura 11 Diagrama de ensamble Lechuga Cos Romana.....	39
Figura 12 Diagrama de ensamble Manzanilla .....	41
Figura 13 Población por estratos en Bogotá .....	43
Figura 14 Distribución de la población por estrato y localidades .....	45
Figura 15 Exportaciones de lechuga año 1997 a 2015 .....	46
Figura 16 Importaciones de lechuga año 1997 a 2014 .....	46
Figura 17 Producción nacional de lechuga año 1997 al 2013 .....	47
Figura 18 Comportamiento consumo per cápita de lechuga 1997 al 2013 .....	48
Figura 19 Consumo per cápita de lechuga. Datos interpolados .....	48
Figura 20 Pronóstico consumo per cápita lechuga 2014 a 2020 .....	49
Figura 21 Evolución utilización de los recursos.....	62
Figura 22 Convenciones actividades plan de producción Lechuga .....	63
Figura 23 Ciclo de Crecimiento Lechuga Romana .....	63
Figura 24 Análisis de tiempo cultivo de Lechuga y Manzanilla.....	68
Figura 25 Convenciones actividades plan de producción Manzanilla .....	68
Figura 26 Demanda de Biopreparado de Manzanilla .....	68
Figura 27 Árbol de Producto Lechuga Romana .....	76
Figura 28 Árbol de Producto Manzanilla .....	76
Figura 29 Requerimiento de Semillas en gr .....	78
Figura 30 Requerimiento insumos del Sustrato .....	79
Figura 31 Requerimiento insumos para preparación del Suelo para siembra .....	81
Figura 32 Módulo de siembra vertical .....	90
Figura 33 Sistema de Riego Módulos de Siembra Vertical .....	90
Figura 34 Estructura de soporte Módulos de Siembra Vertical .....	91
Figura 35 Instalación hidráulica tanques de agua sistema de riego .....	91
Figura 36 Flujo de productos en el Sistema .....	97
Figura 37 Tabla de relaciones inicial.....	99
Figura 38 Establecimiento de áreas de acuerdo a la NTC 5400 .....	102
Figura 39 Tabla de Relaciones Final .....	103
Figura 40 Área de Compostaje .....	104
Figura 41 Análisis de carga del Semillero .....	105
Figura 42 Área de Semilleros .....	105
Figura 43 Análisis de carga del área de siembra .....	106

Figura 44 Área de Siembra.....	107
Figura 45 Área elaboración Biopreparado .....	107
Figura 46 Área de acopio de residuos vegetales .....	108
Figura 47 Área de acopio de lechugas cosechadas.....	109
Figura 48 Área de pos cosecha .....	110
Figura 49 Áreas de almacenamientos.....	111
Figura 50 Área de recepción y salida.....	111
Figura 51 Plano del Sistema Productivo .....	112
Figura 52 Costos de Producción del Sistema .....	114
Figura 53 Costo Unitario de la Lechuga Romana .....	115
Figura 54 Cálculos Costos de Producción .....	116
Figura 55 Costos de inversión .....	118
Figura 56 Cálculos Costos de Inversión.....	119

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Agricultura Urbana .....	22
Tabla 2 Figuras diagrama de ensamble de operaciones.....	25
Tabla 3 Métodos de distribución en planta.....	29
Tabla 4 Ficha técnica Lechuga Cos Romana.....	32
Tabla 5 Ficha técnica Manzanilla.....	33
Tabla 6 Ficha técnica biopreparado de Manzanilla .....	34
Tabla 7 Ficha técnica Compost Vegetal.....	35
Tabla 8 Cálculo requerimiento hídrico para el Cultivo de Lechuga Romana .....	38
Tabla 9 Cálculo requerimiento hídrico Cultivo de Manzanilla .....	40
Tabla 10 Cálculo proporción de habitantes localidad de Usaquén .....	44
Tabla 11 Proyección de población para Usaquén 2017 - 2020 .....	44
Tabla 12 Proyección de la población estrato 5 y 6 en Usaquén .....	45
Tabla 13 Consumo per cápita de lechuga 1997 a 2013 .....	47
Tabla 14 Datos históricos de consumo per cápita de lechuga desde 1998 a 2013	49
Tabla 15 Proyección de consumo per cápita de lechuga para los estratos 5 y 6 en la localidad de Usaquén.....	50
Tabla 16 Proyección tasa anual consumo para el sistema productivo de lechuga romana en Usaquén estratos 5 y 6 .....	51
Tabla 17 Proyección tasa mensual consumo para el sistema productivo de lechuga romana en Usaquén estratos 5 y 6 .....	51
Tabla 18 Cantidad de lechugas a sembrar teniendo en cuenta las pérdidas .....	52
Tabla 19 Capacidad de diseño del Sistema .....	53
Tabla 20 Parámetros cálculo Balanceo de línea cultivo Lechuga.....	53
Tabla 21 Cálculo de recursos 2017 Cultivo Lechuga .....	54
Tabla 22 Cálculo de recursos 2018 Cultivo Lechuga .....	54
Tabla 23 Cálculo recursos 2019 Cultivo Lechuga .....	55
Tabla 24 Cálculo de recursos 2020 Cultivo Lechuga .....	55
Tabla 25 Parámetros cálculo Balanceo de línea cultivo Manzanilla .....	56
Tabla 26 Cálculo de recursos 2017 Cultivo Manzanilla.....	56
Tabla 27 Cálculo de recursos 2018 Cultivo Manzanilla.....	57
Tabla 28 Cálculo de recursos 2019 Cultivo Manzanilla.....	57
Tabla 29 Cálculo de recursos 2020 Cultivo Manzanilla.....	58
Tabla 30 Demanda de compostaje del Sistema .....	59
Tabla 31 Cálculo de recursos para elaboración del Compostaje .....	60
Tabla 32 Análisis de utilización de recursos año 2017 .....	60
Tabla 33 Análisis de utilización de recursos año 2018.....	60
Tabla 34 Análisis de utilización de recursos año 2019.....	61
Tabla 35 Análisis de utilización de recursos año 2020.....	61
Tabla 36 Funciones de los recursos calculados.....	61
Tabla 37 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2016 .....	63
Tabla 38 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2017 .....	64
Tabla 39 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2018 .....	65
Tabla 40 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2019 .....	66

Tabla 41 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2020 .....	67
Tabla 42 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2016 .....	69
Tabla 43 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2017 .....	69
Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2018 .....	70
Tabla 45 Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2019 .....	71
Tabla 46 Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2020 .....	72
Tabla 47 Cronograma Elaboración de Compostaje 2016 .....	73
Tabla 48 Cronograma Elaboración de Compostaje 2017 .....	73
Tabla 49 Cronograma Elaboración de Compostaje 2018 .....	73
Tabla 50 Cronograma Elaboración de Compostaje 2019 .....	74
Tabla 51 Cronograma Elaboración de Compostaje 2020 .....	74
Tabla 52 Identificación Inventarios del Cultivo de Lechuga .....	77
Tabla 53 Identificación Inventarios del Cultivo de Manzanilla .....	78
Tabla 54 Cronograma de compra de Semillas de Manzanilla .....	79
Tabla 55 Cronograma de compra de Insumos del Sustrato .....	80
Tabla 56 Análisis del uso del Suelo .....	82
Tabla 57 Cronograma de Compras .....	82
Tabla 58 Cronograma de Compras de Cajas y Bolsas .....	82
Tabla 59 Indicadores de Control para la etapa de Siembra .....	83
Tabla 60 Indicadores de Control para la etapa de Cosecha .....	84
Tabla 61 Indicadores de Control para la etapa de Pos cosecha .....	85
Tabla 62 Herramientas para elaboración de Compostaje .....	86
Tabla 63 Herramientas para elaboración de Plántulas .....	88
Tabla 64 Herramientas para preparación del suelo .....	89
Tabla 65 Características Motobomba para sistema de riego .....	92
Tabla 66 Herramientas para la etapa de siembra .....	92
Tabla 67 Herramientas para la etapa de Cosecha .....	94
Tabla 68 Herramientas para la etapa de Pos cosecha .....	95
Tabla 69 Desplazamientos del Sistema Productivo .....	97
Tabla 70 Rutas de los productos .....	98
Tabla 71 Matriz frecuencias de desplazamientos .....	98
Tabla 72 Valores de relaciones de cercanía .....	99
Tabla 73 Rango de valores .....	99
Tabla 74 Análisis de la norma NTC 5400 .....	100
Tabla 75 Requerimiento en metros cuadrados de áreas básicas .....	113

## INTRODUCCIÓN

La organización Agroambientalistas define a la Agricultura Orgánica Urbana como una de las herramientas más prometedoras para mitigar el hambre, reducir el desempleo, disminuir la producción de residuos orgánicos domésticos, mejorar el paisaje urbano y enfrentar el preocupante calentamiento global<sup>1</sup>. Esta herramienta ha sido explorada en su mayor parte desde el concepto del auto abastecimiento, sin embargo en años recientes se ha empezado a implementar desde un concepto más industrial. Estas implementaciones industriales suelen hacerse con base en los avances tecnológicos de la agricultura convencional o de la agricultura urbana que se ha realizado con propósitos de auto abastecimiento generando que los Sistemas Productivos sean ineficientes. Por tanto el presente trabajo se constituye como una propuesta desde la Ingeniería Industrial que pretende fortalecer la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana en la ciudad de Bogotá siendo éste material disponible para consulta pública.

---

<sup>1</sup> AGRO AMBIENTALISTAS. Trayectoria de la Agricultura Orgánica. [en línea] <<http://www.agroambientalistas.com/agrurbana.html>> [Consultado en Marzo 02 de 2016]

## **1. ANTECEDENTES EN PROYECTOS DE AGRICULTURA URBANA**

### **1.1 ANTECEDENTES INTERNOS**

Desde hace diez años en la ciudad de Bogotá y sus alrededores entidades gubernamentales se encuentran impulsando la creación de proyectos productivos en torno a la agricultura urbana. Estos proyectos van desde la creación de huertas caseras para autoabastecer familias hasta la construcción de unidades productivas a gran escala. A continuación se muestra el trabajo que ha realizado tres de estas entidades.

#### **1.1.1 PROYECTO DE AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA EN CORPOICA**

Desde el año 2007 Corpoica ha impulsado los sistemas de producción de alimentos urbanos y periurbanos a través de la instalación de módulos demostrativos y pedagógicos en sus diferentes centros de investigación. Estos módulos se enfocan en capacitar a personas interesadas en usar técnicas limpias en la producción de hortalizas y plantas aromáticas en espacios ubicados en sus propias casas, de modo que la labor principal de Corpoica es la transferencia de conocimiento en este tipo de técnicas para agricultores urbanos que buscan, principalmente, el autoabastecimiento.

Bajo la coordinación ejecutiva de Corpoica en el año 2010 se creó el Grupo Interinstitucional Colombiano de Apoyo a la Agricultura Urbana y Periurbana (GIAUP). El objetivo de grupo es concertar y desarrollar estrategias para la búsqueda, consolidación, y ejecución de alianzas para promover y fortalecer la implementación de la Agricultura Urbana y Periurbana en Colombia. Este grupo se ha posicionado como un referente de consulta y asesoría a nivel técnico e investigativo. Está compuesto por las siguientes instituciones: Universidad del Rosario, Universidad de los Andes, Corporación Universitaria Minuto de Dios, SENA, Corpoica, el Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá, la Asociación Agroambientalistas y la IPES

#### **1.1.2 CAPACITACIONES Y ASISTENCIAS TÉCNICAS EN AGRICULTURA URBANA DEL JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS**

El Jardín Botánico José Celestino Mutis es la entidad más antigua en Bogotá que ha trabajado con el tema de Agricultura Urbana y Periurbana. Su objetivo principal es brindar capacitaciones y asistencias técnicas a quienes, principalmente, buscan tener huertas urbanas para autoabastecimiento.

Las capacitaciones que brinda esta entidad constan de ocho talleres teórico-prácticos que se desarrollan de forma mensual en sus instalaciones. Estas capacitaciones son básicamente una socialización de los avances e investigaciones que la entidad ha hecho sobre estudios de tecnologías limpias, uso de especies vegetales nativas propias de la región Alto Andina, técnicas de siembra en zonas duras y blandas. Además de ello la entidad reconoce que existe un intercambio de saberes con quienes participan en estos talleres en el que se

reconoce la producción tradicional y el conocimiento ancestral de las especies vegetales con el fin de construir un tejido social en el que se mejore la calidad de vida para la familia y la comunidad en general<sup>2</sup>. Las asistencias técnicas que promueve esta entidad son condicionadas a que los interesados cuenten con un espacio individual o comunitario con las condiciones adecuadas para el desarrollo de la agricultura urbana. En estas asistencias se hace un acompañamiento a las huertas comunitarias ya existentes, en caso de que se desee implementar una huerta, ellos brindan asistencia para una instalación básica.

### **1.1.3 PROYECTO 754 EN AGRICULTURA URBANA DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE DESARROLLO ECONÓMICO**

La Política Pública de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Bogotá (Decreto 508 de 2007) busca que se garantice el acceso a los alimentos, y a los medios para obtenerlos, para la población del Distrito Capital. A raíz de iniciativas como esta la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico generó el proyecto 754 de Agricultura Urbana y Periurbana, el cual fue inscrito el 09 de Junio de 2012 y continúa en desarrollo. El objetivo general del proyecto 754 en Agricultura es el siguiente: *“Promover la agricultura urbana como estrategia multifuncional para la seguridad alimentaria, la generación de ingresos y alternativas productivas para comunidades vulnerables y el ordenamiento del territorio en el Distrito Capital”*<sup>3</sup> En este caso, contrario a las dos entidades anteriores, la Secretaría busca desarrollar proyectos de mayor impacto, en donde no solo se busca el autoabastecimiento de quienes trabajan en las unidades productivas, sino que las familias puedan generar ingresos a partir de la comercialización de los productos que se generan. El proyecto comprende la instalación de cinco modelos productivos ubicados en áreas urbanas y periurbanas de Bogotá con el objetivo de apoyar 200 emprendimientos a partir de estos modelos piloto. Además de la instalación técnica, la secretaria vincula a los agricultores en la comercialización por medio de un mercado que se realiza una vez al mes en un espacio en la Plaza de los Artesanos.

---

<sup>2</sup> JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Cartilla para el manejo integrado de fertilización, las plagas y las enfermedades en las Unidades Integrales de Agricultura Urbana en Bogotá. Publicaciones Jardín Botánico, 2011.

<sup>3</sup> SECRETARÍA DISTRITAL DE DESARROLLO ECONÓMICO. Ficha de Estadística Básica de Inversión Distrital Proyecto 754. Banco de Proyectos Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2013.

Figura 1 Unidades Productivas Instaladas en Bogotá



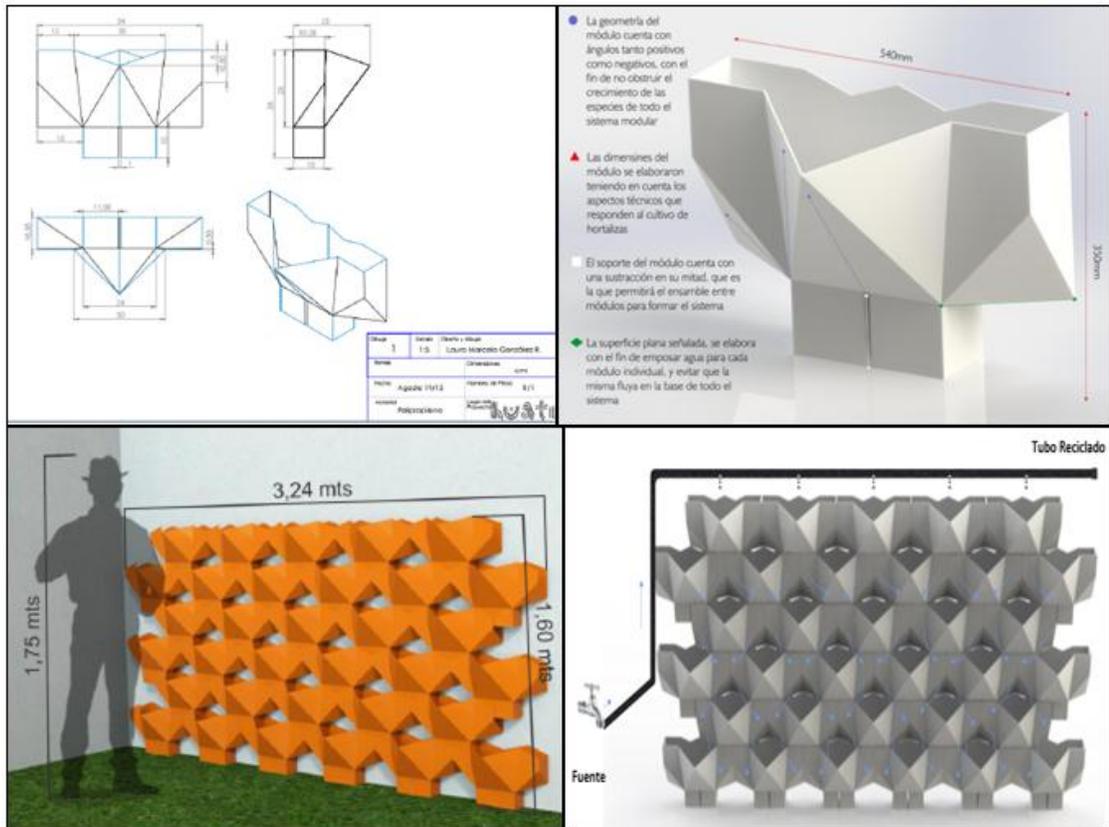
Fuente: Proyecto 754 Secretaría Distrital de Desarrollo Económico

## 1.2 ANTECEDENTES EXTERNOS

### 1.2.1 PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA PRODUCTIVA PARA HUERTAS URBANAS DE LA UNIVERSIDAD DEL VALLE

En el año 2015 la diseñadora industrial Laura Marcela González de la Universidad del Valle presentó su trabajo de grado titulado “Casa huerta, una propuesta de Agricultura Urbana”. En este la autora presenta un diseño para una estructura de siembra para huertas caseras. Para ello se realizó un trabajo de campo en la urbanización Llano Verde, en el Barrio Ciudad Córdoba en la ciudad de Cali y se contó con la asesoría de un Ingeniero Agrónomo para el diseño del sistema de riego de la estructura.

**Figura 2 Estructura para siembra en agricultura urbana Universidad del Valle**



**Fuente: Trabajo de grado “Casa huerta, una propuesta de Agricultura Urbana”**

La autora aborda el problema de la realización de estructuras usadas para la siembra en huertas urbanas, la cual se realiza casi siempre de manera empírica, desde el punto del Diseño Industrial ella hace una propuesta innovadora que pretende optimizar el espacio disponible para la producción y mejora técnicas convencionales como por ejemplo el riego manual. Una de las conclusiones de este trabajo es que los proyectos de agricultura urbana se realizan de manera muy recursiva y experimental haciendo que el espacio de las huertas no sea explotado en su totalidad<sup>4</sup>. Este trabajo tiene una relación con el diseño que se plantea en esta propuesta ya que aporta un referente técnico en la planeación de los sistemas productivos de este tipo.

<sup>4</sup> GONZALEZ RIVERA Laura Marcela. Casa huerta: Una propuesta de Agricultura Urbana. Universidad del Valle Departamento de Diseño Industrial. 2015.

### 1.2.2 PROYECTO PRODUCTIVO BIG CITY FARMS EN BALTIMORE MARYLAND

Desde Febrero de 2011 en Baltimore, Maryland - USA, se creó un proyecto piloto llamado "The Big City Farms". El objetivo de este proyecto es crear una red de agricultores urbanos que cultiven de manera orgánica, esta red tiene el fin de generar ingresos para estos agricultores. Es el planteamiento de un modelo de negocio a gran escala.

Figura 3 Sistema productivo instalado en Maryland



Fuente: Proyecto The Big City Farms

La compañía se encarga de producir hortalizas bajo la modalidad de agricultura orgánica urbana para abastecer otros negocios cercanos como los son los restaurantes y pequeños supermercados. El proyecto piloto consiste en unidades tubulares las cuales llegan a tener hasta 3000 ft<sup>2</sup> de plástico que se encuentran ubicadas en un sitio que es considerado contaminado por causa de la producción industrial, de modo que el proyecto también ayuda a reducir el impacto de la contaminación en esta área de la ciudad.

En este proyecto a pesar de que usan suelo orgánico importado han podido ser capaces de operar en la superficie del suelo que se encuentra preexistente <sup>5</sup> The

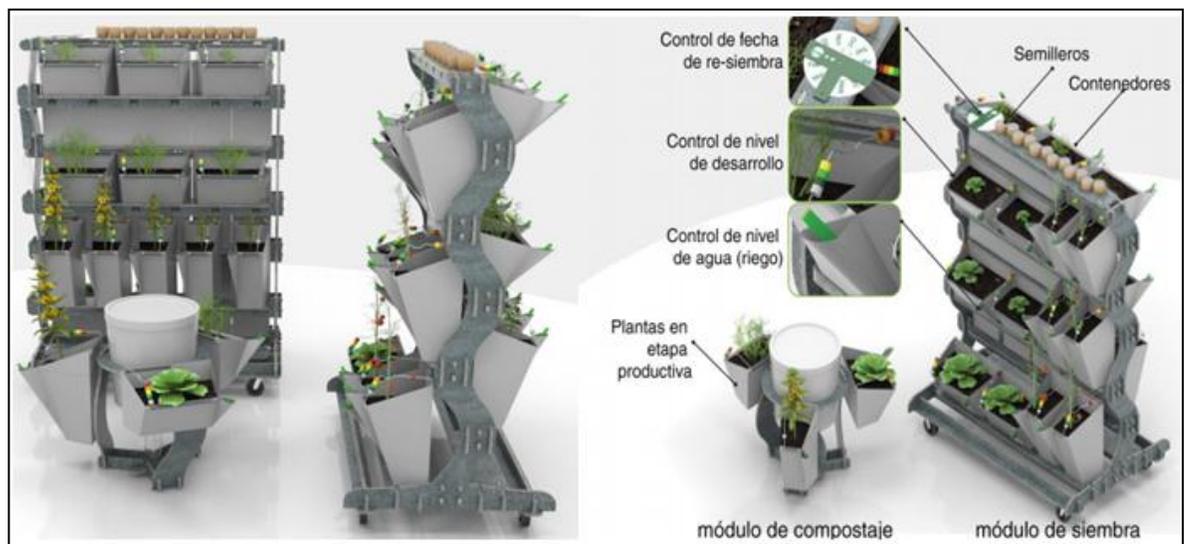
<sup>5</sup> PHILLIPS April. Designing Urban Agriculture. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken New Jersey. 2013. p 38.

Big City Farms se convierte en un referente para el Diseño de Sistemas Productivos de este tipo de agricultura, porque ha implementado desde la tecnología necesaria para la producción hasta la comercialización eficiente de sus productos cumpliendo, no solo con las expectativas de ingresos para sus socios, sino también contribuyendo a la seguridad alimentaria y de ingresos para personas vulnerables, ya que muchas de estas se vuelven parte del proyecto productivo como agricultores.

### 1.2.3 SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DE HUERTAS URBANAS UNIVERSIDAD ICESI

La Diseñadora Industrial Estefanía Gutiérrez presentó su trabajo de grado titulado “Sistema para la elaboración de huertas urbanas como autoabastecimiento en los hogares vulnerables” para obtener su título profesional en el año 2013. La autora identificó que existía una deserción del 70% en los agricultores urbanos de Bogotá debido a la falta de acompañamiento técnico en medio de los procesos de siembra en las huertas, así mismo por falta de adaptación a los espacios físicos y la carencia de recursos y herramientas óptimas para el sostenimiento de los procesos complejos que ocurren en una huerta. Mediante una asociación con la Secretaría de Agricultura y Pesca del Valle del Cauca, la autora logró desarrollar un sistema integrado de con elementos en éste que tienen la función de cumplir una labor pedagógica que le permita a sus usuarios tener un buen desarrollo de las actividades de producción en su huerta<sup>6</sup>

Figura 4 Diseño estructura de siembra en Agricultura Urbana por ICESI



Fuente: Trabajo de grado “Sistema para la elaboración de huertas urbanas como autoabastecimiento en los hogares vulnerables”

<sup>6</sup> GUTIERREZ Cardoso Estefanía. Sistema para la elaboración de huertas urbanas como autoabastecimiento alimenticio en los hogares vulnerables. Universidad ICESI. Departamento de Diseño. 2013.

La creación de este sistema brinda una importante premisa para el desarrollo de este trabajo y es la necesidad de crear diseños que permitan el adecuado manejo de los procesos productivos que existen cuando se implementan huertas urbanas.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Para la identificación del problema se utilizaron dos fuentes principales para recolectar datos y al final mediante un diagrama de espina de pescado se hace el diagnóstico del problema. La primera fuente de información fue de tipo primario en donde se realizaron una serie de visitas de campo. La segunda fue de carácter secundario de entidades como la FAO, RUAF Foundation (Resource Centres on Urban agriculture and food security), y de noticias a nivel nacional.

#### **2.1.1 IDENTIFICACIÓN CON FUENTES PRIMARIAS**

En el transcurso de los meses de Noviembre y Diciembre del año 2015 se realizaron una serie de visitas de campo que, además de las investigaciones teóricas realizadas, permitieron la identificación del problema.

Los hallazgos más importantes de estas visitas fueron los siguientes:

1. El objetivo de los proyectos de Agricultura Urbana de la Secretaría Distrital es ayudar a los agricultores urbanos a hacer planes de emprendimiento. Es decir, más que estar enfocados al autoconsumo, y debido a las exigencias del Plan de Desarrollo para la ciudad, ellos son un puente para que se pueda comercializar todos los productos de Agricultura Urbana de modo que quienes trabajan en ese tipo de cultivo puedan tener ingresos. Esa es una gran diferencia con Corpoica y el Jardín Botánico, ya que estas últimas están más enfocadas en capacitar personas para auto abastecerse, mientras que la Secretaría quiere hacer que las personas que hacen Agricultura Urbana se enfoquen más en una especie de planes de negocio. Sin embargo Corpoica y el Jardín Botánico llevan cerca de 10 años trabajando en este tipo de proyectos, lo cual le da más experiencia que la Secretaría Distrital que apenas formuló el proyecto por primera vez en el 2013.

2. Los recursos financieros con los que cuenta la Secretaría Distrital son asignaciones presupuestales que dependen de cada gobierno. Por ejemplo, para la "Bogotá Humana" la administración tenía otras prioridades y no daba espacio para la Agricultura, entonces solo hasta el 2014 empezaron nuevamente a asignar presupuesto para esos temas. De seis unidades productivas que iban a implementar solo pudieron construir cinco y tuvo que hacerse rápidamente debido a que iban a retirar el presupuesto si no se ejecutaba. En cuanto a los recursos técnicos, además de los profesionales de la propia Secretaría, a pesar de que ellos cuentan con las capacitaciones del Jardín Botánico y Corpioca no se generaron las sinergias necesarias para la implementación de este proyecto. Un ejemplo de lo anterior es que la agricultora encargada de los cultivos de lechuga en la unidad productiva de verbenal estaba sembrando plántulas de lechuga en envases plásticos reciclados sin que el suelo estuviese aislado del recipiente, lo cual es necesario para evitar que haya contaminación. Ello es enseñado por Corpoica en sus capacitaciones.

3. La unidad productiva de verbenal tenía más de 500 lechugas listas para el consumo y a punto de perderse por no tener a quien entregárselas. Estas lechugas se encontraban sembradas junto con plantas aromáticas que también se encontraban en el mismo estado. Además de este inventario a punto de dañarse también se identificó que la estructura de siembra vertical que tenía los siguientes problemas: No tenía la profundidad necesaria para que las plantas crecieran lo suficiente y las que fueron sembradas en el suelo eran más grandes y saludables, los tubos que abastecían de agua a las plantas interrumpían su crecimiento, y la persona encargada de la huerta tuvo un accidente debido a una caída ya que debe subirse a bancos de madera para alcanzar las partes más altas de la estructura. Finalmente la producción de compost se encontraba muy cerca al área en donde se estaban sembrando las plántulas de lechuga.

### **2.1.2 IDENTIFICACIÓN CON FUENTES SECUNDARIAS**

De acuerdo con la publicación de la FAO sobre Agricultura Urbana y Periurbana en América Latina existe una gran desigualdad económica pues el 10% más rico de la población percibe el 48% de los ingresos, y aunque la región produce un 30% más de los alimentos que necesita para alimentar a sus habitantes el hambre afecta a cerca de 52 millones de personas quienes no tienen acceso a los alimentos, la situación se agudizará ya que se espera que un alza prevista del 15% en los alimentos produzca un 12% más de habitantes en situación de inseguridad alimentaria. Se ha encontrado en la Agricultura Urbana una importante estrategia para combatir la inseguridad alimentaria ya que brinda acceso a alimentos a las familias más pobres, y además de mejorar y diversificar su dieta, pone a disponibilidad de los mercados locales alimentos frescos y ricos en micronutrientes a precios competitivos<sup>7</sup> En Bogotá, Medellín y Cartagena se han logrado capacitar cerca de 50 mil personas que desarrollan huertas en diversos espacios urbanos<sup>8</sup>. Recientemente el periódico El Espectador publicó la noticia de un convenio de cooperación entre la FAO y el plan del Gobierno Colombia Siembra, en el que José Graziano, director de la FAO, pide reforzar los planes de acción de la agenda pública para fortalecer la agricultura familiar<sup>9</sup>

Finalmente Según la RUAF, el interés creciente en la Agricultura Urbana ha impulsado diversas tecnologías para la producción de alimentos en las ciudades tales como: tecnología hidropónica, métodos de micro-irrigación usando tambores, estructuras de siembra en techos, entre otras. Sin embargo afirman que las técnicas productivas son válidas siempre que se adapten al entorno urbano y

---

<sup>7</sup>FAO. Agricultura Urbana FAO. [en línea] <<http://www.fao.org/urban-agriculture/es/>> [Consultado en Febrero 01 de 2016]

<sup>8</sup> FAO. Agricultura Urbana y Periurbana en América Latina y el Caribe: Una realidad. Publicaciones FAO. s.f

<sup>9</sup> EL ESPECTADOR. Noticias de Economía. FAO Pide poner atención en Agricultura Familiar Colombiana. [en línea] < <http://www.elespectador.com/noticias/economia/fao-pide-poner-atencion-agricultura-familiar-colombia-articulo-613412>> [Consultado el 28 de Enero de 2016]

además se obtengan los resultados esperados, el clima, los suelos y la disponibilidad de agua potable son factores que alteran el desempeño de esos resultados<sup>10</sup>. En cuanto a los diseños actuales para la producción la entidad muestra que existe la necesidad de generar asistencia técnica en los cultivos que ayude al crecimiento de este tipo de agricultura, pues mucho se realiza de forma experimental<sup>11</sup>

---

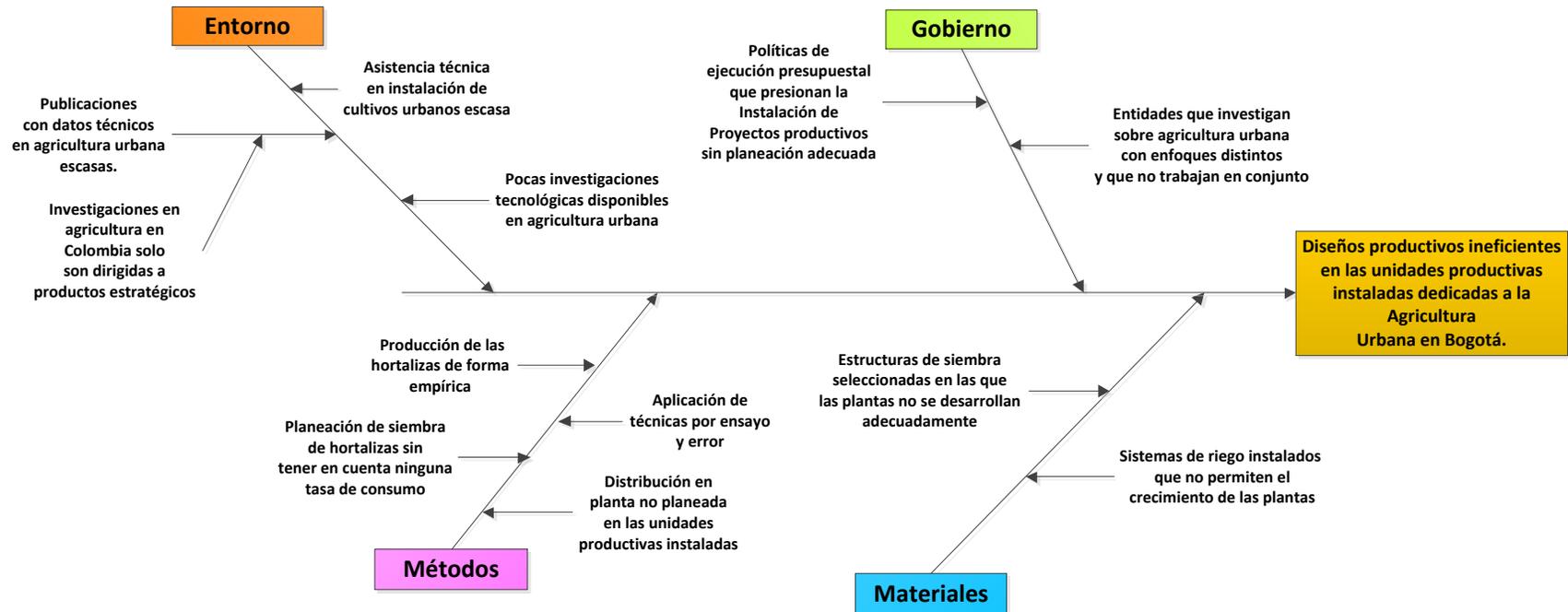
<sup>10</sup> RUAF. Microtecnología para la Agricultura Urbana. Urban Agriculture Magazine – Spanish. [en línea] <<http://www.ruaf.org/publications/urban-agriculture-magazine-spanish>> [Consultado en Enero 28 de 2016]

<sup>11</sup> RUAF. Distance Learning on Urban Agriculture. Course 3 Urban Agriculture Types.[en línea] <<http://moodle.ruaf.org/course/category.php?id=11>> [Consultado en Enero 08 de 2016]

### 2.1.3 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La identificación del problema se delimita al encontrado en los proyectos productivos instalados por la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, para ello se tiene en cuenta la información consultada en las diferentes fuentes.

Figura 5 Identificación del problema con diagrama espina de pescado



Fuente: La autora

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Entidades gubernamentales como la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, el Jardín Botánico y Corpoica se encuentran impulsando proyectos de emprendimiento productivo bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana. La problemática actual en los diseños de los sistemas productivos de agricultura urbana que se han instalado en la ciudad de Bogotá por la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico se evidencia en las debilidades encontradas en donde existen diseños ineficientes con problemas como altos manejos de inventario terminado y hortalizas que no crecen adecuadamente. Lo anterior debido a que las unidades productivas dedicadas a esta actividad han sido constituidas bajo diseños de sistemas inapropiados para el tipo de producto que manejan.

## **2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cómo la Ingeniería Industrial puede contribuir al fortalecimiento de la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana en la ciudad de Bogotá?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema productivo para unidades dedicadas a la siembra de lechuga y plantas aromáticas bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana en la ciudad de Bogotá, con el fin de presentar una propuesta desde la Ingeniería Industrial que contribuya a fortalecer la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana en esta ciudad.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar los procesos de siembra de lechuga y plantas aromáticas que se producen bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana a través de la elaboración de un diagrama de ensamble de operaciones para cada especie.
2. Diseñar el sistema de planeación y producción de lechuga y plantas aromáticas para una unidad de siembra que produce bajo la modalidad horticultura orgánica urbana.
3. Diseñar la distribución en planta para una unidad productiva dedicada a la siembra de lechuga y plantas aromáticas producidas bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana.
4. Presentar mediante un informe final una propuesta desde la Ingeniería Industrial que contribuya a fortalecer la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana en la ciudad de Bogotá siendo este material disponible para consulta pública.

## 4. JUSTIFICACIÓN

### 4.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Los antecedentes y el planteamiento del problema mostrados anteriormente muestran una gran necesidad de generar propuestas técnicas para el diseño de Sistemas Productivos para horticultura orgánica urbana. Este trabajo es realizado debido a los hallazgos encontrados en la visita realizada a la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico en donde se evidenció la existencia de un alto nivel de inventario terminado de hortalizas que podría resultar perdiéndose por falta de planeación en el diseño de la unidad productiva y sus procesos, además de ello la existencia de accidentes por parte de la operaria encargada de los cultivos de las plantas, y la deficiencia en el crecimiento de las plantas debido a las estructuras de siembra instaladas hacen que se amerite la elaboración de una propuesta desde la Ingeniería Industrial que contribuya a fortalecer la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana.

### 4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La agricultura urbana puede hacer una importante contribución a la seguridad alimentaria de las familias, sobre todo en tiempos de crisis y escasez de alimentos. Con el rápido crecimiento de las ciudades en el mundo, las explotaciones agrícolas en el interior o la periferia de áreas urbanas jugarán un papel cada vez mayor para alimentar a su población<sup>12</sup>.

### 4.3 JUSTIFICACION AMBIENTAL

El cambio climático es una amenaza concreta para la producción de alimentos haciendo que los ciclos productivos de los cultivos en zonas rurales cada vez sean más afectados por fenómenos climatológicos y que las zonas de producción sean cada vez más escasas. Los proyectos productivos en Agricultura Orgánica Urbana contribuyen al cuidado del medio ambiente porque mejora el manejo de residuos sólidos en las ciudades, en donde solo el 2% de estos se manejan de forma adecuada, y porque ayuda a mitigar el cambio climático al aumentar zonas verdes al interior de las ciudades. Este tipo de producción puede usar ese residuos para la elaboración de abono orgánico ayudando de ese modo a contribuir a las políticas ambientales de las ciudades<sup>13</sup>

---

<sup>12</sup>FAO. Publicaciones Sala de Prensa. [en línea] <  
<http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2005/102877/index.html>> [Consultado en Febrero 10 de 2016]

<sup>13</sup> Ibid; p 12

## 5. ALCANCE O DELIMITACIÓN DE LA PROPUESTA

### 5.1 ALCANCE CONCEPTUAL

El diseño presentado en este trabajo tiene como fin ayudar a fortalecer el cuerpo técnico documental disponible en sistemas productivos en Agricultura Urbana sin constituir un estudio de factibilidad. El sistema productivo que se pretende diseñar tiene como referencia conceptual las unidades productivas instaladas por la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico en la ciudad de Bogotá bajo el proyecto 754 en agricultura urbana, ya que este tipo de sistemas productivos tiene no solo el propósito de fomentar la seguridad alimentaria en la ciudad sino que además busca generar una fuente de ingresos para las personas de escasos recursos que trabajen en estas unidades. Estas personas son, en su mayoría, familias o individuos desplazados de origen campesino con amplia experiencia en agricultura. La delimitación del Sistema Productivo es la siguiente:

- **Dimensiones del terreno del Sistema Productivo:** Se toma como terreno disponible un área de al menos 170 metros cuadrados. Se asume como parámetro las medidas publicadas por la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico en la presentación del proyecto 754 de Agricultura Urbana. Sin embargo, al final del Diseño la ocupación de este puede tener un requerimiento mayor o menor de espacio.
- **Funciones del Sistema Productivo:** Las funciones del Sistema Productivo que serán diseñadas se conciben netamente desde el área de producción dejando de lado funciones como: manejo de canales de distribución para la comercialización y la logística física de distribución. El Sistema producirá lechuga tipo romana y manzanilla, siendo la lechuga el cultivo principal destinado al consumo y la manzanilla el cultivo de apoyo para el buen desarrollo de la lechuga. Lo anterior debido a que en agricultura orgánica se busca no manejar cultivos con agroquímicos sino con herramientas de tipo ecológico. También el sistema producirá los siguientes tres insumos básicos: el compost para el abono orgánico de los suelos, el extracto vegetal de manzanilla necesario para el control de una de las plagas que más ataca a los cultivos de lechuga, y las plántulas de la lechuga y manzanilla.
- **Aspectos que serán diseñados:** Después de caracterizar los procesos mediante la elaboración de dos diagramas de ensamble de operaciones se harán los siguientes dos diseños. El primero es el diseño del plan de producción que incluye: estimación de una tasa de consumo de lechugas sin llegar a la profundidad de un estudio de mercado o análisis de demanda detallado, cálculo de recursos a través de un balanceo de línea, elaboración del plan agregado de producción y cronograma de siembra y cosecha teniendo en cuenta los tiempos de producción de los insumos mencionados en el punto anterior, y finalmente el plan y políticas de inventario de los productos e insumos perecederos del sistema. El segundo consiste en el diseño de la distribución en planta de la unidad productiva teniendo en

cuenta no solo restricciones de espacio sino de tipo legal, sanitario y ambiental.

## **5.2 ALCANCE GEOGRÁFICO**

El Diseño del Sistema Productivo se realizará pensando en que este se encuentre ubicado en la ciudad de Bogotá. Lo anterior debido a que las especies que se proponen en el cultivo se adaptan a las condiciones climáticas de esta ciudad.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1 DEFINICIÓN DE LA HORTICULTURA URBANA

Los sistemas de suministro de alimentos para las ciudades han tenido que enfrentar a lo largo de la historia diversos factores que los someten a grandes exigencias<sup>14</sup>. Desde las ciudades industriales, en donde los trabajadores se veían obligados a cultivar sus propios alimentos, hasta hoy, en donde el rápido crecimiento demográfico de las ciudades hace que entidades gubernamentales generen diversas políticas y estrategias para garantizar la seguridad alimentaria de sus habitantes, la agricultura se ha presentado como uno de los sectores que más ha ocupado las agendas públicas a pesar de haber pasado por periodos en los que su desarrollo ha sido supeditado al progreso de otros sectores de la economía<sup>15</sup>.

En este proceso de desarrollo expertos han identificado una de las características principales de la agricultura a la que han llamado “Principio de Integración” el cual nos permite reconocer tres tipos de relaciones en las que la agricultura se ha integrado al organismo urbano<sup>16</sup>

Figura 6 Principio de Integración en Agricultura Urbana



Fuente: RUAF

Es en este contexto en el que se empieza a desarrollar el concepto de agricultura urbana, en donde puede verse diferenciada de la agricultura rural y peri urbana

<sup>14</sup> Ibid; p 12

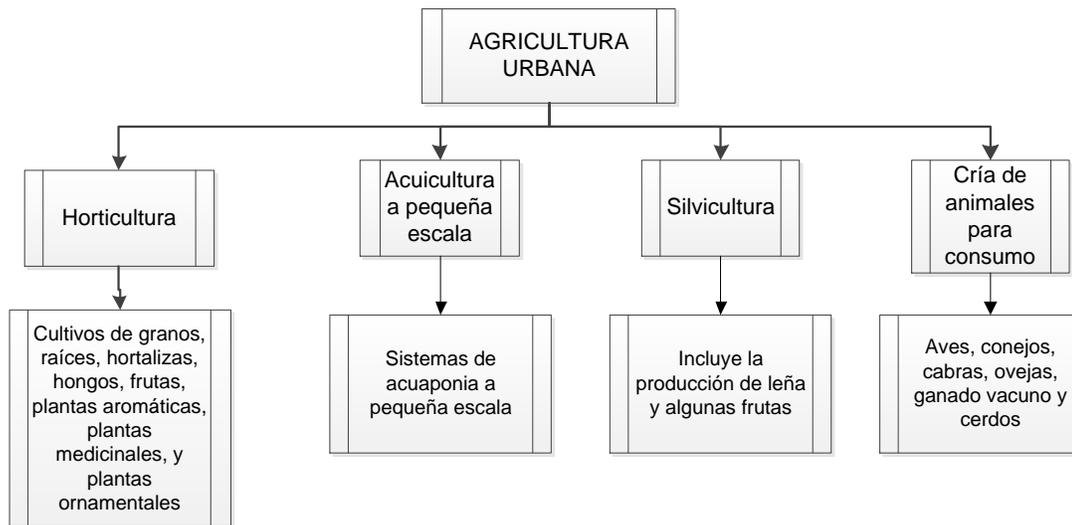
<sup>15</sup> FEDESARROLLO. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. La Imprenta Editores S.A. 2013.

<sup>16</sup> SGUA. Agricultura Urbana: Concepto y definición. Revista Agricultura Urbana No 7. 2001.

principalmente en el grado de integración e interacción que ésta presenta en relación a los otros dos tipos de agricultura.

Por otro lado, además de ser definida con base en sus relaciones con el ecosistema de las ciudades, la agricultura urbana también ha sido caracterizada de acuerdo al tipo de productos que genera. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a la agricultura urbana como el cultivo de plantas y cría de animales en el interior de las ciudades<sup>17</sup>. De acuerdo con esta entidad, la Agricultura Urbana puede caracterizar su producción de la siguiente manera:

**Figura 7 Mapa conceptual Agricultura Urbana**



**Fuente: La Autora con base en información publicada por la FAO.**

Según lo expuesto, la horticultura urbana puede definirse como la rama de la agricultura urbana encargada de la producción de granos, raíces, hortalizas, hongos, frutas y plantas medicinales, aromáticas y ornamentales la cual se encuentra localizada en áreas al interior de las ciudades con el propósito de suplir necesidades de abastecimiento alimentario, en donde su característica principal no es su ubicación sino el hecho de que se encuentra integrado e interactúa con el ecosistema urbano tomando de él diferentes recursos que utiliza en sus procesos productivos para al final reintegrar, a la misma zona en donde se encuentra, diversos tipos de productos tanto alimentarios como no alimentarios<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Ibid; p 12

<sup>18</sup> Ibid; p 12

## 6.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN DE LA HORTICULTURA URBANA

### 6.2.1 TIPOS DE HORTICULTURA URBANA

Dependiendo de las personas que desarrollan este tipo de proyectos productivos y del alcance que éstos tengan, la Fundación RUAF (Resource Centres on Urban Agriculture and Food Security) ha identificado cuatro tipos de Horticultura Urbana junto con sus principales características.

Tabla 1 Tipos de Agricultura Urbana

Tipo de horticultura urbana	Características
<p>Micro-cultivos en y alrededor de la casa</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Actividad de tiempo parcial</li> <li>* Es usada para suplir principalmente las necesidades de la familia o para generar un ingreso menor</li> <li>* Suele ser implementada por familias con bajos recursos económicos</li> <li>*Por su bajo impacto económico suele ser ignorada por las autoridades, sin embargo su impacto en la seguridad alimentaria urbana es muy significativo</li> </ul>
<p>Huertas comunitarias e institucionales</p>  <p><i>*Huertas escolares en Lima</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Actividades que se realizan para autoconsumo, ocio, o educación, dentro del contexto de los diferentes programas de las entidades.</li> <li>* Las huertas se encuentran en sitios como: escuelas, iglesias, parques públicos, áreas abiertas (vías del tren, caminos, entre otros)</li> <li>* Las actividades son desarrolladas en espacios desde 500 m<sup>2</sup> hasta 4 hectáreas.</li> <li>*Usan técnicas de cultivo más avanzadas como: viveros, cultivos bajo túneles, sistemas de irrigación por goteo, entre otras.</li> <li>*Las parcelas son administradas por miembros de la misma comunidad.</li> </ul>
<p>Sistemas de producción especializados a pequeña escala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Producción normal semi-intensiva con una fuerte tendencia a incrementar la intensificación y el uso de complejas técnicas de producción.</li> <li>* Estos sistemas de producción son muy importantes para el crecimiento de economía local</li> </ul>

	<p>y la generación de ingresos de habitantes pobres y de clase media.</p> <p>*La producción está orientada hacia el mercado por lo que se genera una fuente de ingresos (principal o secundaria) para los productores.</p>
<p>Grandes empresas de gran escala</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Se encuentran principalmente en áreas peri-urbanas</li> <li>* Producción intensiva y en grandes cantidades</li> <li>* Usan tecnologías avanzadas</li> <li>* Uso de mano de obra asalariada y escala de explotación mayor</li> </ul>

Fuente: RUAf. Distance Learning on Urban Agriculture

## 6.2.2 LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y LA HORTICULTURA URBANA

### 6.2.2.1 DEFINICIÓN DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA Y SU RELACIÓN CON LA HORTICULTURA ORGÁNICA URBANA

Paralelo al desarrollo de la horticultura urbana ha surgido una modalidad de producción llamada “Producción Orgánica”, en la cual se pretende que las actividades agrícolas usen el mínimo, o incluso no utilicen, insumos de origen químico. En vez de ello en este tipo de producción se busca que las actividades estén enmarcadas dentro de la llamada “agricultura limpia”<sup>19</sup>

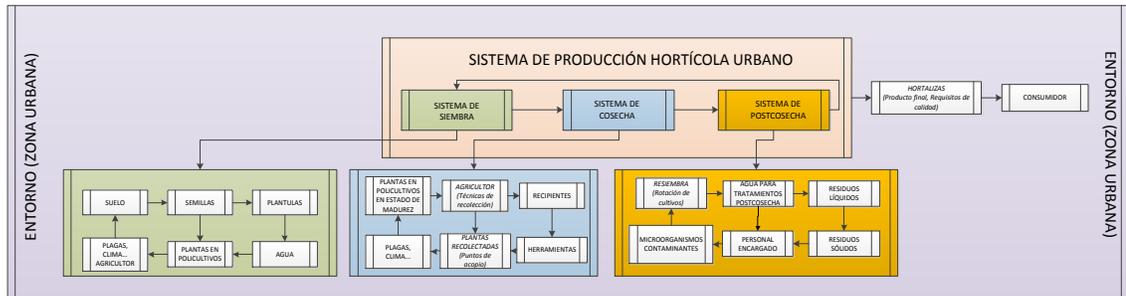
### 6.2.2 DEFINICIÓN DE UN SISTEMA PRODUCTIVO HORTÍCOLA URBANO

Teniendo en cuenta el propósito de este trabajo, un sistema productivo hortícola urbano puede definirse como un conjunto de sub-sistemas cuyas acciones están relacionadas con el propósito de transformar orgánicamente (sin uso de agroquímicos) semillas en plantas aptas para el consumo humano de forma constante usando áreas blandas o duras al interior de las ciudades. En la figura puede observarse que los elementos que componen a un sistema de producción hortícola urbano son subsistemas, en donde cada uno de ellos corresponde a cada una de las tres etapas que se especificaron en la tabla esta distinción se elaboró debido a la cantidad de elementos que se relacionaban en la siembra, cosecha y poscosecha<sup>20</sup>

<sup>19</sup> GUERRERO Juan Fernando & CUELLO Julio. Agricultura Orgánica. Publicaciones Corpoica. 2010.

<sup>20</sup> VENEGAS Raúl & SIAU Gustavo. Conceptos, Principios y Fundamentos para el Diseño de Sistemas Sustentables de Producción. Agroecología y Desarrollo CLADES. 1994.

Figura 8 Sistema de producción hortícola urbano



Fuente: La autora con base en información publicada por Vanegas & Siau

### 6.3 DISEÑO DE PROCESOS PRODUCTIVOS

El proceso de producción se constituye como el elemento central de un sistema productivo, el cual está constituido por actividades que de forma coordinada suponen la ejecución física de la producción<sup>21</sup> Estas actividades, también denominadas operaciones, tienen una característica importante y es que cada una de estas operaciones debe “agregar valor”, es decir, aportar algo que hace el producto avance hacia su función final<sup>22</sup> de modo que aquella serie de actividades relacionadas hacen que la materia prima inicial tenga un menor valor al producto final<sup>23</sup> La Ingeniería de Métodos es una de las especialidades de la Ingeniería Industrial que proporciona herramientas para que los procesos sean diseñados de tal manera que estos añadan valor al producto final.

#### 6.3.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Dentro de la Ingeniería de Métodos existen herramientas de gran utilidad para el diseño de sistemas productivos, dentro de estas se encuentran aquellas que brindan un panorama de los procesos actividad por actividad con el fin de poder identificar y establecer solo aquellas que agregan valor. Para ello, una de las metodologías más utilizadas es la elaboración de diagramas que permiten visualizar el flujo de las actividades a lo largo del proceso.

El diagrama de ensamble de proceso representa, por medio de varios símbolos, de forma detallada cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones, y otras actividades relacionadas como transportes, inspecciones, almacenamientos y demoras. Este diagrama contiene información importante como los tiempos asignados para las diferentes actividades y las cantidades de

<sup>21</sup> CUATRECASAS Lluís. Diseño Avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Bresca Editorial, S.L Barcelona. 2009.

<sup>22</sup> SUÑÉ Albert, GIL Francisco & ARCUSA Ignacio. Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. Ediciones Diaz de Santos S.A. 2004

<sup>23</sup> ROMERO Luis Enrique. Principios Básicos de los Sistemas de Producción. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. 2012.

materias primas que deben usarse para la elaboración del producto que se está analizando <sup>24</sup>

Los símbolos que contiene este diagrama y su significado son:

**Tabla 2 Figuras diagrama de ensamble de operaciones**

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>
	Este círculo denota una operación (transformación química o física de la materia prima).
	Este cuadrado denota una inspección la cual es un examen para determinar la conformidad con un estándar.
	Esta flecha significa transporte, que se define, como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.
	Este símbolo representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo.
	Este triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y se protege en un determinado lugar para que nadie lo remueva sin autorización.
	Representa una entrada de material al proceso.
	Representa el flujo de material dentro del proceso.

Fuente: Niebel y Freivalds

<sup>24</sup> NIEBEL Benjamin & Freivalds A. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo. Mc Graw Gil/Interamericana Editores. México D.F. 2009.

## 6.4 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La aplicación de principios fundamentales de planificación y control de la generación de productos son implementadas en prácticamente toda organización, ya que una de las principales funciones de éstas en la producción de bienes o servicios a partir de ciertos procesos. La implementación de la planeación de la producción ayuda a que las organizaciones sean efectivas y eficientes<sup>25</sup>. La planificación de la producción de cultivos hortícolas busca ofrecer productos de forma regular y que tengan ciertos estándares de calidad como para ser consumidos de manera segura. A la hora de planificar este tipo de productos, se presentan una gran cantidad de variables que intervienen en la mayor parte de los datos que se trabajan como, parámetros climáticos, plagas, enfermedades, disponibilidad de las plantas o semillas, técnicas de cultivo, etc<sup>26</sup> Lo anterior hace que la planeación de la producción en éste ámbito no solo considere este tipo de interacciones sino que utilice aquellas herramientas que le permitan modelar, lo mejor posible, la dinámica de este tipo de sistemas.

### 6.4.1 Capacidad de un Sistema Productivo

El concepto de capacidad se encuentra ligado a la cantidad máxima que una unidad productiva es capaz de producir en un determinado periodo de tiempo, mide la cantidad que un proceso puede producir en relación con los recursos utilizados para ello<sup>27</sup>. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la capacidad de producción de un sistema está condicionada por ciertas restricciones, por tanto la capacidad puede ser vista como la cantidad de producción óptima para una factoría teniendo en cuenta las restricciones físicas y técnicas de cada proceso<sup>28</sup>.

En el diseño de un sistema productivo el análisis de la capacidad permite una ejecución correcta de los planes de producción al asegurar que las cantidades correctas de producto estarán disponibles para ejecutar dichos planes<sup>29</sup>

### 6.4.3 CÁLCULO DE RECURSOS DE UN SISTEMA PRODUCTIVO

El balanceo de línea es una herramienta mediante la cual puede calcularse los recursos técnicos y humanos de un Sistema Productivo. Este es considerado un problema de diseño en el que debe nivelarse o “balancearse” los recursos de acuerdo a una tasa de demanda<sup>30</sup>. El objetivo del balanceo de líneas es asignar

---

<sup>25</sup> CHAPMAN Stephen. Planificación y Control de la Producción. Pearson Educación de México S.A. México D.F. 2006.

<sup>26</sup> GUANCHE Arturo. Planificación de cultivos hortícolas. Cabildo Tenerife. 2010.

<sup>27</sup> Ibid; p 24

<sup>28</sup> Ibid; p 24

<sup>29</sup> Ibid; p 24

<sup>30</sup> SIPPEN Daniel & Baifin Robert. Planeación y Control de la producción. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. México D.F. 1998.

mejor los recursos que posee un proceso productivo a través de una buena distribución de las tareas en un determinado número de estaciones<sup>31</sup>

Existen diversos métodos que se utilizan para resolver este problema, los más comunes son, al menos, de los siguientes dos tipos: métodos heurísticos como heurísticas de una sola pasada, reglas de back tracking, Helgeson and Birnie, entre otros<sup>32</sup>. También se utilizan métodos exactos, unos más elaborados, como modelos de programación lineal, y otros más sencillos como el siguiente:

$$\text{Dato de Balanceo} = \frac{\text{Demanda (ti)}}{\text{Tiempo disponible}} \times \frac{\text{Tiempo de ciclo de la operación}}{\text{Eficiencia}}$$

Este dato de balanceo indica el porcentaje de recursos necesarios para cada operación que se ha identificado como parte del proceso productivo.

## 6.5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UN SISTEMA PRODUCTIVO

La distribución en planta de un sistema productivo tiene una gran importancia en el desarrollo de los procesos de fabricación ya que la planta es el marco general en donde éstos se realizan sus actividades. La distribución en planta persigue optimizar la ordenación de las máquinas, personas, materiales y servicios auxiliares de manera que el valor añadido por función sea el máximo<sup>33</sup>

La distribución en planta es una de las decisiones que determinará la eficiencia de las operaciones a largo plazo, en donde deben tenerse en cuenta los siguientes principios básicos para lograr una mayor eficiencia<sup>34</sup>:

- **Principio de integración:** Se refiere al conjunto de factores que interrelacionados entre sí producen el mínimo costo.
- **Principio de mínima distancia recorrida:** Se refiere a la circulación de los factores entre las diferentes secuencias del proceso, a una distancia mínima.
- **Principio de circulación del trabajo:** Se refiere a las disposiciones de las áreas de trabajo que permitan ahorro del espacio, de tiempo entre

---

<sup>31</sup> FLOREZ Carlos & POVEDA Javier. Aplicación de algunos métodos exactos y heurísticos para resolver el problema de balanceo de línea simple. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. 2009.

<sup>32</sup> PINZON Sebastián & SANTA LUNA Mario. Aplicación de métodos heurísticos en la resolución de problemas de balanceo de líneas con estaciones en paralelo. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. 2013.

<sup>33</sup> Ibid; p 25

<sup>34</sup> ORDÓÑEZ Luis. Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2001.

operación y operación, de manejo de secuencia, generando ahorro en tiempo y costo.

- **Principio de utilización efectiva del espacio:** Se refiere a la utilización vertical u horizontal que genere el mínimo costo por estación, área de trabajo, almacenaje.
- **Satisfacción y seguridad:** Se refiere a brindar un ambiente laboral que controle y elimine los factores de riesgo causantes de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional, para garantizar así el bienestar colectivo de la empresa.
- **Flexibilidad:** Se refiere a la posibilidad de reordenar una parte o la integración de la planta con un mínimo costo.

### 6.5.1 EL PROBLEMA DE DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

El problema de configuración de planta consiste en distribuir de manera óptima todos los departamentos que intervengan en un proceso productivo en búsqueda de la economía de los recursos disponibles tales como: espacio y tiempo<sup>35</sup>.

De acuerdo con Rojas Bernal, los problemas de distribución en planta necesitan recolectar, al menos, los siguientes datos para su solución:

- Número de departamentos (entidades físicas que facilitan el desarrollo de algún trabajo)
- Dimensiones físicas de la planta.
- Área por departamento
- Matriz de flujos entre departamentos con el fin de construir el correspondiente diagrama de relaciones.
- Normas técnicas aplicables.

### 6.5.2 MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Los diferentes procedimientos que se han desarrollado para resolver el problema de distribución en planta pueden ser clasificados en las siguientes dos grandes categorías:

- De mejoramiento: Son aquellos métodos en los que, teniendo una distribución inicial, se intenta mejorar dicha solución mediante configuraciones alternativas basada en la ya existente.
- De construcción: Es aquella categoría en la que las configuraciones de planta son desarrolladas desde cero. Se agregan iterativamente departamentos a una distribución parcial hasta que todos han sido asignados.

---

<sup>35</sup> ROJAS Gina Distribución en Planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos genéticos. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 2005.

Dentro de estas dos grandes categorías existen desde los métodos que van desde los clásicos, luego los métodos asistidos por computadora, hasta llegar a los métodos de tipo avanzado como los son los llamados metaheurísticos.

**Tabla 3 Métodos de distribución en planta**

<b>MÉTODOS CLÁSICOS</b>	
<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
SLP	Es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución en planta la cual se encuentra constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos que ayudan a visualizar elementos y áreas involucrados en la planeación <sup>36</sup>
APPLE	Al igual que el modelo SLP este método también sugiere un procedimiento ordenado a la hora de diseñar una planta. Posee una secuencia de 20 pasos.
REED	Reed sugirió algo que llamó un “plan de ataque sistemático” de 10 pasos. Para él las cartas de planeación de la distribución eran lo más importante. En estas cartas había información como: tiempos estándar de cada operación, selección y balance de mano de obra y máquinas, flujo del proceso, y requerimiento de manejo de materiales <sup>37</sup>
<b>MÉTODOS ASISTIDOS POR COMPUTADORA</b>	
CRAFT	Este método heurístico tiene como objetivo minimizar el costo de transporte de una distribución, y solo puede operar hasta para 40 departamentos. Es del tipo de mejoramiento
CORELAP	Es una heurística de construcción que tiene como objetivo maximizar la proximidad, esto es que busca desarrollar una distribución en la que los departamentos con mayor cercanía estén lo más próximos posible. El método se basa en calcular un indicador llamado TCR (Total closeness rating)
ALDEP	Esta heurística tiene la capacidad de distribuir hasta 63 departamentos <sup>38</sup> . Es de tipo de construcción y su objetivo, al igual que el método CORELAP, es maximizar la proximidad. Utiliza un algoritmo de barrido de forma que

<sup>36</sup> ORDOÑEZ Luis. Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2001.

<sup>37</sup> ROJAS Gina Distribución en Planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos genéticos. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 2005.

<sup>38</sup> ORDOÑEZ Luis. Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2001.

	selecciona aleatoriamente un departamento para luego colocar los demás en forma sucesiva dependiendo de las especificaciones de proximidad dadas <sup>39</sup>
<b>MÉTODOS METAHEURÍSTICOS</b>	
Algoritmos genéticos	Son técnicas de búsqueda aleatoria dirigida que están inspirados en los procesos de selección natural. En éstas sus operadores actúan sobre los individuos pertenecientes a cada generación para encontrar soluciones que mejoren la función objetivo <sup>40</sup>
Colonia de hormigas	En este método se busca asignar los recursos computacionales a una serie de agentes (hormigas artificiales) que comunicadas por una feromona artificial, encuentran buenas soluciones <sup>41</sup>
Recocido Simulado	El recocido simulado es un algoritmo que simula el comportamiento de sistemas físicos simples sometidos a un descenso lento y paulatino de su temperatura, busca el mínimo absoluto de cualquier función matemática <sup>42</sup> . Se ha utilizado en tipos de problemas dinámicos de distribución de instalaciones con restricciones de presupuesto <sup>43</sup>

**Fuente: La autora con base en información referenciada en la tabla**

<sup>39</sup> ORDOÑEZ Luis. Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2001.

<sup>40</sup> ROJAS Gina Distribución en Planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos genéticos. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 2005.

<sup>41</sup> DESSENS Luis et al. Optimización de Colonia de Hormigas para resolver el problema de Distribución en Planta. Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial. 2011.

<sup>42</sup> VAZQUEZ Mariano. Un nuevo algoritmo para la optimización de estructuras: el recocido simulado. [en línea] <  
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1084/1168>> [Consultado en Febrero 25 de 2016]

<sup>43</sup> ALVAREZ Aldair & MORENO Alfredo. Distribución de instalaciones: Métodos de solución y aplicaciones recientes. Revistas Unicordoba. 2013.

## 7. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIEDADES DE PLANTAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Los productos que serán sembrados en la unidad productiva diseñada serán dos. Uno de ellos se constituye como el cultivo principal, y el segundo como un cultivo complementario que ayuda a fortalecer el desarrollo del primero. El cultivo principal es la lechuga tipo romana y el segundo la manzanilla.

La lechuga es una de las hortalizas más producidas a nivel nacional, según la Cámara de Comercio de Bogotá<sup>44</sup> en el año 2013 se produjo 79,701 toneladas de lechuga mostrando de ese modo ser una de las hortalizas más consumidas en la canasta familiar. Además de su alto consumo, la lechuga de hoja es una de las plantas que mejor se adaptan a la modalidad de agricultura urbana.

De esta hortaliza existen al menos 30 variedades que pueden ser sembradas en suelo colombiano, para el desarrollo de este trabajo se escogió la lechuga tipo Romana o Cos por las siguientes tres razones. La primera es que al ser un tipo de lechuga de hoja y no de cabeza, la especie se adapta tanto a la siembra en suelo como a la siembra en estructuras de siembra verticales, estas últimas son las más utilizadas en espacios urbanos debido a que ayudan a optimizar el espacio. En segundo lugar las lechugas orgánicas tipo gourmet especializadas para ensalada son un producto con un gran potencial de mercado, lo cual ayudaría a que las familias beneficiadas de las unidades productivas que las cultivan no solo lo hagan para autoabastecimiento sino que en ello encuentren una fuente potencial de ingreso. Finalmente, la lechuga romana es un alimento rico en vitaminas y contribuiría a fortalecer las políticas de seguridad alimentaria.

El cultivo de aromáticas tiene el propósito de crear sistemas alelopáticos que ayudan a fortalecer el desarrollo de la lechuga. La manzanilla es una planta que atrae sírfidos, lo cual es beneficioso para la lechuga ya que los sírfidos consumen a los ánfidos quienes son una de las plagas más dañinas para los cultivos de lechuga<sup>45</sup>. Por otro lado, la manzanilla puede tener diversos usos como la elaboración de extractos vegetales que ayuda a controlar enfermedades del huerto, autoconsumo de las familias que la cultivan, y así como la lechuga, también presenta una creciente dinámica productiva y potencial en el mercado<sup>46</sup>.

Además de las plantas, que son el producto principal, el sistema productivo también fabricará insumos orgánicos necesarios para el manejo agroecológico de los cultivos. Estos insumos son: un extracto vegetal para el control de enfermedades a base de manzanilla, y el compost necesario para aportar materia orgánica al suelo donde se siembran las semillas.

---

<sup>44</sup> CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Manual Lechuga. Bogotá. Núcleo Ambiental SAS, 2015. p 10

<sup>45</sup> JÍMENEZ, Jaime. Aportes al manejo integrado de plagas en cultivos ecológicos de hortalizas con énfasis en cultivos de lechuga. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2007. p 19.

<sup>46</sup> CASTRO, Restrepo D. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Ríonegro. Universidad Católica de Oriente, 2013. p 11.

## 7.1 FICHA TÉCNICA DE LA LECHUGA ROMANA

Tabla 4 Ficha técnica Lechuga Cos Romana

FICHA TÉCNICA LECHUGA ROMANA																	
																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ciclo total cultivo</td> <td>42 a 66 días</td> </tr> <tr> <td>Tiempo germinación</td> <td>5 a 7 días</td> </tr> <tr> <td>Desarrollo plántula</td> <td>7 a 14 días</td> </tr> <tr> <td>Tiempo maduración en suelo</td> <td>30 a 45 días</td> </tr> </tbody> </table>		TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)		Ciclo total cultivo	42 a 66 días	Tiempo germinación	5 a 7 días	Desarrollo plántula	7 a 14 días	Tiempo maduración en suelo	30 a 45 días						
TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)																	
Ciclo total cultivo	42 a 66 días																
Tiempo germinación	5 a 7 días																
Desarrollo plántula	7 a 14 días																
Tiempo maduración en suelo	30 a 45 días																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">OBSERVACIONES GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hora ideal de cosecha</td> <td>6:00 a 10:00 am</td> </tr> <tr> <td>Tiempo de conservación en post-cosecha</td> <td>Hasta 2 semanas</td> </tr> <tr> <td>Temperatura conservación</td> <td>0-1 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad relativa de conservación</td> <td>98-100%</td> </tr> <tr> <td>Tipo de empaque recomendado</td> <td>Canastillas plásticas o Cajas plastificadas</td> </tr> <tr> <td>Cantidad máxima de empaque</td> <td>De 3,5 Kg a 4 Kg</td> </tr> </tbody> </table>		OBSERVACIONES GENERALES		Hora ideal de cosecha	6:00 a 10:00 am	Tiempo de conservación en post-cosecha	Hasta 2 semanas	Temperatura conservación	0-1 °C	Humedad relativa de conservación	98-100%	Tipo de empaque recomendado	Canastillas plásticas o Cajas plastificadas	Cantidad máxima de empaque	De 3,5 Kg a 4 Kg		
OBSERVACIONES GENERALES																	
Hora ideal de cosecha	6:00 a 10:00 am																
Tiempo de conservación en post-cosecha	Hasta 2 semanas																
Temperatura conservación	0-1 °C																
Humedad relativa de conservación	98-100%																
Tipo de empaque recomendado	Canastillas plásticas o Cajas plastificadas																
Cantidad máxima de empaque	De 3,5 Kg a 4 Kg																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARÁMETROS GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre científico</td> <td>Lactuca Sativa. Var longifolia</td> </tr> <tr> <td>Nombre comercial</td> <td>Lechuga Cos o Romana</td> </tr> <tr> <td>Variedad botánica</td> <td>Lechuga de hoja</td> </tr> <tr> <td>Clima requerido para el cultivo</td> <td>Entre los 12 y 24 °C</td> </tr> <tr> <td>Altura del área geográfica requerida</td> <td>1,800 a los 2,800 m.s.n.m</td> </tr> <tr> <td>Hojas</td> <td>Verde, oblonga</td> </tr> <tr> <td>Tipo de producción</td> <td>Constante</td> </tr> </tbody> </table>		PARÁMETROS GENERALES		Nombre científico	Lactuca Sativa. Var longifolia	Nombre comercial	Lechuga Cos o Romana	Variedad botánica	Lechuga de hoja	Clima requerido para el cultivo	Entre los 12 y 24 °C	Altura del área geográfica requerida	1,800 a los 2,800 m.s.n.m	Hojas	Verde, oblonga	Tipo de producción	Constante
PARÁMETROS GENERALES																	
Nombre científico	Lactuca Sativa. Var longifolia																
Nombre comercial	Lechuga Cos o Romana																
Variedad botánica	Lechuga de hoja																
Clima requerido para el cultivo	Entre los 12 y 24 °C																
Altura del área geográfica requerida	1,800 a los 2,800 m.s.n.m																
Hojas	Verde, oblonga																
Tipo de producción	Constante																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tamaño final aproximado</td> <td>Entre 20 y 30 cm</td> </tr> <tr> <td>Peso aprox. Épocas de verano</td> <td>Entre 100 y 120 gr</td> </tr> <tr> <td>Peso aprox. Épocas de lluvias</td> <td>Entre 250 y 300 gr</td> </tr> <tr> <td>Tamaño raíz principal</td> <td>Hasta 30 cm de profundidad</td> </tr> <tr> <td>Tamaño raíces laterales</td> <td>Se desarrollan en la capa superficial del suelo, con profundidad de 5 a 30 cm.</td> </tr> <tr> <td>Semilla</td> <td>Forma exalbuminosa, picuda y plana. Tamaño: 2 a 5 mm.</td> </tr> </tbody> </table>		DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA		Tamaño final aproximado	Entre 20 y 30 cm	Peso aprox. Épocas de verano	Entre 100 y 120 gr	Peso aprox. Épocas de lluvias	Entre 250 y 300 gr	Tamaño raíz principal	Hasta 30 cm de profundidad	Tamaño raíces laterales	Se desarrollan en la capa superficial del suelo, con profundidad de 5 a 30 cm.	Semilla	Forma exalbuminosa, picuda y plana. Tamaño: 2 a 5 mm.		
DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA																	
Tamaño final aproximado	Entre 20 y 30 cm																
Peso aprox. Épocas de verano	Entre 100 y 120 gr																
Peso aprox. Épocas de lluvias	Entre 250 y 300 gr																
Tamaño raíz principal	Hasta 30 cm de profundidad																
Tamaño raíces laterales	Se desarrollan en la capa superficial del suelo, con profundidad de 5 a 30 cm.																
Semilla	Forma exalbuminosa, picuda y plana. Tamaño: 2 a 5 mm.																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">REQUISITOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Del suelo</td> <td>Suelto, de textura franco arenosa, y rico en materia orgánica</td> </tr> <tr> <td>De nutrientes *(Rendimiento de 40 t/ha)</td> <td>Nitrógeno (100 kg/ha), Fósforo (22 kg/ha), Potasio (210 kg/ha), Calcio (40 kg/ha), Magnesio (7 kg/ha)</td> </tr> <tr> <td>De agua / año</td> <td>300 a 600 mm</td> </tr> </tbody> </table>		REQUISITOS		Del suelo	Suelto, de textura franco arenosa, y rico en materia orgánica	De nutrientes *(Rendimiento de 40 t/ha)	Nitrógeno (100 kg/ha), Fósforo (22 kg/ha), Potasio (210 kg/ha), Calcio (40 kg/ha), Magnesio (7 kg/ha)	De agua / año	300 a 600 mm								
REQUISITOS																	
Del suelo	Suelto, de textura franco arenosa, y rico en materia orgánica																
De nutrientes *(Rendimiento de 40 t/ha)	Nitrógeno (100 kg/ha), Fósforo (22 kg/ha), Potasio (210 kg/ha), Calcio (40 kg/ha), Magnesio (7 kg/ha)																
De agua / año	300 a 600 mm																
<p style="text-align: center;"><b>FUENTES DE REFERENCIA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>CORPOICA. Modelo Tecnológico para el cultivo de lechuga en el Oriente Antioqueño. Siembra, s.f</li> <li>DURAN RAMIREZ, Felipe. Producción de Pimentón, Tomate y Lechuga en Hidropónicos. Grupo Latino LTDA. 2009</li> <li>CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Manual lechuga. Bogotá .D.C. Núcleo Ambiental S.A.S, 2015</li> <li>ASOHOFrucOL. Plan Hortícola Nacional [en línea] &lt; <a href="http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_28_PHN.pdf">http://asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_28_PHN.pdf</a>&gt; [Citado en 16 de Febrero de 2016]</li> <li>FAO. Medios y técnicas de producción &lt;<a href="http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s07.htm">http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s07.htm</a>&gt; [Citado en 16 de Febrero de 2016]</li> </ol>																	

## 7.2 FICHA TÉCNICA DE LA MANZANILLA

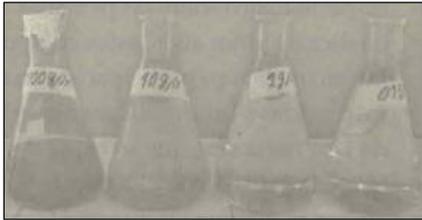
Tabla 5 Ficha técnica Manzanilla

FICHA TÉCNICA MANZANILLA	
	
<b>TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)</b>	
Ciclo total cultivo	74-96 días
Tiempo germinación	4-5 días
Desarrollo plántula	28-35 días
Tiempo maduración en suelo	42-56 días
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>	
Métodos de siembra	Puede sembrarse por siembra directa o por transplante. Esta última es la más recomendada.
Parámetros para la cosecha	La cosecha se realiza una vez por semana durante seis semanas colectando las flores que estén abiertas entre un 50% y 100 %
<b>PARÁMETROS GENERALES</b>	
Nombre científico	Matricaria Chamomilla
Nombre comercial	Manzanilla
Familia	Asteraceae
Clima requerido para el cultivo	Climas fríos moderados a climas templados, aunque resiste heladas y sequías
Tipo de producción	Constante
Tipo de riego recomendado	Aspersión
<b>DIMENSIONES CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA</b>	
Tamaño final aproximado	Entre 50 y 60 cm de altura
Tamaño de la flor	Entre 1 y 2 cm de diámetro
Semilla	Muy diminuta en tamaño. Mil semillas pueden pesar entre 0,088-0,153 gr.
<b>REQUISITOS</b>	
Del suelo	Crece bien en suelos de mediana fertilidad, pero responde muy bien cuando se siembra en suelos ricos en materia orgánica
<b>FUENTES DE REFERENCIA</b>	
1. CASTRO, Restrepo D, DÍAZ García J, SERNA Betancourt R, MARTINEZ Tobon M, URREA P, DURANGO Muñoz K, OSORIOS Durango E. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Universidad Católica de Oriente, 2013. 2. OMPAL S, ZAKIA K, NEELAM M y SRIVASTAVA Kumar M. Chamomile (Matricaria chamomilla L.): An overview. Pharmacognosy Review, 2011. [en línea] < <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210003/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3210003/</a> > [ Citado en Febrero 19, 2016] 3. SECRETARÍA DE AGRICULTURA DEL VALLEDEL CAUCA. Guía Agronómica de los cultivos representativos del departamento para la realización de las estimaciones agrícolas por métodos indirectos. s.f	

### 7.3 FICHA TÉCNICA DEL EXTRACTO VEGETAL DE MANZANILLA

Aunque la siembra de la planta de manzanilla ayuda al control de plagas atrayendo insectos que se consideran benéficos, el extracto vegetal de manzanilla es necesario para controlar una enfermedad principal en la lechuga llamada comúnmente como moho blanco, causada por dos hongos llamados *Sclerotinia minor* y *Sclerotinia sclerotiorum*<sup>47</sup>.

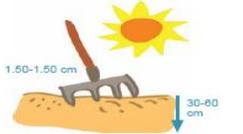
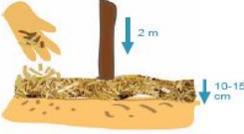
Tabla 6 Ficha técnica biopreparado de Manzanilla

FICHA TÉCNICA EXTRACTO VEGETAL DE MANZANILLA	
	
PARÁMETROS GENERALES	
Técnica de preparación	Método de purines
Enfermedades que combate	Pulgones, Moho blanco y gris
Concentración recomendada	10 gr material vegetal / Litro de agua
Tiempo del efecto fungicida del extracto	15 a 20 días después del punto óptimo de fermentación
Condiciones almacenamiento	Protegido de los rayos del sol y la lluvia
Partes de la planta que se usan	Tallos tiernos, hojas y flores
Insumos necesarios	Material vegetal y agua
Implementos necesarios	guantes, recipiente azul, velo fino.
Tiempo de conservación	Debe usarse inmediatamente. No se almacena
Característica del agua	Preferiblemente usar aguas lluvia, de lo contrario dejarla reposar unas horas antes de usar
TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)	
Tiempo de fermentación	15 días
PASOS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN	
1. Selección del material vegetal	
2. Corte del material vegetal	
3. Pesado del material vegetal	
4. Medición del volumen de agua requerido	
5. Mezcla del material vegetal y el agua	
6. Tapado de la mezcla con velo fino e inicio de la fermentación	
7. Filtrado del extracto vegetal con el velo fino	
FUENTES DE REFERENCIA	
1. JÍMENEZ, Jaime. Aportes al manejo integrado de plagas en cultivos ecológicos de hortalizas con énfasis en cultivos de lechuga. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2007	
2. FAO. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en agricultura urbana y perurbana. Lima. IPES. 2010.	

<sup>47</sup> JÍMENEZ, Jaime. Aportes al manejo integrado de plagas en cultivos ecológicos de hortalizas con énfasis en cultivos de lechuga. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2007. p 24.

## 7.4 FICHA TÉCNICA DEL COMPOST ORGÁNICO

Tabla 7 Ficha técnica Compost Vegetal

FICHA TÉCNICA COMPOST VEGETAL		
		
PARÁMETROS GENERALES		
Técnica de preparación	Compostaje en pila	
Proporción abono/suelo	30 Kg de abono orgánico por cada 10 m <sup>2</sup> de terreno	
Cantidad de abono / pila	Una pila de 1 m de alto proporciona 70 a 90 Kg de abono	
Material utilizado	material vegetal (restos de cosecha, raíces, paja, follaje) , ceniza, estiércol, tierra.	
Altura máxima de la pila	1,50 m	
Altura mínima de la pila	75 cm	
Cuidados generales	1. Al final, la pila debe cubrirse con 3 cm de tierra 2. A partir de las 3 semanas debe revolverse la pila cada 10 días para controlar la aireación	
TIEMPOS DE PRODUCCIÓN (DÍAS)		
Fase termófila	2 a 3 días después de haber preparado la pila	
Fase de enfriamiento o curado	90 días	
FASES DEL PROCESO DE COMPOST		
Fase mesófila	Se preparan las pilas de compost con residuos orgánicos. En esta etapa los microorganismos mesófilos presentes comienzan a descomponer los residuos	
Fase termófila	En esta etapa se alcanza una temperatura entre 40 y 80 °C. Es necesario manejar adecuadamente factores como la humedad, temperatura y aireación.	
Fase de enfriamiento o curado	La temperatura desciende por debajo de los 40 grados y la velocidad de degradación disminuye. Al final del proceso ya existe un equilibrio de la mezcla y se puede emplear el compost en los cultivos	
FORMA DE HACER LA PILA DE COMPOST		
		
Elija un lugar seco y soleado en invierno; se debe aflojar el suelo 30 a 60 cm. de profundidad, sin darle vuelta.	Enterrar en el centro un palo de 2m. de altura. Sobre el terreno suelto, colocar la primera cama con paja o tallos secos.	Sin apisonar la primera capa, agregar una cama con restos de cocina y plantas verdes.
		
Espolvorear una pequeña cantidad de cenizas o cal para evitar los olores cuando empieza la descomposición.	La siguiente cama se hace con estiércol o guano de animales.	Luego otra con tierra. Se debe regar toda la pila.
FUENTES		
1. FAO. Manual una huerta para todos. Roma. División de comunicación de la FAO, 2009		
2. CORPOICA. Aprendiendo y construyendo nuestra huerta urbana escolar. C.I.Tibatá. Produmedios. 2012		

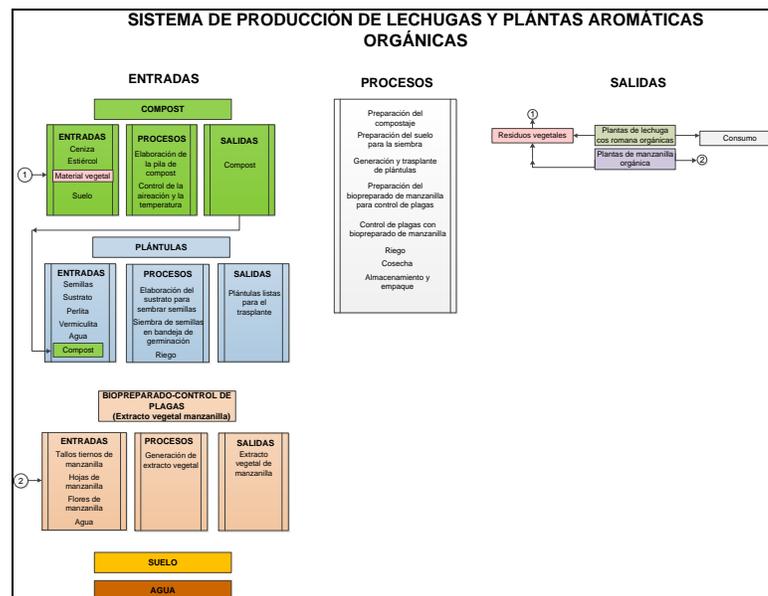
## 8. CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Definir el proceso de producción junto con las herramientas necesarias para llevarlo a cabo es uno de los primeros pasos para diseñar un sistema productivo<sup>48</sup>. Este primer paso tiene como propósito brindar la información necesaria para la elaboración del plan de producción y el diseño de planta. En este trabajo la caracterización se inicia con una descripción del sistema productivo en sus tres aspectos: entradas, procesos y salidas. Posterior a ello se esquematizaron los distintos procesos del sistema necesarios para la producción de la lechuga y la manzanilla por medio de dos diagramas de ensamble de operaciones en los que se resume el proceso de producción de ambas especies. Se entiende que el proceso de preparación del compostaje, suelo, plántulas, y del biopreparado de manzanilla, atienden a la producción de la lechuga y la manzanilla. La lechuga es considerada como el cultivo principal para el consumo y aunque la manzanilla puede ser un producto con potencial de consumo, en este diseño es considerado solo como el cultivo de apoyo para el control de plagas de la lechuga. Finalmente se muestra una tabla resumen en donde se encuentran datos adicionales a los mostrados en los diagramas de ensamble de procesos y que son necesarios para el diseño del plan de producción y la distribución en planta de la unidad.

### 8.1 DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PRODUCTIVO

El sistema productivo diseñado se resume en la siguiente figura:

Figura 9 Sistema de Producción de Lechugas y Plantas Aromáticas Orgánicas



Fuente: La autora

<sup>48</sup> SUÑÉ Albert, GIL Francisco y ARCUSA Ignacio. Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. España. Ediciones Díaz de Santos, 2004. p. 81

## 8.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA COS ROMANA

El proceso de producción de la lechuga cos romana orgánica inicia con la generación de plántulas, éstas deben ser sembradas en semilleros adecuados y en un medio cuyo sustrato esté enriquecido con material orgánico y otros componentes como perlita y vermiculita los cuales ayudan al desarrollo de la planta. Después de 21 días las plántulas deben ser trasplantadas a la estructura de siembra donde finalmente crecen hasta alcanzar un grado de desarrollo en el que la planta sea comestible, este proceso de desarrollo dura alrededor de 56 días. Una vez transcurrido este tiempo la planta está lista para ser cosechada y puede ser almacenada hasta 2 semanas siempre y cuando se garantice una temperatura y humedad relativa de conservación cuyos valores están especificados en la ficha técnica del producto. El proceso de producción de la lechuga será descrito a través un diagrama de ensamble de operaciones.

### 8.2.1 DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LECHUGA COS ROMANA

Para la elaboración de este diagrama se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

- Se tomó como unidad de producción un lote de 128 plantas tomando como estándar una bandeja de germinación genérica de este tamaño.
- Las unidades de medidas de tiempo son en “días”
- Los tiempos de las operaciones fueron dados por dos agricultores con más de 20 años de experiencia en cultivos no solo de lechuga sino también de otras especies.
- Las cantidades necesarias fueron consultadas de las fuentes referenciadas en la ficha técnica de la lechuga.
- Además de la consulta referenciada en la ficha técnica de la lechuga se hicieron distintos cálculos para adaptar las cantidades de los insumos al lote de 128 plántulas.
- Las necesidades hídricas para el cultivo fueron calculadas usando la siguiente fórmula recomendada por la FAO:

$$ET_c = K_c ET_o$$

Donde:

$ET_c$  : Evotranspiración o necesidad hídrica bruta del cultivo (ml agua/día)

$K_c$  : Coeficiente del cultivo en su etapa de crecimiento

$ET_o$  : Evotransporación en la zona geográfica del cultivo de referencia

Para el cultivo de la lechuga se hicieron dos cálculos de necesidad hídrica bruta, el primero para la etapa de germinación de la plántula que se conoce como etapa inicial, y el segundo para su etapa media y final que es cuando las lechugas ya se encuentran trasplantadas en su área de siembra

definitiva. Los coeficientes y el valor de evotranspiración fueron tomados de las siguientes tablas publicadas por la FAO y la UNAD:

**Figura 10 Tablas coeficientes Evotranspiración**

Cultivo	Kc <sub>ini</sub>	Kc <sub>med</sub>	Kc <sub>fin</sub>
Ajo	0,7	1,00	0,70
Alcachofa	0,5	1,00	0,95
Berenjena	0,6	1,05	0,90
Brócoli	0,7	1,05	0,95
Calabacín	0,5	0,95	0,75
Calabaza	0,5	1,00	0,80
Cebolla seca	0,7	1,05	0,75
Cebolla verde	0,7	1,00	1,00
Coliflor	0,7	1,05	0,95
Espárrago	0,5	0,95	0,30
Espinaca	0,7	1,00	0,95
Guisante	0,5	1,15	1,10
Haba verde	0,5	1,15	1,10
Judía verde	0,5	1,05	0,90
Lechuga	0,7	1,00	0,95
Patata	0,5	1,15	0,75
Pepino	0,6	1,00	0,75
Pepino (cosecha a máquina)	0,5	1,00	0,90
Pimiento	0,6	1,05	0,90
Repollo	0,7	1,05	0,95
Tomate	0,6	1,15	0,70 - 0,90
Zanahoria	0,7	1,05	0,95

Mes	°C	p	ETo [mm/mes]	ETo [mm/día]
Ene	20,3	8,28	144,69	4,67
Feb	20,6	7,55	132,93	4,75
Mar	20,7	8,47	149,53	4,82
Abr	20,3	8,31	145,06	4,84
May	20,0	8,69	150,71	4,86
Jun	20,2	8,45	147,24	4,91
Jul	20,7	8,72	153,67	4,96
Ago	20,5	8,62	151,30	4,88
Sep	19,8	8,23	142,02	4,73
Oct	19,2	8,40	142,66	4,60
Nov	19,3	8,03	136,74	4,56
Dic	19,7	8,26	142,12	4,58
Promedio	20,1	8,30	144,90	4,8
Total	1738,67 mm/año			

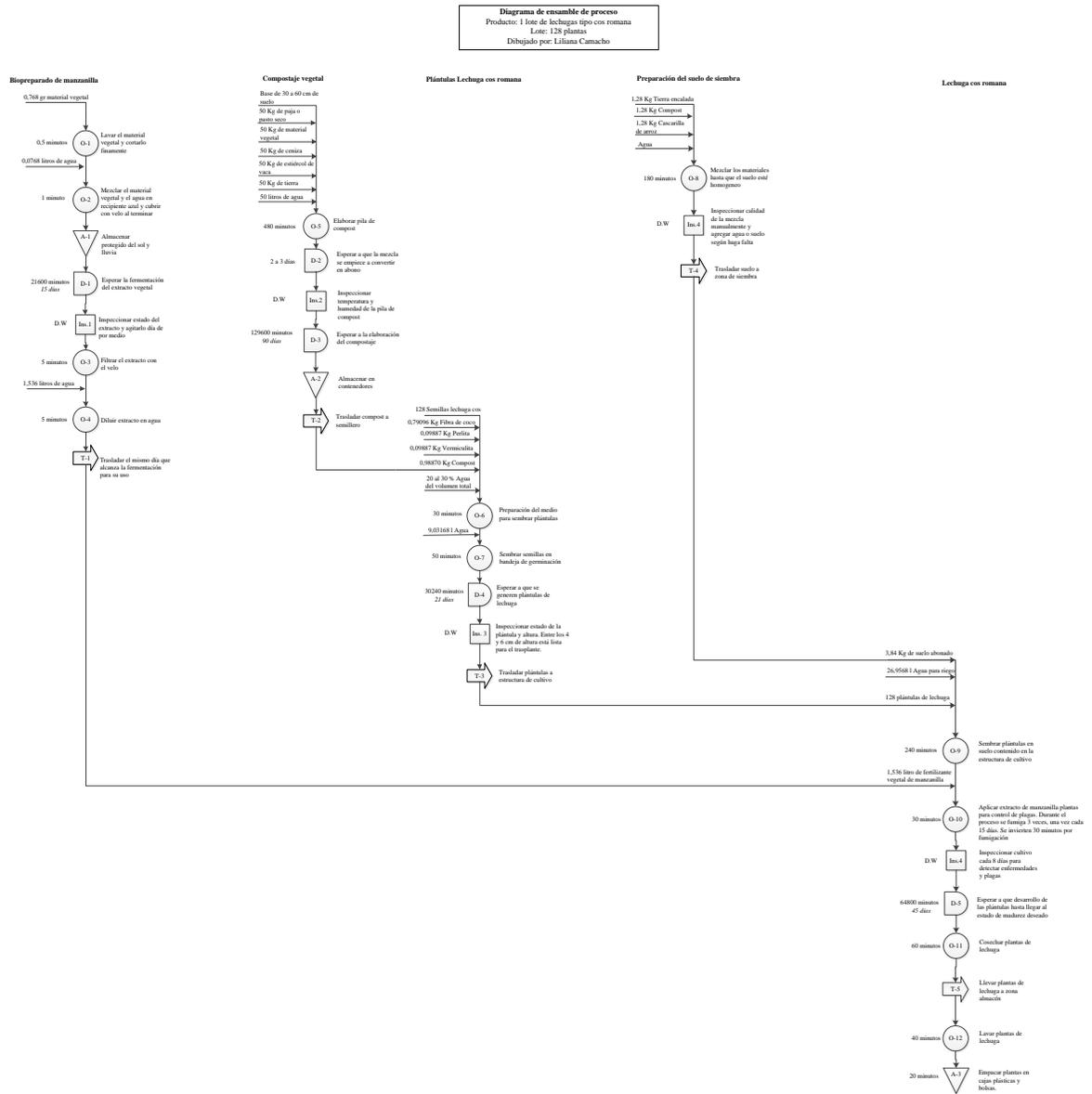
Fuente: FAO y UNAD

**Tabla 8 Cálculo requerimiento hídrico para el Cultivo de Lechuga Romana**

	<b>Etapas germinación</b>	<b>Etapas crecimiento</b>
	ETc	ETc
<b>Kc inicial</b>	0,7	N/A
<b>Kc media</b>	N/A	1
<b>Kc final</b>	N/A	0,95
<b>Eto promedio</b>	4,8	4,8
<b>Días del proceso</b>	21	45
<b>Total requerimiento agua (ml/planta)</b>	70,56	210,6
<b>Cantidad de plantas/lote</b>	128	128
<b>Total requerimiento agua (l/lote)</b>	9,03168	26,9568

Fuente: La autora

**Figura 11 Diagrama de ensamble Lechuga Cos Romana**



Fuente: La autora

### 8.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANZANILLA

El proceso de producción de la manzanilla inicia con la generación de plántulas, éstas deben ser sembradas en semilleros adecuados y en un medio cuyo sustrato esté enriquecido con material orgánico y otros componentes como perlita y vermiculita los cuales ayudan al desarrollo de la planta. Después de 35 días las plántulas deben ser trasplantadas a la estructura de siembra donde finalmente crecen hasta alcanzar un grado de desarrollo que dura alrededor de 56 días. El proceso de producción de la manzanilla será descrito a través un diagrama de ensamble de operaciones.

#### 8.3.1 DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MANZANILLA

Para la elaboración de este diagrama se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

- Se tomó como unidad de producción un lote de 128 plantas tomando como estándar una bandeja de germinación genérica de este tamaño.
- Los tiempos de las operaciones fueron dados por una agricultora urbana con más de 25 años de experiencia sembrando manzanilla.
- Las cantidades necesarias fueron consultadas de las fuentes referenciadas en la ficha técnica de la lechuga.
- Además de la consulta referenciada en la ficha técnica de la manzanilla se hicieron distintos cálculos para adaptar las cantidades de los insumos al lote de 128 plántulas.
- El cálculo del requerimiento de agua para el cultivo de manzanilla se realizó con la misma metodología, pero con un único cálculo de requerimiento hídrico debido a que los estudios realizados sobre plantas aromáticas son muy escasos y no se dispone de una tabla donde se referencien valores para estos cultivos en cada etapa. Se tomó un valor de 1,1 como valor Kc de referencia para otra planta aromática<sup>49</sup>

Tabla 9 Cálculo requerimiento hídrico Cultivo de Manzanilla

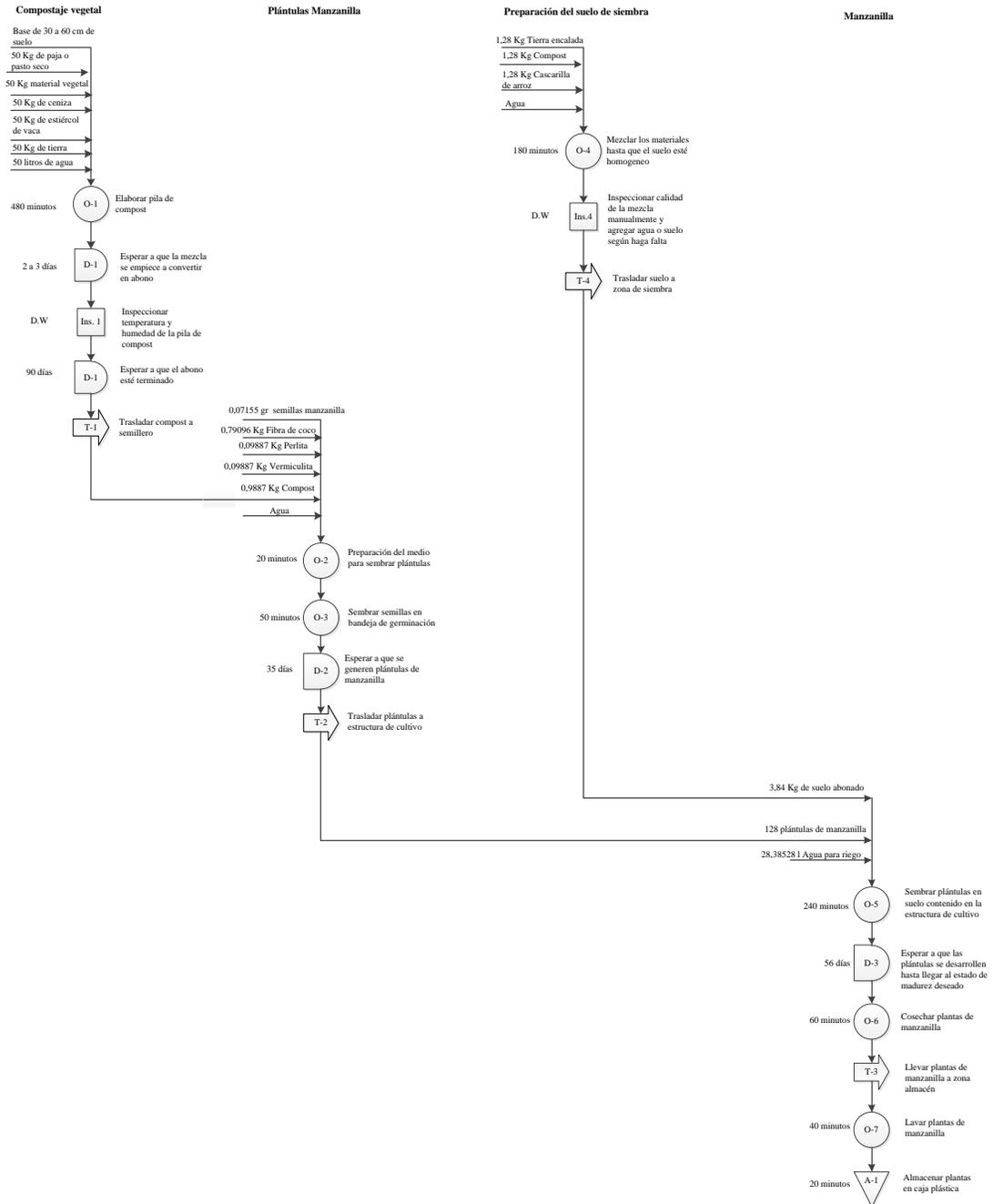
	<b>Etapa crecimiento</b>
	ETc
<b>Kc único</b>	1,1
<b>Eto promedio</b>	4,8
<b>Días del proceso crecimiento</b>	42
<b>Total requerimiento agua (ml/planta)</b>	221,76
<b>Cantidad de plantas/lote</b>	128
<b>Total requerimiento agua (l/lote)</b>	28,38528

Fuente: La autora

<sup>49</sup> DELGADO Adolfo G. Determinación de la lámina de riego para el cultivo de la albahaca genovesa a partir de la variación del coeficiente multiplicador de la evaporación. Universidad del Valle, 2005 p. 63

Figura 12 Diagrama de ensamble Manzanilla

Diagrama de ensamble de proceso  
 Producto: 1 lote de manzanilla  
 Lote: 128 plantas  
 Dibujado por: Liliana Camacho



Fuente: La autora

## 9. DISEÑO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN Y PRODUCCIÓN

### 9.1 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA TASA DE CONSUMO DE LA LECHUGA Y LA MANZANILLA

El contexto de la planeación de la producción de cualquier sistema se encuentra regido por una serie de factores externos e internos<sup>50</sup>. La demanda del mercado constituye uno de los factores externos y un insumo necesario para una adecuada planeación de la producción ya que con ella se toma decisiones sobre los planes de producción, los programas e inventarios<sup>51</sup>

Para el sistema productivo que se propone en este trabajo se estimó una tasa de demanda teniendo en cuenta lo siguiente:

- Puesto que el cultivo principal es la lechuga se toma éste como el producto de consumo y por lo tanto su tasa se estimó realizando un análisis básico de fuentes secundarias.
- El análisis se realizó teniendo en cuenta que el valor agregado del producto para el consumidor radica en que es de carácter orgánico y no en que este haya sido sembrado al interior de la ciudad.
- En el caso de la manzanilla, al ser el cultivo de apoyo para el desarrollo de la lechuga, su “tasa de consumo” se tomó como aquella que necesite el cultivo de lechuga para su desarrollo.

### 9.2 CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA TASA DE CONSUMO DE LA LECHUGA ORGÁNICA

De acuerdo con un estudio publicado por la Universidad Nacional de Colombia sobre el valor agregado de la agricultura orgánica, la venta de productos orgánicos sumó 54.9 billones de dólares a nivel mundial en el año 2009, un 5% más de lo reportado para el año 2008. Este crecimiento se considera atípico ya que durante los 9 años anteriores el crecimiento de ese sector fue superior al 10%. El fenómeno se explica porque la crisis financiera del año 2009 disminuyó el poder adquisitivo de los consumidores y por ende la demanda de productos orgánicos<sup>52</sup>. Según lo anterior y basándose en una consulta realizada al Sr. Richard Probst, un experto en mercado de productos orgánicos, el producto puede ser catalogado como un producto “de lujo” dentro de la canasta familiar, en donde la compra de estos productos corresponde a un mercado elitista.

La estimación de la tasa de consumo de la lechuga romana se inicia con la definición de un público objetivo, luego se proyectó una tasa de consumo tomando datos de la lechuga tradicional, que es este caso es un bien sustituto, y finalmente con la ayuda de un experto en el mercadeo de productos orgánicos se determinó

---

<sup>50</sup> CHASE Richard, JACOBS Robert y AQUILANO Nicholas. En: Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A, 2005. p.578.

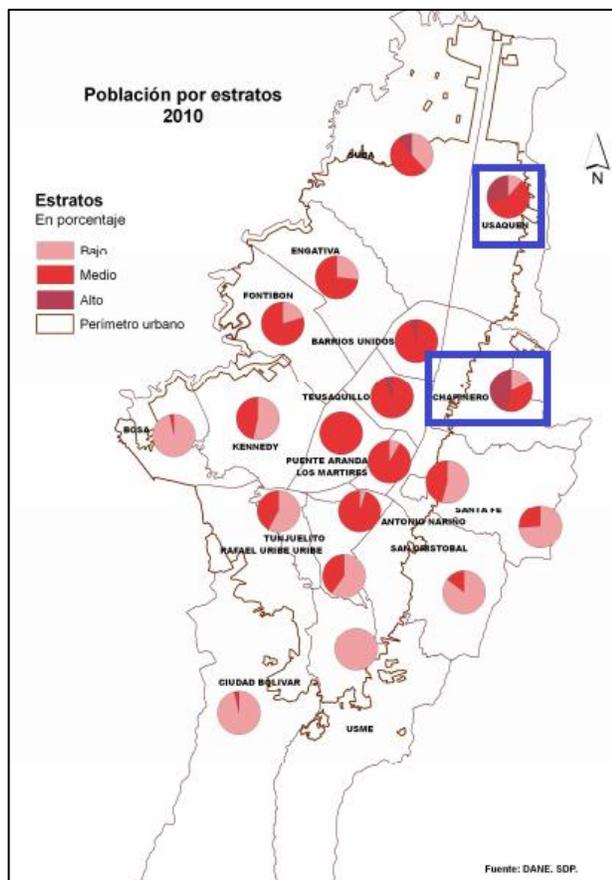
<sup>51</sup> Ibíd, p. 522

<sup>52</sup> UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. En: Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Colombia, 2012. p.33.

el porcentaje que la tasa de consumo que el sistema productivo puede tomar. Lo anterior se constituye en el insumo para poder realizar una planeación de producción orientada hacia el mercado.

El grupo de consumidores al que se pretende llegar es a la población de estratos 5 y 6 que vive en la ciudad de Bogotá. A continuación se muestra un mapa con la proporción de viviendas por estratos en las distintas localidades de la ciudad de Bogotá. El mapa fue tomado del Boletín No 41 de consumo de alimentos y producción de residuos sólidos orgánicos en el uso residencial urbano de Bogotá publicado por la secretaría distrital de planeación en el año 2012, en donde se evidencia que las dos localidades con mayor población en los estratos 5 y 6 son las localidades de Usaquén y Chapinero <sup>53</sup>.

**Figura 13 Población por estratos en Bogotá**



**Fuente: Secretaría Distrital de Planeación**

<sup>53</sup> SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN. Boletín No 41 Bogotá Ciudad de Estadísticas. Consumo de Alimentos y Producción de Residuos Sólidos Orgánicos en el uso residencial urbano de Bogotá D.C. Bogotá D.C Alcaldía Mayor de Bogotá. p. 15

Aunque la mayor concentración de población estratos 5 y 6 se encuentra en la localidad de Chapinero se pretende atender en primer lugar el consumo de la localidad de Usaquén ya que tiene una mayor densidad poblacional que la de Chapinero.

De acuerdo con los datos publicados por el DANE sobre la proyección de población de Bogotá y los datos de proyecciones de población 2005-2020 se estimó una tasa promedio de la cantidad de población para la localidad de Usaquén teniendo en cuenta el comportamiento mostrado para los años 2005, 2011 y 2015.

**Tabla 10 Cálculo proporción de habitantes localidad de Usaquén**

<b>Año</b>	<b>Total Habitantes Bogotá</b>	<b>Total Habitantes Localidad Usaquén</b>	<b>% hab. Usaquén</b>
2005	6840116	444924	6,5%
2011	7467804	474773	6,4%
2015	7878783	494066	6,3%
<b>Promedio % hab. Usaquén en relación con el total de hab. de Bogotá</b>			<b>6,4%</b>

Fuente: La autora con base en información publicada por el DANE

Con esta tasa promedio del 6,4 % y junto con las proyecciones del DANE de la población en Bogotá, se estima el número de habitantes de la localidad de Usaquén para los años 2017 al 2020.

**Tabla 11 Proyección de población para Usaquén 2017 - 2020**

<b>Año</b>	<b>Proyección de población para Bogotá</b>	<b>Proyección de población para Usaquén</b>
2017	8080734	484845
2018	8181047	490863
2019	8281030	496862
2020	8380801	502849

Fuente: La autora con base en información publicada por el DANE

De acuerdo con un estudio publicado por la Secretaría de tránsito y transporte de la Alcaldía Mayor de Bogotá sobre la caracterización socioeconómica de Bogotá y la Región, la proporción de habitantes de la localidad de Usaquén por estrato es la siguiente:

Figura 14 Distribución de la población por estrato y localidades

No.	LOCALIDADES	ESTRATO BAJO	ESTRATO MEDIO	ESTRATO ALTO	TOTAL	ESTRATO PROMEDIO
1	Usaquén	11.1	56.7	32.2	100.0	3.9
2	Chapinero	12.8	33.6	53.6	100.0	4.3
3	Santa Fe	85.2	14.8	-	100.0	1.8
4	San Cristóbal	85.8	14.2	-	100.0	1.8
5	Usme	100.0	-	-	100.0	1.5
6	Tunjuelito	67.2	32.8	-	100.0	2.2
7	Bosa	97.4	2.6	-	100.0	1.6
8	Kennedy	42.3	57.7	-	100.0	2.7
9	Fontibón	13.1	86.9	-	100.0	3.2
10	Engativá	14.7	85.3	-	100.0	3.2
11	Suba	35.8	47.0	17.2	100.0	3.1
12	Barrios Unidos	-	97.2	2.8	100.0	3.6
13	Teusaquillo	0.1	92.9	7.0	100.0	3.6
14	Los Mártires	5.7	94.3	-	100.0	3.4

Fuente: Elaborada por la Secretaría de tránsito y transporte con información directa del DANE y del DAPD

En el estudio elaborado por la Secretaría de Tránsito se entiende por estrato alto a los estratos 5 y 6<sup>54</sup>. La población de los estratos 5 y 6 proyectada para la localidad de Usaquén es la siguiente:

Tabla 12 Proyección de la población estrato 5 y 6 en Usaquén

Año	Proyección de población de Usaquén (100%)	Proyección de población de Usaquén estratos 5 y 6 (32,2%)
2017	484845	156120
2018	490863	158057
2019	496862	159989
2020	502849	161917

Fuente: La autora con información publicada por la Secretaría de tránsito y el DANE

El siguiente paso es calcular el consumo per cápita de lechuga de la siguiente manera:

$$\text{Consumo per cápita}_{\text{año } n} = \frac{\text{Producción nacional}_{\text{año } n} - \text{Exportaciones}_{\text{año } n} + \text{Importaciones}_{\text{año } n}}{\text{Total población colombiana}_{\text{año } n}}$$

Los datos de exportaciones, importaciones y producción para el cálculo del consumo per cápita de lechuga fueron consultados desde el año 2000 hasta el año 2015 en la base de datos de Agronet y su comportamiento fue el siguiente:

<sup>54</sup> SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE. Caracterización Socioeconómica de Bogotá y la Región. Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. p.10

Figura 15 Exportaciones de lechuga año 1997 a 2015



**Exportaciones, 1997 - 2015**

0705110000 Lechugas repolladas, frescas o refrigeradas.  
0705190000 Las demás lechugas (lactuca sativa), frescas o refrigeradas.

↳ Dar doble clic para ver el detalle de los países

	Volumen (ton)	Valor (US\$/FOB)	Precio Implícito (US\$/ton)	Variación Valor	Variación Volumen
1997	0,42	502	1.195	0,0%	0,0%
1998	0,93	261	280	-48,0%	122,1%
1999	26,01	27.396	1.053	10.396,6%	2.687,8%
2000	434,78	279.189	642	919,1%	1.571,6%
2001	278,25	165.589	595	-40,7%	-36,0%
2002	19,28	16.222	842	-90,2%	-93,1%
2003	14,98	16.689	1.114	2,9%	-22,3%
2004	123,34	82.526	669	394,5%	723,3%
2005	95,66	99.642	1.042	20,7%	-22,4%
2006	177,70	247.559	1.393	148,4%	85,8%
2007	272,15	445.214	1.636	79,8%	53,2%
2008	323,74	383.527	1.185	-13,9%	19,0%
2009	173,08	245.446	1.418	-36,0%	-46,5%
2010	314,57	442.728	1.407	80,4%	81,8%
2011	377,51	487.937	1.293	10,2%	20,0%
2012	356,24	489.529	1.374	0,3%	-5,6%
2013	530,91	577.420	1.088	18,0%	49,0%
2014	145,91	191.124	1.310	-66,9%	-72,5%
2015	4,84	24.844	5.128	-87,0%	-96,7%

Fuente: Reporte exportaciones por cadena productiva Agronet

Figura 16 Importaciones de lechuga año 1997 a 2014



**Importaciones del sector agropecuario, 1997 - 2014**

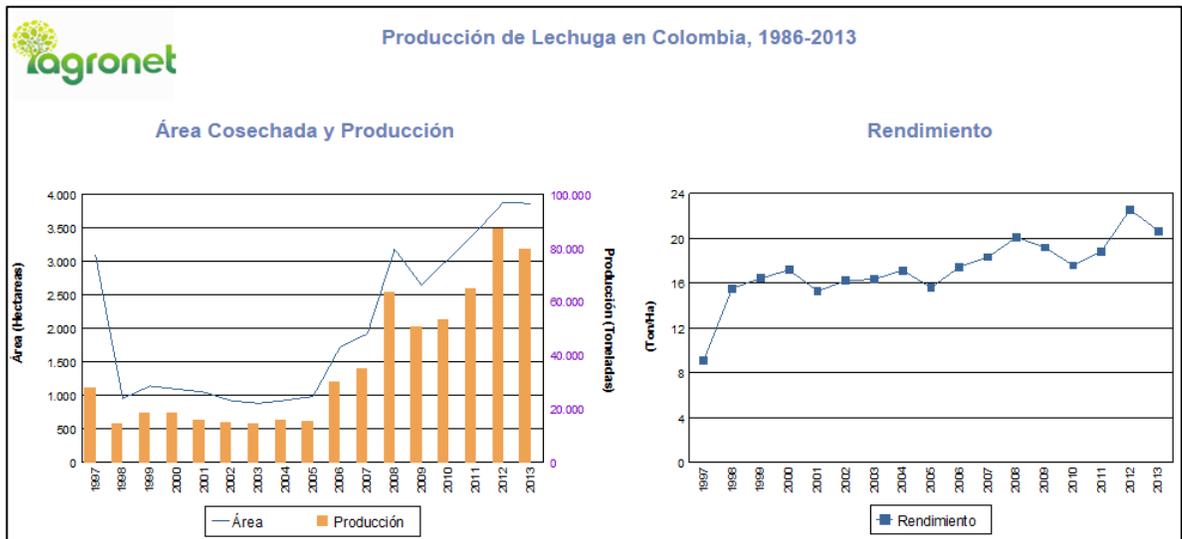
0705110000 Lechugas repolladas, frescas o refrigeradas.  
0705190000 Las demás lechugas (lactuca sativa), frescas o refrigeradas.

↳ De doble clic para ver el detalle de los países

	Toneladas	US\$ CIF	US\$ / ton	Variación volumen	Variación valor
1997	0,8	692	859	0,0%	0,0%
1998	0,4	1.584	3.528	-44,3%	128,9%
1999	0,1	566	5.099	-75,3%	-64,3%
2000	0,7	1.962	2.911	507,2%	246,6%
2001	0,1	263	2.087	-81,3%	-86,6%
2002	0,0	31	31.000	-99,2%	-88,2%
2003	0,0	0	0	-100,0%	-100,0%
2004	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2005	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2006	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2007	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2008	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2009	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2010	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2011	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2012	0,0	0	0	0,0%	0,0%
2013	0,0	0	0	0,0%	0,0%

Fuente: Reporte exportaciones por cadena productiva Agronet

Figura 17 Producción nacional de lechuga año 1997 al 2013



Fuente: Reporte producción nacional por producto Agronet

El total de población fue tomado de las estadísticas publicadas por el DANE. Los cuatro datos anteriores dieron como resultado el siguiente consumo per cápita calculado desde al año 1997 al 2013:

Tabla 13 Consumo per cápita de lechuga 1997 a 2013

Año	Producción (ton.)	Exportaciones (ton)	Importaciones (ton.)	Población (hab.)	Consumo per cápita (ton.)	Consumo per cápita (gr.)
1997	28132	0,42	0,8	38635691	0,000728145	728,1448648
1998	14778	0,93	0,4	39184456	0,000377126	377,1258174
1999	18737	26,01	0,1	39730798	0,000470947	470,9467451
2000	18774	434,78	0,7	40295563	0,000455135	455,1349735
2001	15968	278,25	0,1	40813541	0,000384428	384,4275605
2002	14876	19,28	0	41328824	0,000359476	359,4759919
2003	14398	14,98	0	41848959	0,000343689	343,6888358
2004	15875	123,34	0	42368489	0,000371778	371,7777143
2005	15431	95,66	0	42888592	0,000357562	357,5622161
2006	29996	177,7	0	43405956	0,000686963	686,9633283
2007	35106	272,15	0	43926929	0,000792995	792,9953401
2008	63832	323,74	0	44451147	0,00142872	1428,720388
2009	50684	173,08	0	44978832	0,001122993	1122,993145
2010	53439	314,57	0	45509584	0,001167324	1167,324008
2011	64782	377,51	0	46044601	0,001398741	1398,741407
2012	87380	356,24	0	46581823	0,001868191	1868,191376
2013	79701	530,91	0	47121089	0,001680141	1680,141348

Fuente: Cálculos de la autora con datos publicados por Agronet

Figura 18 Comportamiento consumo per cápita de lechuga 1997 al 2013



Fuente: La autora con datos calculados publicados por Agronet

Al observar el comportamiento de consumo se observaron tres datos atípicos, el consumo del año 1997, 2008 y 2012. Para evitar errores en la aplicación del pronóstico el dato atípico del año 1997 se eliminó y los datos de los años 2008 y 2012 se interpolaron linealmente dando como resultado la siguiente gráfica y datos históricos:

Figura 19 Consumo per cápita de lechuga. Datos interpolados



Fuente: La autora con datos calculados publicados por Agronet

Tabla 14 Datos históricos de consumo per cápita de lechuga desde 1998 a 2013

Año	Consumo per cápita (gr.)
1998	377,1258174
1999	470,9467451
2000	455,1349735
2001	384,4275605
2002	359,4759919
2003	343,6888358
2004	371,7777143
2005	357,5622161
2006	686,9633283
2007	792,9953401
2008	957,9942425
2009	1122,993145
2010	1167,324008
2011	1398,741407
2012	1539,441378
2013	1680,141348

Fuente: La autora con datos calculados publicados por Agronet

Puesto que la serie de datos presenta tendencia se implementó la técnica Atenuación Exponencial Doble de Brown<sup>55</sup> para pronosticar el consumo per cápita hasta el año 2020.

Figura 20 Pronóstico consumo per cápita lechuga 2014 a 2020

03-12-2016 Year	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]
10	792,9953	789,5219	3,473389	327,0957	73,08306	14873,79	14,1592
11	957,9942	935,0766	22,9176	350,0133	68,06651	13438,93	12,98251
12	1122,993	1107,811	15,1825	365,1958	63,25888	12238,17	11,92519
13	1167,324	1280,317	-112,993	252,2028	67,40339	12282,27	11,73806
14	1398,741	1290,246	108,4958	360,6986	70,56435	12242,97	11,4318
15	1539,441	1543,319	-3,878052	356,8206	65,80104	11369,54	10,63323
16	1680,141	1695,32	-15,17908	341,6415	62,42625	10626,94	9,984582
17		1830,715					
18		1979,533					
19		2128,352					
20		2277,171					
21		2425,99					
22		2574,809					
23		2723,627					
CFE		341,6415					
MAD		62,42625					
MSE		10626,94					
MAPE		9,984582					
Trk.Signal		5,472722					
R-sqaure		1					
		Alpha=0,66					
		F(0)=377,1258					
		F'(0)=377,1258					

Fuente: Salida computacional WINQSB

Con el dato proyectado tanto del consumo per cápita de lechuga y de la población estrato 5 y 6 de la localidad de Usaquén el consumo de lechuga per cápita en gramos y en cantidades de lechugas para los años 2017 al 2020. El cálculo de la cantidad de lechugas se realizó sabiendo que el peso promedio de una lechuga es

<sup>55</sup> HANKE J & REITSCH A. Pronósticos en los negocios. México D.F. Prentice Hall. En: p.163

de 300 gr<sup>56</sup>. Para la población de Usaquén el consumo de lechuga estimado es el siguiente:

**Tabla 15 Proyección de consumo per cápita de lechuga para los estratos 5 y 6 en la localidad de Usaquén**

Año	Proyección de población estratos 5 y 6 localidad Usaquén	Proyección consumo de lechuga per cápita en gr	Proyección consumo de lechuga per cápita en gr localidad Usaquén estratos 5 y 6	Proyección consumo de lechuga per cápita en unidades localidad Usaquén estratos 5 y 6
2017	156120	2277,171	355511936,5	1185040
2018	158057	2425,99	383444701,4	1278150
2019	159989	2574,809	411941117,1	1373138
2020	161917	2723,627	441001513	1470006

**Fuente: Cálculos realizados por la autora con datos del DANE**

Finalmente se consultó con el Sr. Richard Probst, presidente de la Asociación Colombiana de Agroproductores Ambientalistas, quien es una persona experta en el comercio de productos orgánicos, con el fin de determinar la cantidad de lechugas romanas orgánicas que el Sistema Productivo podría tomar. La información suministrada puede resumirse en los siguientes puntos:

- El consumo de hortalizas en las ciudades colombianas, aún en los estratos altos, es bajo si se compara con los estándares latino americanos publicados por la FAO. De acuerdo con las mediciones de mercado realizadas por Agroproductores el consumo en los estratos altos puede hasta los 100 gramos/día-persona.
- Existen dos tipos de mercados de productos orgánicos. Un mercado certificado y un mercado no certificado o de confianza. Cada tipo de mercado tiene sus propias dinámicas de comercialización
- El consumo de hortalizas orgánicas certificadas compuesto por las diferentes líneas gourmet de lechuga está en los 50 gramos/persona en los seis establecimientos especializados monitoreados por Agroproductores al nororiente de la ciudad, lo que representa un 2,34% del mercado total de lechuga si se tiene en cuenta un consumo per cápita de lechuga de todo tipo de 2128 gr según los cálculos de la tabla 6 para el año 2016.
- En el caso de las lechugas orgánicas certificadas tipo gourmet se ha observado en los últimos años una saturación en la oferta ocasionando una leve caída en los precios de referencia, por lo que se sugiere a los productores y emprendedores que exploren otras opciones alrededor de la agregación de valor como por ejemplo: deshidratados, pasabocas, ensaladas preparadas o ingredientes para cosmética y fitofarmacia.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta tanto la sobre oferta en este producto como las clases de mercados existentes dictaminados por el experto, se decide tomar un 2% de la demanda calculada para la lechuga en la tabla 6. Por tanto, la tasa

<sup>56</sup> CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Manual Lechuga. Bogotá D.C. Núcleo Ambiental SAS, 2015. p. 13

estimada de consumo anual desde el año 2017 hasta el 2020 para el Sistema Productivo es la siguiente:

**Tabla 16 Proyección tasa anual consumo para el sistema productivo de lechuga romana en Usaquéen estratos 5 y 6**

Año	Proyección consumo de lechuga per cápita anual en unidades localidad Usaquéen estratos 5 y 6
2017	23701
2018	25563
2019	27463
2020	29401

Fuente: Cálculos realizados por la autora

El plan de producción que se diseñó en este trabajo fue calculado para los años 2017 al 2020. Según los cálculos mostrados en la tabla anterior las tasas de consumo mensual en unidades para estos periodos son las siguientes:

**Tabla 17 Proyección tasa mensual consumo para el sistema productivo de lechuga romana en Usaquéen estratos 5 y 6**

Año	Proyección consumo de lechuga per cápita mensual en unidades localidad Usaquéen estratos 5 y 6
2017	1976
2018	2131
2019	2289
2020	2451

Fuente: Cálculos realizados por la autora

### 9.3 CÁLCULO DE RECURSOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA Y MANZANILLA

El cálculo de la cantidad de recursos necesarios para la producción de lechuga se inicia ajustando la demanda calculada en la tabla 8 teniendo en cuenta los siguientes porcentajes de pérdidas:

- El **20%** por plagas. Las pérdidas en los cultivos de lechuga en la Sabana de Bogotá por cuenta de las plagas, principalmente del Moho Blanco, pueden llegar a ser hasta del 20%<sup>57</sup>. Según la asesoría de la Ingeniera Agrícola Luz Andrea Tautiva las condiciones de los cultivos en la Sabana de Bogotá y en Bogotá son muy similares. Entonces para el sistema productivo que se propone en este trabajo se asume que el **20%** del cultivo de lechuga puede

<sup>57</sup> Árias, Luis Alejandro, et al. Evaluación de tres métodos de control del Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L.) Agronomía Colombiana. 2007 p 132

perderse por cuenta de las plagas, aunque puede ser usado como material vegetal para la elaboración del compostaje.

- El **5%** durante la generación de plántulas. De acuerdo al manual de producción orgánica de hortalizas en clima templado elaborado por la Cooperación Suiza en América Central y el Programa PYME Rural de Honduras si se utiliza un sustrato basado tanto en ingredientes comerciales, como la perlita y la vermiculita, y orgánicos, se estima que el porcentaje de pérdida de plántulas es el **5%**, es decir solo germinarán de manera apta aproximadamente el 95% de las semillas que se siembren en bandejas de germinación rígidas de pilones, de poliestireno expandido y bajo la técnica de cultivo en invernadero<sup>58</sup>.

Teniendo en cuenta que en el proceso productivo se puede perder el 25% de las lechugas, el sistema debe sembrar la siguiente cantidad de lechugas para poder suplir la tasa de consumo calculada en la tabla 6:

**Tabla 18 Cantidad de lechugas a sembrar teniendo en cuenta las pérdidas**

Año	Proyección consumo de lechuga per cápita mensual en unidades localidad Usaquéen estratos 5 y 6	Proyección consumo de lechuga per cápita mensual en unidades localidad Usaquéen estratos 5 y 6 teniendo en cuenta las pérdidas
2017	1976	2635
2018	2131	2842
2019	2289	3052
2020	2451	3268

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Donde el cálculo realizado se hizo con la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de lechugas} = \frac{\text{Tasa de consumo}}{(1 - \% \text{ Pérdida})}$$

El dato de demanda que fue calculado en la tabla anterior se procede a calcular la cantidad de recursos tanto de mano de obra como técnicos que necesita el sistema para la producción de lechugas. A través del siguiente modelo exacto se calculó la cantidad de recursos necesarios para cada operación que se muestra en el diagrama 9.1.1

$$\text{Dato de Balanceo} = \frac{\text{Demanda (ti)}}{\text{Tiempo disponible}} \times \frac{\text{Tiempo de ciclo de la operación}}{\text{Eficiencia}}$$

El tiempo disponible se toma como la capacidad de diseño que el sistema productivo tiene en minutos por semana es el siguiente:

<sup>58</sup> PYMERURAL. Producción Orgánica de hortalizas de clima templado. Plántulas de Invernadero. Pronagro/SAG. 2011. p 9-10.

**Tabla 19 Capacidad de diseño del Sistema**

<b>CAPACIDAD DE DISEÑO EN TIEMPO</b>	
Tiempo semanas/mes	4
Cantidad de horas/semana	48
Capacidad efectiva minutos/semana	2880

**Fuente: Cálculos realizados por la autora**

En cuanto a la eficiencia autores como Meyers afirman que el grado de eficiencia es algo que se puede prever, de acuerdo a la experiencia del autor en el primer año un sistema productivo opera alrededor del 70% y se esperaría alcanzar hasta un 85%<sup>59</sup>. Por lo anterior a la hora de implementar un balanceo de línea puede tomarse una eficiencia del 85% como un estándar global<sup>60</sup>. Con base en lo planteado por estos autores se toma una eficiencia del **85%** para calcular el dato de balanceo para cada operación.

Debido a que la lechuga es un producto que, en su mayor parte, se comercializa de forma fresca y los mercados se abastecen semanalmente, se traduce la demanda año/mes a demanda año/semana con el fin de calcular la cantidad de recursos por periodo.

**Tabla 20 Parámetros cálculo Balanceo de línea cultivo Lechuga**

Periodo para balanceo	Año	Demanda mes en lechugas	Demanda lechugas/semana	Demanda lotes/semana *
1	2017	2635	659	5,15
2	2018	2842	711	5,55
3	2019	3052	763	5,96
4	2020	3268	817	6,38

*\* 1 lote= 128 plantas de acuerdo al diagrama de operaciones*

**Fuente: Cálculos realizados por la autora**

Los resultados del balanceo de línea para cada periodo se presentan en las siguientes tablas:

<sup>59</sup> MEYERS, Fred E. Estudios de tiempos y movimientos. Pearson Educación. 2000. p. 259

<sup>60</sup> Arreondo, Soto Karina Cecilia, et al. Implementación de Balanceo de línea y reducción de defectos en una empresa médica. Revista Aristas: Ciencia e Ingeniería. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. UABC. 2013. p 4.

Tabla 21 Cálculo de recursos 2017 Cultivo Lechuga

<b>CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2017</b>			
<b>Consumo de lechugas (lotes/semana)</b>		5,15	
<b>Tiempo de producción (min/semana)</b>		2880	
<b>Eficiencia</b>		0,85	
<b>OPERACIÓN O-1 LAVAR</b>		<b>OPERACIÓN O-8 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	180
Dato balanceo	0,010515599	Dato balanceo	0,378561581
<b>OPERACIÓN O-2 MEZCLAR</b>		<b>OPERACIÓN O-9 SEMBRAR PLANTULAS LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	1	Tiempo ciclo (min/lote)	240
Dato balanceo	0,00210312	Dato balanceo	0,504748775
<b>OPERACIÓN O-3 FILTRAR</b>		<b>OPERACIÓN O-10 FUMIGAR CON EXTRACTO VEGETAL</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	30
Dato balanceo	0,010515599	Dato balanceo	0,063093597
<b>OPERACIÓN O-4 DILUIR</b>		<b>OPERACIÓN O-11 COSECHAR LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,010515599	Dato balanceo	0,126187194
<b>OPERACIÓN O-6 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-12 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,063093597	Dato balanceo	0,084124796
<b>OPERACIÓN O-7 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>A-3 EMPACAR LECHUGAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,105155995	Dato balanceo	0,042062398

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 22 Cálculo de recursos 2018 Cultivo Lechuga

<b>CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2018</b>			
<b>Consumo de lechugas (lotes/semana)</b>		5,55	
<b>Tiempo de producción (min/semana)</b>		2880	
<b>Eficiencia</b>		0,85	
<b>OPERACIÓN O-1 LAVAR</b>		<b>OPERACIÓN O-8 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	180
Dato balanceo	0,011345358	Dato balanceo	0,408432904
<b>OPERACIÓN O-2 MEZCLAR</b>		<b>OPERACIÓN O-9 SEMBRAR PLANTULAS LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	1	Tiempo ciclo (min/lote)	240
Dato balanceo	0,002269072	Dato balanceo	0,544577206
<b>OPERACIÓN O-3 FILTRAR</b>		<b>OPERACIÓN O-10 FUMIGAR CON EXTRACTO VEGETAL</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	30
Dato balanceo	0,011345358	Dato balanceo	0,068072151
<b>OPERACIÓN O-4 DILUIR</b>		<b>OPERACIÓN O-11 COSECHAR LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,011345358	Dato balanceo	0,136144301
<b>OPERACIÓN O-6 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-12 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,068072151	Dato balanceo	0,090762868
<b>OPERACIÓN O-7 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>A-3 EMPACAR LECHUGAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,113453585	Dato balanceo	0,045381434

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 23 Cálculo recursos 2019 Cultivo Lechuga

CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2019			
Consumo de lechugas (lotes/semana)		5,96	
Tiempo de producción (min/semana)		2880	
Eficiencia		0,85	
<b>OPERACIÓN O-1 LAVAR</b>		<b>OPERACIÓN O-8 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	180
Dato balanceo	0,012175117	Dato balanceo	0,438304228
<b>OPERACIÓN O-2 MEZCLAR</b>		<b>OPERACIÓN O-9 SEMBRAR PLANTULAS LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	1	Tiempo ciclo (min/lote)	240
Dato balanceo	0,002435023	Dato balanceo	0,584405637
<b>OPERACIÓN O-3 FILTRAR</b>		<b>OPERACIÓN O-10 FUMIGAR CON EXTRACTO VEGETAL</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	30
Dato balanceo	0,012175117	Dato balanceo	0,073050705
<b>OPERACIÓN O-4 DILUIR</b>		<b>OPERACIÓN O-11 COSECHAR LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,012175117	Dato balanceo	0,146101409
<b>OPERACIÓN O-6 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-12 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,073050705	Dato balanceo	0,09740094
<b>OPERACIÓN O-7 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>A-3 EMPACAR LECHUGAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,121751174	Dato balanceo	0,04870047

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 24 Cálculo de recursos 2020 Cultivo Lechuga

CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2020			
Consumo de lechugas (lotes/semana)		6,38	
Tiempo de producción (min/semana)		2880	
Eficiencia		0,85	
<b>OPERACIÓN O-1 LAVAR</b>		<b>OPERACIÓN O-8 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	180
Dato balanceo	0,01303679	Dato balanceo	0,469324449
<b>OPERACIÓN O-2 MEZCLAR</b>		<b>OPERACIÓN O-9 SEMBRAR PLANTULAS LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	1	Tiempo ciclo (min/lote)	240
Dato balanceo	0,002607358	Dato balanceo	0,625765931
<b>OPERACIÓN O-3 FILTRAR</b>		<b>OPERACIÓN O-10 FUMIGAR CON EXTRACTO VEGETAL</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	30
Dato balanceo	0,01303679	Dato balanceo	0,078220741
<b>OPERACIÓN O-4 DILUIR</b>		<b>OPERACIÓN O-11 COSECHAR LECHUGA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	5	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,01303679	Dato balanceo	0,156441483
<b>OPERACIÓN O-6 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-12 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,078220741	Dato balanceo	0,104294322
<b>OPERACIÓN O-7 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>A-3 EMPACAR LECHUGAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,130367902	Dato balanceo	0,052147161

Fuente: Cálculos realizados por la autora

La tasa de consumo de la manzanilla se calculó teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Según el diagrama de ensamble de operaciones la cantidad necesaria de manzanilla para la elaboración del extracto vegetal usado para fertilizar a lo largo de su desarrollo un lote de lechugas romanas es de 0,768 gr de material vegetal de manzanilla. Esta cantidad puede extraerse de una planta.
- La fertilización con el biopreparado se realiza tres veces a lo largo de los 45 días que dura el desarrollo de la planta, puesto que la producción es escalonada pueden presentarse cerca de tres fumigaciones a lo largo del mes.

**Tabla 25 Parámetros cálculo Balanceo de línea cultivo Manzanilla**

Periodo	Año	Demanda mes en lechugas	Cantidad de lotes lechuga /mes	Cantidad de plantas de manzanilla a producir para fertilizar	Cantidad de lotes manzanilla /mes
			128	0,768	128
1	2017	2635	20,59	48	0,38
2	2018	2842	22,20	52	0,41
3	2019	3052	23,84	55	0,43
4	2020	3268	25,53	59	0,46

\* 1 lote= 128 plantas de acuerdo al diagrama de operaciones

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Siguiendo el mismo proceso para el cálculo de recursos de la manzanilla, para este cultivo el resultado es el siguiente:

**Tabla 26 Cálculo de recursos 2017 Cultivo Manzanilla**

CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2017			
Cantidad de plantas de manzanilla (lotes/mes)		0,38	
Tiempo de producción (min/semana)		2880	
Eficiencia		0,85	
<b>OPERACIÓN O-2 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-6 COSECHAR MANZANILLA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,004595588	Dato balanceo	0,009191176
<b>OPERACIÓN O-3 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>OPERACIÓN O-7 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,007659314	Dato balanceo	0,006127451
<b>OPERACIÓN O-4 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>		<b>A-1 EMPACAR MANZANILLAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	180	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,027573529	Dato balanceo	0,003063725
<b>OPERACIÓN O-5 SEMBRAR PLÁNTULAS MANZANILLA</b>			
Tiempo ciclo (min/lote)	240		
Dato balanceo	0,036764706		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 27 Cálculo de recursos 2018 Cultivo Manzanilla

CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2018			
Cantidad de plantas de manzanilla (lotes/mes)		0,41	
Tiempo de producción (min/semana)		2880	
Eficiencia		0,85	
<b>OPERACIÓN O-2 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-6 COSECHAR MANZANILLA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,004978554	Dato balanceo	0,009957108
<b>OPERACIÓN O-3 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>OPERACIÓN O-7 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,00829759	Dato balanceo	0,006638072
<b>OPERACIÓN O-4 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>		<b>A-1 EMPACAR MANZANILLAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	180	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,029871324	Dato balanceo	0,003319036
<b>OPERACIÓN O-5 SEMBRAR PLÁNTULAS MANZANILLA</b>			
Tiempo ciclo (min/lote)	240		
Dato balanceo	0,039828431		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 28 Cálculo de recursos 2019 Cultivo Manzanilla

CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2019			
Cantidad de plantas de manzanilla (lotes/mes)		0,43	
Tiempo de producción (min/semana)		2880	
Eficiencia		0,85	
<b>OPERACIÓN O-2 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-6 COSECHAR MANZANILLA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,005265778	Dato balanceo	0,010531556
<b>OPERACIÓN O-3 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>OPERACIÓN O-7 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,007659314	Dato balanceo	0,006127451
<b>OPERACIÓN O-4 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>		<b>A-1 EMPACAR MANZANILLAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	180	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,031594669	Dato balanceo	0,003510519
<b>OPERACIÓN O-5 SEMBRAR PLÁNTULAS MANZANILLA</b>			
Tiempo ciclo (min/lote)	240		
Dato balanceo	0,042126225		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Tabla 29 Cálculo de recursos 2020 Cultivo Manzanilla

<b>CÁLCULO DE RECURSOS AÑO 2020</b>			
<b>Cantidad de plantas de manzanilla (lotes/mes)</b>		0,46	
<b>Tiempo de producción (min/semana)</b>		2880	
<b>Eficiencia</b>		0,85	
<b>OPERACIÓN O-2 PREPARAR MEDIO PLÁNTULAS</b>		<b>OPERACIÓN O-6 COSECHAR MANZANILLA</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	30	Tiempo ciclo (min/lote)	60
Dato balanceo	0,005648744	Dato balanceo	0,011297488
<b>OPERACIÓN O-3 SEMBRAR PLÁNTULAS EN BANDEJAS</b>		<b>OPERACIÓN O-7 LAVAR PLANTAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	50	Tiempo ciclo (min/lote)	40
Dato balanceo	0,009414573	Dato balanceo	0,007531658
<b>OPERACIÓN O-4 PREPARAR SUELO PARA SIEMBRA</b>		<b>A-1 EMPACAR MANZANILLAS</b>	
Tiempo ciclo (min/lote)	180	Tiempo ciclo (min/lote)	20
Dato balanceo	0,033892463	Dato balanceo	0,003765829
<b>OPERACIÓN O-5 SEMBRAR PLÁNTULAS MANZANILLA</b>			
Tiempo ciclo (min/lote)	240		
Dato balanceo	0,045189951		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

En los análisis anteriores no se tuvo en cuenta las operaciones O-5 ni O-1 correspondientes a la elaboración del compostaje ya que lo mínimo que se puede hacer para que el proceso sea el adecuado es una pila que según la ficha técnica genera un máximo de 90 Kg de compostaje. Para saber cuántos recursos se necesitan para la elaboración del compostaje para los dos periodos de análisis se utilizó el mismo modelo para el cálculo del dato de balanceo pero la demanda se toma como pilas de compostaje a elaborar de acuerdo a la cantidad de plantas que se debían sembrar.

Tabla 30 Demanda de compostaje del Sistema

Periodo	mes-año	Q Lechugas	Q Manzanas	Q Lotes	Kg Compostaje Plántulacion	Kg Compostaje en Siembra	Total Kg Compostaje	Total Kg	Total Pilas
1	ene-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531	237,59223	3
2	feb-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
3	mar-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
4	abr-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
5	may-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
6	jun-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531	237,59223	3
7	jul-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
8	ago-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
9	sep-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
10	oct-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
11	nov-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531	248,80325	3
12	dic-17	2635	48	20,9609375	20,68844531	26,83	47,51844531		
13	ene-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
14	feb-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
15	mar-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
16	abr-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313	256,27727	3
17	may-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
18	jun-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
19	jul-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
20	ago-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
21	sep-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313	260,0497	3
22	oct-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
23	nov-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
24	dic-18	2842	52	22,609375	22,31545313	28,94	51,25545313		
25	ene-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
26	feb-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281	165,08365	2
27	mar-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
28	abr-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
29	may-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
30	jun-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
31	jul-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281	165,08365	2
32	ago-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
33	sep-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
34	oct-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
35	nov-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281		
36	dic-19	3052	55	24,2734375	23,95788281	31,07	55,02788281	168,98005	2
37	ene-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
38	feb-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
39	mar-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
40	abr-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
41	may-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906	176,77287	2
42	jun-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
43	jul-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
44	ago-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
45	sep-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
46	oct-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906	176,77287	2
47	nov-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		
48	dic-20	3268	59	25,9921875	25,65428906	33,27	58,92428906		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

De acuerdo al cálculo anterior la demanda de pilas de compostaje es:

- 3 pilas cada 5 meses desde Enero de 2017 hasta Enero de 2019
- 2 pilas cada 3 meses desde Febrero de 2019 hasta Diciembre de 2020

**Tabla 31 Cálculo de recursos para elaboración del Compostaje**

<b>ENERO 2017 A ENERO 2019</b>	
<b>Operación O-5 Y O-1</b>	<b>Prep. Pila de Compost</b>
Cantidad de pilas (pila/5 meses)	3
Tiempo de producción (hora/5 meses)	1200
Tiempo ciclo (hora/pila)	8
Eficiencia	0,85
Dato balanceo	0,023529412
<b>FEBRERO 2019 A DICIEMBRE 2020</b>	
<b>Operación O-5 Y O-1</b>	<b>Prep. Pila de Compost</b>
Cantidad de pilas (pila/trimestre)	2
Tiempo de producción (hora/trimestre)	720
Tiempo ciclo (hora/pila)	8
Eficiencia	0,85
Dato balanceo	0,026143791

Fuente: Cálculos realizados por la autora

Teniendo en cuenta los datos de balanceo para el cultivo de lechuga, manzanilla y el compost los recursos necesarios de mano de obra, junto con su respectivo porcentaje de utilización, desde el 2017 al 2020 son los siguientes:

**Tabla 32 Análisis de utilización de recursos año 2017**

Proceso	2017						
	Dato de balanceo en cultivo de	Dato de balanceo en cultivo de	Totales	Agrupación	Recurso	% Utilización	% Libre
Elaboración extracto	0,033649918	0	0,033649918	0,643818934	1	64,4%	35,6%
Generación de plántulas	0,168249592	0,012254902	0,180504493				
Prep. Suelo para siembra	0,378561581	0,027573529	0,40613511				
Elaboración de compostaje	0,023529412		0,023529412	0,604607077	1	60,5%	39,5%
Siembra	0,504748775	0,036764706	0,54151348				
Fumigar	0,063093597	0	0,063093597				
Cosechar	0,126187194	0,009191176	0,13537837				
Lavar y preparar plantas	0,084124796	0,006127451	0,090252247	0,27075674	1	27,1%	72,9%
Empacar	0,042062398	0,003063725	0,045126123				
<b>Total recursos</b>					<b>3</b>		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

**Tabla 33 Análisis de utilización de recursos año 2018**

Proceso	2018						
	Dato de balanceo en cultivo de lechugas	Dato de balanceo en cultivo de manzanilla	Totales	Agrupación	Recurso	% Utilización	% Libre
Elaboración extracto vegetal	0,036305147	0	0,036305147	0,692940666	1	69,3%	30,7%
Generación de plántulas	0,181525735	0,013276144	0,194801879				
Prep. Suelo para siembra	0,408432904	0,029871324	0,438304228				
Elaboración de compostaje	0,023529412		0,023529412	0,652477788	1	65,2%	34,8%
Siembra	0,544577206	0,039828431	0,584405637				
Fumigar	0,068072151	0	0,068072151				
Cosechar	0,136144301	0,009957108	0,146101409				
Lavar y preparar plantas	0,090762868	0,006638072	0,09740094	0,292202819	1	29,2%	70,8%
Empacar	0,045381434	0,003319036	0,04870047				
<b>Total recursos</b>					<b>3</b>		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

**Tabla 34 Análisis de utilización de recursos año 2019**

Proceso	2019						
	Dato de balanceo en cultivo de lechugas	Dato de balanceo en cultivo de manzanilla	Totales	Agrupación	Recurso	% Utilización	% Libre
Elaboración extracto vegetal	0,038960376	0	0,038960376	0,742730035	1	74,3%	25,7%
Generación de plántulas	0,194801879	0,012925092	0,207726971				
Prep. Suelo para siembra	0,438304228	0,031594669	0,469898897				
Elaboración de compostaje	0,026143791	0,026143791	0,026143791	0,699582567	1	70,0%	30,0%
Siembra	0,584405637	0,042126225	0,626531863				
Fumigar	0,073050705	0	0,073050705				
Cosechar	0,146101409	0,010531556	0,156632966				
Lavar y preparar plantas	0,09740094	0,006127451	0,103528391	0,312372345	1	31,2%	68,8%
Empacar	0,04870047	0,003510519	0,052210989				
<b>Total recursos</b>					<b>3</b>		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

**Tabla 35 Análisis de utilización de recursos año 2020**

Proceso	2020						
	Dato de balanceo en cultivo de lechugas	Dato de balanceo en cultivo de manzanilla	Totales	Agrupación	Recurso	% Utilización	% Libre
Elaboración extracto vegetal	0,041717729	0	0,041717729	0,794730392	1	79,5%	20,5%
Generación de plántulas	0,208588644	0,015063317	0,223651961				
Prep. Suelo para siembra	0,469324449	0,033892463	0,503216912				
Elaboración de compostaje	0,026143791	0,026143791	0,026143791	0,749176624	1	74,9%	25,1%
Siembra	0,625765931	0,045189951	0,670955882				
Fumigar	0,078220741	0	0,078220741				
Cosechar	0,156441483	0,011297488	0,167738971				
Lavar y preparar plantas	0,104294322	0,007531658	0,11182598	0,335477941	1	33,5%	66,5%
Empacar	0,052147161	0,003765829	0,05591299				
<b>Total recursos</b>					<b>3</b>		

Fuente: Cálculos realizados por la autora

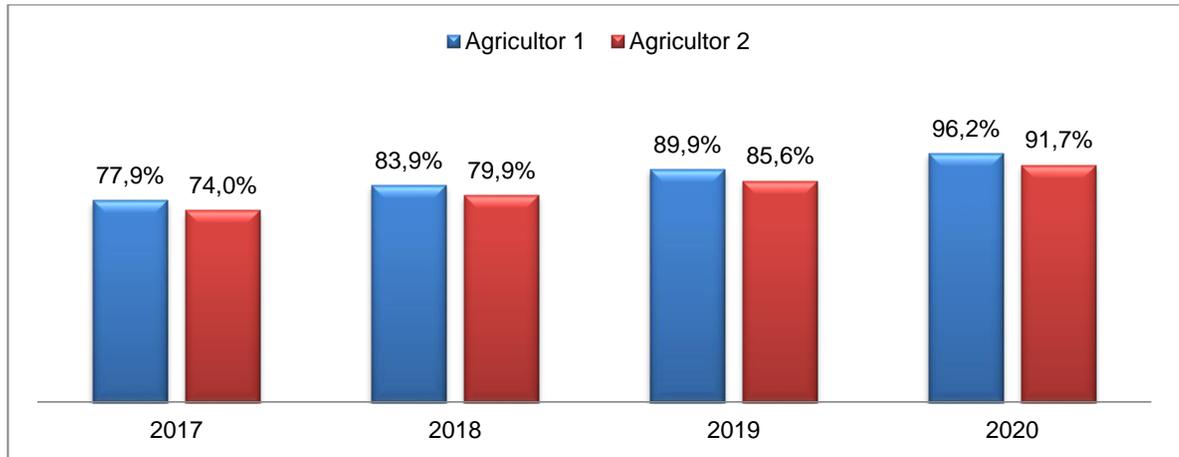
Se concluye que durante los cuatro años de planeación, desde el punto de vista operativo, se requiere solamente dos agricultores cuyas funciones son:

**Tabla 36 Funciones de los recursos calculados**

Recurso	Funciones
Agricultor 1	Elaborar extracto y compost, generar plantulas y preparar suelo para siembra
Agricultor 2	Siembra, cosecha y fumigación, lavar, preparar y empacar plantas

Fuente: La autora

Figura 21 Evolución utilización de los recursos



Fuente: La autora

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que además de los dos agricultores encargados de las labores operativas diarias del cultivo se requiere la asesoría de un recurso humano de tipo técnico en agronomía para consultas sobre el manejo de plagas, factores climáticos, y demás variables que se pueden presentar a lo largo de la operación, y además será el encargado de programar y controlar aquellas actividades relacionadas con la programación y análisis de las actividades y variables de los procesos productivos.

#### 9.4 PLANEACIÓN DE PRODUCCIÓN CON CRONOGRAMAS DE SIEMBRA Y COSECHA

Después de haber establecido la cantidad de recursos necesaria en mano de obra a continuación se procede a planear la producción del cultivo mediante un cronograma de siembras y cosechas cuyo objetivo es garantizar una producción continua y a tiempo para satisfacer la demanda semanal de los mercados locales, para poder lograr lo anterior se recurre a una metodología llamada siembras escalonadas. Se debe tener en cuenta que antes de esta programación el cultivo debe estar ya instalado y listo para su uso.

De acuerdo a los pronósticos elaborados se pretende cubrir la demanda desde la primera semana del año 2017, por lo que se programan las siembras desde el año anterior. Para el cronograma de lechuga se usaron las siguientes convenciones:

**Figura 22 Convenciones actividades plan de producción Lechuga**

Actividad	Convención
Siembra de plántulas	PL
Trasplante	T
Cosecha	CS

Fuente: La autora

**Figura 23 Ciclo de Crecimiento Lechuga Romana**

CICLO DE CRECIMIENTO DE LA LECHUGA EN SEMANAS	
3 Semanas	7 Semanas
Generación de la plántula	Crecimiento de la planta
TIEMPO CICLO TOTAL DE CRECIMIENTO	10 Semanas

Fuente: La autora

En el siguiente cronograma se muestran las actividades identificadas con sus respectivas convenciones y la cantidad esperada en cada una de estas teniendo en cuenta los porcentajes de pérdida mencionados en el numeral 10.2

**Tabla 37 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2016**

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE LECHUGA							
AÑO	2016	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA
SEMANA	MES						
40	OCTUBRE						
41	OCTUBRE						
42	OCTUBRE						
43	OCTUBRE	659	PL1				
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	659	PL2				
45	NOVIEMBRE	659	PL3				
46	NOVIEMBRE	659	PL4	626	T1		
47	NOVIEMBRE	659	PL5	626	T2		
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	659	PL6	626	T3		
49	DICIEMBRE	659	PL7	626	T4		
50	DICIEMBRE	659	PL8	626	T5		
51	DICIEMBRE	659	PL9	626	T6		
52	DICIEMBRE	659	PL10	626	T7		

Fuente: La autora

Tabla 38 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2017

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE LECHUGA							
AÑO	2017	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA
SEMANA	MES						
1	ENERO	659	PL11	626	T8	494	CS1
2	ENERO	659	PL12	626	T9	494	CS2
3	ENERO	659	PL13	626	T10	494	CS3
4	ENERO	659	PL14	626	T11	494	CS4
5	ENERO/FEBRERO	659	PL15	626	T12	494	CS5
6	FEBRERO	659	PL16	626	T13	494	CS6
7	FEBRERO	659	PL17	626	T14	494	CS7
8	FEBRERO	659	PL18	626	T15	494	CS8
9	FEBRERO/MARZO	659	PL19	626	T16	494	CS9
10	MARZO	659	PL20	626	T17	494	CS10
11	MARZO	659	PL21	626	T18	494	CS11
12	MARZO	659	PL22	626	T19	494	CS12
13	MARZO/ABRIL	659	PL23	626	T20	494	CS13
14	ABRIL	659	PL24	626	T21	494	CS14
15	ABRIL	659	PL25	626	T22	494	CS15
16	ABRIL	659	PL26	626	T23	494	CS16
17	ABRIL	659	PL27	626	T24	494	CS17
18	MAYO	659	PL28	626	T25	494	CS18
19	MAYO	659	PL29	626	T26	494	CS19
20	MAYO	659	PL30	626	T27	494	CS20
21	MAYO	659	PL31	626	T28	494	CS21
22	MAYO/JUNIO	659	PL32	626	T29	494	CS22
23	JUNIO	659	PL33	626	T30	494	CS23
24	JUNIO	659	PL34	626	T31	494	CS24
25	JUNIO	659	PL35	626	T32	494	CS25
26	JUNIO/JULIO	659	PL36	626	T33	494	CS26
27	JULIO	659	PL37	626	T34	494	CS27
28	JULIO	659	PL38	626	T35	494	CS28
29	JULIO	659	PL39	626	T36	494	CS29
30	JULIO	659	PL40	626	T37	494	CS30
31	JULIO/AGOSTO	659	PL41	626	T38	494	CS31
32	AGOSTO	659	PL42	626	T39	494	CS32
33	AGOSTO	659	PL43	626	T40	494	CS33
34	AGOSTO	659	PL44	626	T41	494	CS34
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	659	PL45	626	T42	494	CS35
36	SEPTIEMBRE	659	PL46	626	T43	494	CS36
37	SEPTIEMBRE	659	PL47	626	T44	494	CS37
38	SEPTIEMBRE	659	PL48	626	T45	494	CS38
39	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	659	PL49	626	T46	494	CS39
40	OCTUBRE	659	PL50	626	T47	494	CS40
41	OCTUBRE	659	PL51	626	T48	494	CS41
42	OCTUBRE	659	PL52	626	T49	494	CS42
43	OCTUBRE	711	PL53	626	T50	494	CS43
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	711	PL54	626	T51	494	CS44
45	NOVIEMBRE	711	PL55	626	T52	494	CS45
46	NOVIEMBRE	711	PL56	675	T53	494	CS46
47	NOVIEMBRE	711	PL57	675	T54	494	CS47
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	711	PL58	675	T55	494	CS48
49	DICIEMBRE	711	PL59	675	T56	494	CS49
50	DICIEMBRE	711	PL60	675	T57	494	CS50
51	DICIEMBRE	711	PL61	675	T58	494	CS51
52	DICIEMBRE	711	PL62	675	T59	494	CS52

Fuente: La autora

Tabla 39 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2018

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE LECHUGA							
AÑO	2018	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA
SEMANA	MES						
1	ENERO	711	PL63	675	T60	533	CS53
2	ENERO	711	PL64	675	T61	533	CS54
3	ENERO	711	PL65	675	T62	533	CS55
4	ENERO	711	PL66	675	T63	533	CS56
5	ENERO/FEBRERO	711	PL67	675	T64	533	CS57
6	FEBRERO	711	PL68	675	T65	533	CS58
7	FEBRERO	711	PL69	675	T66	533	CS59
8	FEBRERO	711	PL70	675	T67	533	CS60
9	FEBRERO/MARZO	711	PL71	675	T68	533	CS61
10	MARZO	711	PL72	675	T69	533	CS62
11	MARZO	711	PL73	675	T70	533	CS63
12	MARZO	711	PL74	675	T71	533	CS64
13	MARZO/ABRIL	711	PL75	675	T72	533	CS65
14	ABRIL	711	PL76	675	T73	533	CS66
15	ABRIL	711	PL77	675	T74	533	CS67
16	ABRIL	711	PL78	675	T75	533	CS68
17	ABRIL	711	PL79	675	T76	533	CS69
18	ABRIL/MAYO	711	PL80	675	T77	533	CS70
19	MAYO	711	PL81	675	T78	533	CS71
20	MAYO	711	PL82	675	T79	533	CS72
21	MAYO	711	PL83	675	T80	533	CS73
22	MAYO/JUNIO	711	PL84	675	T81	533	CS74
23	JUNIO	711	PL85	675	T82	533	CS75
24	JUNIO	711	PL86	675	T83	533	CS76
25	JUNIO	711	PL87	675	T84	533	CS77
26	JUNIO/JULIO	711	PL88	675	T85	533	CS78
27	JULIO	711	PL89	675	T86	533	CS79
28	JULIO	711	PL90	675	T87	533	CS80
29	JULIO	711	PL91	675	T88	533	CS81
30	JULIO	711	PL92	675	T89	533	CS82
31	JULIO/AGOSTO	711	PL93	675	T90	533	CS83
32	AGOSTO	711	PL94	675	T91	533	CS84
33	AGOSTO	711	PL95	675	T92	533	CS85
34	AGOSTO	711	PL96	675	T93	533	CS86
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	711	PL97	675	T94	533	CS87
36	SEPTIEMBRE	711	PL98	675	T95	533	CS88
37	SEPTIEMBRE	711	PL99	675	T96	533	CS89
38	SEPTIEMBRE	711	PL100	675	T97	533	CS90
39	SEPTIEMBRE	711	PL101	675	T98	533	CS91
40	OCTUBRE	711	PL102	675	T99	533	CS92
41	OCTUBRE	711	PL103	675	T100	533	CS93
42	OCTUBRE	711	PL104	675	T101	533	CS94
43	OCTUBRE	763	PL105	675	T102	533	CS95
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	763	PL106	675	T103	533	CS96
45	NOVIEMBRE	763	PL107	675	T104	533	CS97
46	NOVIEMBRE	763	PL108	725	T105	533	CS98
47	NOVIEMBRE	763	PL109	725	T106	533	CS99
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	763	PL110	725	T107	533	CS100
49	DICIEMBRE	763	PL111	725	T108	533	CS101
50	DICIEMBRE	763	PL112	725	T109	533	CS102
51	DICIEMBRE	763	PL113	725	T110	533	CS103
52	DICIEMBRE	763	PL114	725	T111	533	CS104

Fuente: La autora

**Tabla 40 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2019**

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE LECHUGA							
AÑO	2019	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA
SEMANA	MES						
1	ENERO	763	PL115	725	T112	572	CS105
2	ENERO	763	PL116	725	T113	572	CS106
3	ENERO	763	PL117	725	T114	572	CS107
4	ENERO	763	PL118	725	T115	572	CS108
5	ENERO/FEBRERO	763	PL119	725	T116	572	CS109
6	FEBRERO	763	PL120	725	T117	572	CS110
7	FEBRERO	763	PL121	725	T118	572	CS111
8	FEBRERO	763	PL122	725	T119	572	CS112
9	FEBRERO/MARZO	763	PL123	725	T120	572	CS113
10	MARZO	763	PL124	725	T121	572	CS114
11	MARZO	763	PL125	725	T122	572	CS115
12	MARZO	763	PL126	725	T123	572	CS116
13	MARZO	763	PL127	725	T124	572	CS117
14	ABRIL	763	PL128	725	T125	572	CS118
15	ABRIL	763	PL129	725	T126	572	CS119
16	ABRIL	763	PL130	725	T127	572	CS120
17	ABRIL	763	PL131	725	T128	572	CS121
18	ABRIL/MAYO	763	PL132	725	T129	572	CS122
19	MAYO	763	PL133	725	T130	572	CS123
20	MAYO	763	PL134	725	T131	572	CS124
21	MAYO	763	PL135	725	T132	572	CS125
22	MAYO/JUNIO	763	PL136	725	T133	572	CS126
23	JUNIO	763	PL137	725	T134	572	CS127
24	JUNIO	763	PL138	725	T135	572	CS128
25	JUNIO	763	PL139	725	T136	572	CS129
26	JUNIO	763	PL140	725	T137	572	CS130
27	JULIO	763	PL141	725	T138	572	CS131
28	JULIO	763	PL142	725	T139	572	CS132
29	JULIO	763	PL143	725	T140	572	CS133
30	JULIO	763	PL144	725	T141	572	CS134
31	JULIO/AGOSTO	763	PL145	725	T142	572	CS135
32	AGOSTO	763	PL146	725	T143	572	CS136
33	AGOSTO	763	PL147	725	T144	572	CS137
34	AGOSTO	763	PL148	725	T145	572	CS138
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	763	PL149	725	T146	572	CS139
36	SEPTIEMBRE	763	PL150	725	T147	572	CS140
37	SEPTIEMBRE	763	PL151	725	T148	572	CS141
38	SEPTIEMBRE	763	PL152	725	T149	572	CS142
39	SEPTIEMBRE	763	PL153	725	T150	572	CS143
40	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	763	PL154	725	T151	572	CS144
41	OCTUBRE	763	PL155	725	T152	572	CS145
42	OCTUBRE	763	PL156	725	T153	572	CS146
43	OCTUBRE	817	PL157	725	T154	572	CS147
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	817	PL158	725	T155	572	CS148
45	NOVIEMBRE	817	PL159	725	T156	572	CS149
46	NOVIEMBRE	817	PL160	776	T157	572	CS150
47	NOVIEMBRE	817	PL161	776	T158	572	CS151
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	817	PL162	776	T159	572	CS152
49	DICIEMBRE	817	PL163	776	T160	572	CS153
50	DICIEMBRE	817	PL164	776	T161	572	CS154
51	DICIEMBRE	817	PL165	776	T162	572	CS155
52	DICIEMBRE	817	PL166	776	T163	572	CS156

Fuente La autora

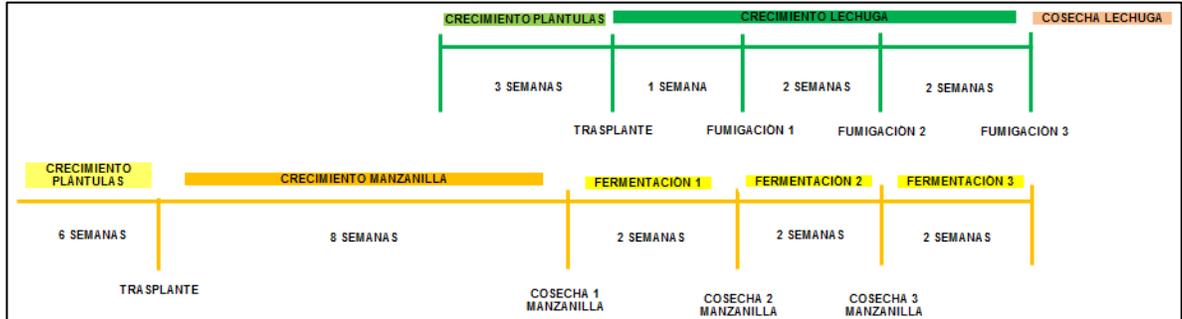
Tabla 41 Cronograma Siembras y Cosechas Lechuga 2020

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE LECHUGA							
AÑO	2020	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA
SEMANA	MES						
1	ENERO	817	PL167	776	T164	613	CS157
2	ENERO	817	PL168	776	T165	613	CS158
3	ENERO	817	PL169	776	T166	613	CS159
4	ENERO	817	PL170	776	T167	613	CS160
5	ENERO/FEBRERO	817	PL171	776	T168	613	CS161
6	FEBRERO	817	PL172	776	T169	613	CS162
7	FEBRERO	817	PL173	776	T170	613	CS163
8	FEBRERO	817	PL174	776	T171	613	CS164
9	FEBRERO/MARZO	817	PL175	776	T172	613	CS165
10	MARZO	817	PL176	776	T173	613	CS166
11	MARZO	817	PL177	776	T174	613	CS167
12	MARZO	817	PL178	776	T175	613	CS168
13	MARZO	817	PL179	776	T176	613	CS169
14	MARZO/ABRIL	817	PL180	776	T177	613	CS170
15	ABRIL	817	PL181	776	T178	613	CS171
16	ABRIL	817	PL182	776	T179	613	CS172
17	ABRIL	817	PL183	776	T180	613	CS173
18	ABRIL/MAYO	817	PL184	776	T181	613	CS174
19	MAYO	817	PL185	776	T182	613	CS175
20	MAYO	817	PL186	776	T183	613	CS176
21	MAYO	817	PL187	776	T184	613	CS177
22	MAYO	817	PL188	776	T185	613	CS178
23	JUNIO	817	PL189	776	T186	613	CS179
24	JUNIO	817	PL190	776	T187	613	CS180
25	JUNIO	817	PL191	776	T188	613	CS181
26	JUNIO	817	PL192	776	T189	613	CS182
27	JUNIO/JULIO	817	PL193	776	T190	613	CS183
28	JULIO	817	PL194	776	T191	613	CS184
29	JULIO	817	PL195	776	T192	613	CS185
30	JULIO	817	PL196	776	T193	613	CS186
31	JULIO/AGOSTO	817	PL197	776	T194	613	CS187
32	AGOSTO	817	PL198	776	T195	613	CS188
33	AGOSTO	817	PL199	776	T196	613	CS189
34	AGOSTO	817	PL200	776	T197	613	CS190
35	AGOSTO	817	PL201	776	T198	613	CS191
36	AGOSTO/SEPTIEMBRE	817	PL202	776	T199	613	CS192
37	SEPTIEMBRE	817	PL203	776	T200	613	CS193
38	SEPTIEMBRE	817	PL204	776	T201	613	CS194
39	SEPTIEMBRE	817	PL205	776	T202	613	CS195
40	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	817	PL206	776	T203	613	CS196
41	OCTUBRE	817	PL207	776	T204	613	CS197
42	OCTUBRE	817	PL208	776	T205	613	CS198
43	OCTUBRE			776	T206	613	CS199
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE			776	T207	613	CS200
45	NOVIEMBRE			776	T208	613	CS201
46	NOVIEMBRE					613	CS202
47	NOVIEMBRE					613	CS203
48	NOVIEMBRE					613	CS204
49	NOVIEMBRE/DICIEMBRE					613	CS205
50	DICIEMBRE					613	CS206
51	DICIEMBRE					613	CS207
52	DICIEMBRE					613	CS208

Fuente La autora

En el caso de la manzanilla, además de su ciclo de crecimiento, debe tenerse en cuenta el requerimiento del cultivo de lechuga para sus respectivas fumigaciones.

**Figura 24 Análisis de tiempo cultivo de Lechuga y Manzanilla**



Fuente: La autora

De acuerdo al grafico anterior, en la segunda semana de crecimiento de las plántulas de lechuga debe estarse realizando la primera cosecha de la misma siembra manzanilla. Por tanto, se debe empezar a sembrar las plántulas de manzanilla 14 semanas antes de esa primera cosecha. A continuación se presenta el cronograma de siembras, cosechas y generación del biopreparado de manzanilla para las fumigaciones del cultivo de lechuga. Las convenciones usadas fueron:

**Figura 25 Convenciones actividades plan de producción Manzanilla**

Actividad	Convención
Siembra de plántulas	PL
Trasplante	T
Cosecha n de la Plantación n	CSnPLn
Fermentación n de la Plantación n	FnPLn
Biopreparado n de la Plantación n	BnPLn

Fuente: La autora

Las cantidades calculadas se tomaron del diagrama de operaciones y de la demanda de lechugas en lotes, sus resultados fueron:

**Figura 26 Demanda de Biopreparado de Manzanilla**

AÑO	ELABORACIÓN BIOPREPARADO					
	SIEMBRA DE MANZANILLA		ETAPA FERMENTACIÓN			
	PLANTAS POR SEMANA	LOTES/MES	LITROS AGUA/LOTE	TOTAL LITROS/PREPARACIÓN	LITROS AGUA/LOTE	TOTAL LITROS/PREPARACIÓN
2017	12	5,15	0,0768	0,39552	1,6128	8,30592
2018	13	5,55	0,0768	0,42624	1,6128	8,95104
2019	14	5,96	0,0768	0,457728	1,6128	9,612288
2020	15	6,38	0,0768	0,489984	1,6128	10,289664

Fuente: La autora

**Tabla 42 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2016**

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE MANZANILLA																	
AÑO	2016	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE FERMENTACIÓN			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE BIOPREPARADO		
SEMANA	MES																
31	AGOSTO	12	PL1														
32	AGOSTO	12	PL2														
33	AGOSTO	12	PL3														
34	AGOSTO	12	PL4														
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	12	PL5														
36	SEPTIEMBRE	12	PL6														
37	SEPTIEMBRE	12	PL7	12	T1												
38	SEPTIEMBRE	12	PL8	12	T2												
39	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	12	PL9	12	T3												
40	OCTUBRE	12	PL10	12	T4												
41	OCTUBRE	12	PL11	12	T5												
42	OCTUBRE	12	PL12	12	T6												
43	OCTUBRE	12	PL13	12	T7												
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	12	PL14	12	T8												
45	NOVIEMBRE	12	PL15	12	T9	12	CS1PL1		0,39552	F1PL1							
46	NOVIEMBRE	12	PL16	12	T10	12	CS1PL2		0,39552	F1PL2							
47	NOVIEMBRE	12	PL17	12	T11	12	CS1PL3	CS2PL1	0,39552	F1PL3	F2PL1		8,30592	B1PL1			
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	12	PL18	12	T12	12	CS1PL4	CS2PL2	0,39552	F1PL4	F2PL2		8,30592	B1PL2			
49	DICIEMBRE	12	PL19	12	T13	12	CS1PL5	CS2PL3	0,39552	F1PL5	F2PL3	F3PL1	8,30592	B1PL3	B2PL1		
50	DICIEMBRE	12	PL20	12	T14	12	CS1PL6	CS2PL4	0,39552	F1PL6	F2PL4	F3PL2	8,30592	B1PL4	B2PL2		
51	DICIEMBRE	12	PL21	12	T15	12	CS1PL7	CS2PL5	0,39552	F1PL7	F2PL5	F3PL3	8,30592	B1PL5	B2PL3	B3PL1	
52	DICIEMBRE	12	PL22	12	T16	12	CS1PL8	CS2PL6	0,39552	F1PL8	F2PL6	F3PL4	8,30592	B1PL6	B2PL4	B3PL2	

Fuente: La autora

**Tabla 43 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2017**

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE MANZANILLA																	
AÑO	2017	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE FERMENTACIÓN			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE BIOPREPARADO		
SEMANA	MES																
1	ENERO	12	PL23	12	T17	12	CS1PL9	CS2PL7	0,39552	F1PL9	F2PL7	F3PL5	8,30592	B1PL7	B2PL5	B3PL3	
2	ENERO	12	PL24	12	T18	12	CS1PL10	CS2PL8	0,39552	F1PL10	F2PL8	F3PL6	8,30592	B1PL8	B2PL6	B3PL4	
3	ENERO	12	PL25	12	T19	12	CS1PL11	CS2PL9	0,39552	F1PL11	F2PL9	F3PL7	8,30592	B1PL9	B2PL7	B3PL5	
4	ENERO	12	PL26	12	T20	12	CS1PL12	CS2PL10	0,39552	F1PL12	F2PL10	F3PL8	8,30592	B1PL10	B2PL8	B3PL6	
5	ENERO/FEBRERO	12	PL27	12	T21	12	CS1PL13	CS2PL11	0,39552	F1PL13	F2PL11	F3PL9	8,30592	B1PL11	B2PL9	B3PL7	
6	FEBRERO	12	PL28	12	T22	12	CS1PL14	CS2PL12	0,39552	F1PL14	F2PL12	F3PL10	8,30592	B1PL12	B2PL10	B3PL8	
7	FEBRERO	12	PL29	12	T23	12	CS1PL15	CS2PL13	0,39552	F1PL15	F2PL13	F3PL11	8,30592	B1PL13	B2PL11	B3PL9	
8	FEBRERO	12	PL30	12	T24	12	CS1PL16	CS2PL14	0,39552	F1PL16	F2PL14	F3PL12	8,30592	B1PL14	B2PL12	B3PL10	
9	FEBRERO/MARZO	12	PL31	12	T25	12	CS1PL17	CS2PL15	0,39552	F1PL17	F2PL15	F3PL13	8,30592	B1PL15	B2PL13	B3PL11	
10	MARZO	12	PL32	12	T26	12	CS1PL18	CS2PL16	0,39552	F1PL18	F2PL16	F3PL14	8,30592	B1PL16	B2PL14	B3PL12	
11	MARZO	12	PL33	12	T27	12	CS1PL19	CS2PL17	0,39552	F1PL19	F2PL17	F3PL15	8,30592	B1PL17	B2PL15	B3PL13	
12	MARZO	12	PL34	12	T28	12	CS1PL20	CS2PL18	0,39552	F1PL20	F2PL18	F3PL16	8,30592	B1PL18	B2PL16	B3PL14	
13	MARZO/ABRIL	12	PL35	12	T29	12	CS1PL21	CS2PL19	0,39552	F1PL21	F2PL19	F3PL17	8,30592	B1PL19	B2PL17	B3PL15	
14	ABRIL	12	PL36	12	T30	12	CS1PL22	CS2PL20	0,39552	F1PL22	F2PL20	F3PL18	8,30592	B1PL20	B2PL18	B3PL16	
15	ABRIL	12	PL37	12	T31	12	CS1PL23	CS2PL21	0,39552	F1PL23	F2PL21	F3PL19	8,30592	B1PL21	B2PL19	B3PL17	
16	ABRIL	12	PL38	12	T32	12	CS1PL24	CS2PL22	0,39552	F1PL24	F2PL22	F3PL20	8,30592	B1PL22	B2PL20	B3PL18	
17	ABRIL	12	PL39	12	T33	12	CS1PL25	CS2PL23	0,39552	F1PL25	F2PL23	F3PL21	8,30592	B1PL23	B2PL21	B3PL19	
18	MAYO	12	PL40	12	T34	12	CS1PL26	CS2PL24	0,39552	F1PL26	F2PL24	F3PL22	8,30592	B1PL24	B2PL22	B3PL20	
19	MAYO	12	PL41	12	T35	12	CS1PL27	CS2PL25	0,39552	F1PL27	F2PL25	F3PL23	8,30592	B1PL25	B2PL23	B3PL21	
20	MAYO	12	PL42	12	T36	12	CS1PL28	CS2PL26	0,39552	F1PL28	F2PL26	F3PL24	8,30592	B1PL26	B2PL24	B3PL22	
21	MAYO	12	PL43	12	T37	12	CS1PL29	CS2PL27	0,39552	F1PL29	F2PL27	F3PL25	8,30592	B1PL27	B2PL25	B3PL23	
22	MAYO/JUNIO	12	PL44	12	T38	12	CS1PL30	CS2PL28	0,39552	F1PL30	F2PL28	F3PL26	8,30592	B1PL28	B2PL26	B3PL24	
23	JUNIO	12	PL45	12	T39	12	CS1PL31	CS2PL29	0,39552	F1PL31	F2PL29	F3PL27	8,30592	B1PL29	B2PL27	B3PL25	
24	JUNIO	12	PL46	12	T40	12	CS1PL32	CS2PL30	0,39552	F1PL32	F2PL30	F3PL28	8,30592	B1PL30	B2PL28	B3PL26	
25	JUNIO	12	PL47	12	T41	12	CS1PL33	CS2PL31	0,39552	F1PL33	F2PL31	F3PL29	8,30592	B1PL31	B2PL29	B3PL27	
26	JUNIO/JULIO	12	PL48	12	T42	12	CS1PL34	CS2PL32	0,39552	F1PL34	F2PL32	F3PL30	8,30592	B1PL32	B2PL30	B3PL28	
27	JULIO	12	PL49	12	T43	12	CS1PL35	CS2PL33	0,39552	F1PL35	F2PL33	F3PL31	8,30592	B1PL33	B2PL31	B3PL29	
28	JULIO	12	PL50	12	T44	12	CS1PL36	CS2PL34	0,39552	F1PL36	F2PL34	F3PL32	8,30592	B1PL34	B2PL32	B3PL30	
29	JULIO	12	PL51	12	T45	12	CS1PL37	CS2PL35	0,39552	F1PL37	F2PL35	F3PL33	8,30592	B1PL35	B2PL33	B3PL31	
30	JULIO	12	PL52	12	T46	12	CS1PL38	CS2PL36	0,39552	F1PL38	F2PL36	F3PL34	8,30592	B1PL36	B2PL34	B3PL32	
31	JULIO/AGOSTO	13	PL53	12	T47	12	CS1PL39	CS2PL37	0,39552	F1PL39	F2PL37	F3PL35	8,30592	B1PL37	B2PL35	B3PL33	
32	AGOSTO	13	PL54	12	T48	12	CS1PL40	CS2PL38	0,39552	F1PL40	F2PL38	F3PL36	8,30592	B1PL38	B2PL36	B3PL34	
33	AGOSTO	13	PL55	12	T49	12	CS1PL41	CS2PL39	0,39552	F1PL41	F2PL39	F3PL37	8,30592	B1PL39	B2PL37	B3PL35	
34	AGOSTO	13	PL56	12	T50	12	CS1PL42	CS2PL40	0,39552	F1PL42	F2PL40	F3PL38	8,30592	B1PL40	B2PL38	B3PL36	
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	13	PL57	12	T51	12	CS1PL43	CS2PL41	0,39552	F1PL43	F2PL41	F3PL39	8,30592	B1PL41	B2PL39	B3PL37	
36	SEPTIEMBRE	13	PL58	12	T52	12	CS1PL44	CS2PL42	0,39552	F1PL44	F2PL42	F3PL40	8,30592	B1PL42	B2PL40	B3PL38	
37	SEPTIEMBRE	13	PL59	13	T53	12	CS1PL45	CS2PL43	0,39552	F1PL45	F2PL43	F3PL41	8,30592	B1PL43	B2PL41	B3PL39	
38	SEPTIEMBRE	13	PL60	13	T54	12	CS1PL46	CS2PL44	0,39552	F1PL46	F2PL44	F3PL42	8,30592	B1PL44	B2PL42	B3PL40	
39	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	13	PL61	13	T55	12	CS1PL47	CS2PL45	0,39552	F1PL47	F2PL45	F3PL43	8,30592	B1PL45	B2PL43	B3PL41	
40	OCTUBRE	13	PL62	13	T56	12	CS1PL48	CS2PL46	0,39552	F1PL48	F2PL46	F3PL44	8,30592	B1PL46	B2PL44	B3PL42	
41	OCTUBRE	13	PL63	13	T57	12	CS1PL49	CS2PL47	0,39552	F1PL49	F2PL47	F3PL45	8,30592	B1PL47	B2PL45	B3PL43	
42	OCTUBRE	13	PL64	13	T58	12	CS1PL50	CS2PL48	0,39552	F1PL50	F2PL48	F3PL46	8,30592	B1PL48	B2PL46	B3PL44	
43	OCTUBRE	13	PL65	13	T59	12	CS1PL51	CS2PL49	0,39552	F1PL51	F2PL49	F3PL47	8,30592	B1PL49	B2PL47	B3PL45	
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	13	PL66	13	T60	12	CS1PL52	CS2PL50	0,39552	F1PL52	F2PL50	F3PL48	8,30592	B1PL50	B2PL48	B3PL46	
45	NOVIEMBRE	13	PL67	13	T61	13	CS1PL53	CS2PL51	0,42624	F1PL53	F2PL51	F3PL49	8,30592	B1PL51	B2PL49	B3PL47	
46	NOVIEMBRE	13	PL68	13	T62	13	CS1PL54	CS2PL52	0,42624	F1PL54	F2PL52	F3PL50	8,30592	B1PL52	B2PL50	B3PL48	
47	NOVIEMBRE	13	PL69	13	T63	13	CS1PL55	CS2PL53	0,42624	F1PL55	F2PL53	F3PL51	8,30592	B1PL53	B2PL51	B3PL49	
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	13	PL70	13	T64	13	CS1PL56	CS2PL54	0,42624	F1PL56	F2PL54	F3PL52	8,30592	B1PL54	B2PL52	B3PL50	
49	DICIEMBRE	13	PL71	13	T65	13	CS1PL57	CS2PL55	0,42624	F1PL57	F2PL55	F3PL53	8,30592	B1PL55	B2PL53	B3PL51	
50	DICIEMBRE	13	PL72	13	T66	13	CS1PL58	CS2PL56	0,42624	F1PL58	F2PL56	F3PL54	8,30592	B1PL56	B2PL54	B3PL52	
51	DICIEMBRE	13	PL73	13	T67	13	CS1PL59	CS2PL57	0,42624	F1PL59	F2PL57	F3PL55	8,30592	B1PL57	B2PL55	B3PL53	
52	DICIEMBRE	13	PL74	13	T68	13	CS1PL60	CS2PL58	0,42624	F1PL60	F2PL58	F3PL56	8,30592	B1PL58	B2PL56	B3PL54	

Fuente: La autora

Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2018

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE MANZANILLA																	
AÑO	2018	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA			CANTIDAD DE BIOPREPARADO	ACTIVIDAD DE FERMENTACIÓN			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE BIOPREPARADO		
SEMANA	MES																
1	ENERO	13	PL75	13	T69	13	CS1PL61	CS2PL69	CS3PL57	0.42624	F1PL61	F2PL59	F3PL57	8.30592	B1PL59	B2PL57	B3PL55
2	ENERO	13	PL76	13	T70	13	CS1PL62	CS2PL60	CS3PL58	0.42624	F1PL62	F2PL60	F3PL58	8.30592	B1PL60	B2PL58	B3PL56
3	ENERO	13	PL77	13	T71	13	CS1PL63	CS2PL61	CS3PL59	0.42624	F1PL63	F2PL61	F3PL59	8.30592	B1PL61	B2PL59	B3PL57
4	ENERO	13	PL78	13	T72	13	CS1PL64	CS2PL62	CS3PL60	0.42624	F1PL64	F2PL62	F3PL60	8.30592	B1PL62	B2PL60	B3PL58
5	ENERO/FEBRERO	13	PL79	13	T73	13	CS1PL65	CS2PL63	CS3PL61	0.42624	F1PL65	F2PL63	F3PL61	8.30592	B1PL63	B2PL61	B3PL59
6	FEBRERO	13	PL80	13	T74	13	CS1PL66	CS2PL64	CS3PL62	0.42624	F1PL66	F2PL64	F3PL62	8.30592	B1PL64	B2PL62	B3PL60
7	FEBRERO	13	PL81	13	T75	13	CS1PL67	CS2PL65	CS3PL63	0.42624	F1PL67	F2PL65	F3PL63	8.30592	B1PL65	B2PL63	B3PL61
8	FEBRERO	13	PL82	13	T76	13	CS1PL68	CS2PL66	CS3PL64	0.42624	F1PL68	F2PL66	F3PL64	8.30592	B1PL66	B2PL64	B3PL62
9	FEBRERO/MARZO	13	PL83	13	T77	13	CS1PL69	CS2PL67	CS3PL65	0.42624	F1PL69	F2PL67	F3PL65	8.30592	B1PL67	B2PL65	B3PL63
10	MARZO	13	PL84	13	T78	13	CS1PL70	CS2PL68	CS3PL66	0.42624	F1PL70	F2PL68	F3PL66	8.30592	B1PL68	B2PL66	B3PL64
11	MARZO	13	PL85	13	T79	13	CS1PL71	CS2PL69	CS3PL67	0.42624	F1PL71	F2PL69	F3PL67	8.30592	B1PL69	B2PL67	B3PL65
12	MARZO	13	PL86	13	T80	13	CS1PL72	CS2PL70	CS3PL68	0.42624	F1PL72	F2PL70	F3PL68	8.30592	B1PL70	B2PL68	B3PL66
13	MARZO/ABRIL	13	PL87	13	T81	13	CS1PL73	CS2PL71	CS3PL69	0.42624	F1PL73	F2PL71	F3PL69	8.30592	B1PL71	B2PL69	B3PL67
14	ABRIL	13	PL88	13	T82	13	CS1PL74	CS2PL72	CS3PL70	0.42624	F1PL74	F2PL72	F3PL70	8.30592	B1PL72	B2PL70	B3PL68
15	ABRIL	13	PL89	13	T83	13	CS1PL75	CS2PL73	CS3PL71	0.42624	F1PL75	F2PL73	F3PL71	8.30592	B1PL73	B2PL71	B3PL69
16	ABRIL	13	PL90	13	T84	13	CS1PL76	CS2PL74	CS3PL72	0.42624	F1PL76	F2PL74	F3PL72	8.30592	B1PL74	B2PL72	B3PL70
17	ABRIL	13	PL91	13	T85	13	CS1PL77	CS2PL75	CS3PL73	0.42624	F1PL77	F2PL75	F3PL73	8.30592	B1PL75	B2PL73	B3PL71
18	ABRIL/MAYO	13	PL92	13	T86	13	CS1PL78	CS2PL76	CS3PL74	0.42624	F1PL78	F2PL76	F3PL74	8.30592	B1PL76	B2PL74	B3PL72
19	MAYO	13	PL93	13	T87	13	CS1PL79	CS2PL77	CS3PL75	0.42624	F1PL79	F2PL77	F3PL75	8.30592	B1PL77	B2PL75	B3PL73
20	MAYO	13	PL94	13	T88	13	CS1PL80	CS2PL78	CS3PL76	0.42624	F1PL80	F2PL78	F3PL76	8.30592	B1PL78	B2PL76	B3PL74
21	MAYO	13	PL95	13	T89	13	CS1PL81	CS2PL79	CS3PL77	0.42624	F1PL81	F2PL79	F3PL77	8.30592	B1PL79	B2PL77	B3PL75
22	MAYO/JUNIO	13	PL96	13	T90	13	CS1PL82	CS2PL80	CS3PL78	0.42624	F1PL82	F2PL80	F3PL78	8.30592	B1PL80	B2PL78	B3PL76
23	JUNIO	13	PL97	13	T91	13	CS1PL83	CS2PL81	CS3PL79	0.42624	F1PL83	F2PL81	F3PL79	8.30592	B1PL81	B2PL79	B3PL77
24	JUNIO	13	PL98	13	T92	13	CS1PL84	CS2PL82	CS3PL80	0.42624	F1PL84	F2PL82	F3PL80	8.30592	B1PL82	B2PL80	B3PL78
25	JUNIO	13	PL99	13	T93	13	CS1PL85	CS2PL83	CS3PL81	0.42624	F1PL85	F2PL83	F3PL81	8.30592	B1PL83	B2PL81	B3PL79
26	JUNIO/JULIO	13	PL100	13	T94	13	CS1PL86	CS2PL84	CS3PL82	0.42624	F1PL86	F2PL84	F3PL82	8.30592	B1PL84	B2PL82	B3PL80
27	JULIO	13	PL101	13	T95	13	CS1PL87	CS2PL85	CS3PL83	0.42624	F1PL87	F2PL85	F3PL83	8.30592	B1PL85	B2PL83	B3PL81
28	JULIO	13	PL102	13	T96	13	CS1PL88	CS2PL86	CS3PL84	0.42624	F1PL88	F2PL86	F3PL84	8.30592	B1PL86	B2PL84	B3PL82
29	JULIO	13	PL103	13	T97	13	CS1PL89	CS2PL87	CS3PL85	0.42624	F1PL89	F2PL87	F3PL85	8.30592	B1PL87	B2PL85	B3PL83
30	JULIO	13	PL104	13	T98	13	CS1PL90	CS2PL88	CS3PL86	0.42624	F1PL90	F2PL88	F3PL86	8.30592	B1PL88	B2PL86	B3PL84
31	JULIO/AGOSTO	14	PL105	13	T99	13	CS1PL91	CS2PL89	CS3PL87	0.42624	F1PL91	F2PL89	F3PL87	8.30592	B1PL89	B2PL87	B3PL85
32	AGOSTO	14	PL106	13	T100	13	CS1PL92	CS2PL90	CS3PL88	0.42624	F1PL92	F2PL90	F3PL88	8.30592	B1PL90	B2PL88	B3PL86
33	AGOSTO	14	PL107	13	T101	13	CS1PL93	CS2PL91	CS3PL89	0.42624	F1PL93	F2PL91	F3PL89	8.30592	B1PL91	B2PL89	B3PL87
34	AGOSTO	14	PL108	13	T102	13	CS1PL94	CS2PL92	CS3PL90	0.42624	F1PL94	F2PL92	F3PL90	8.30592	B1PL92	B2PL90	B3PL88
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	14	PL109	13	T103	13	CS1PL95	CS2PL93	CS3PL91	0.42624	F1PL95	F2PL93	F3PL91	8.30592	B1PL93	B2PL91	B3PL89
36	SEPTIEMBRE	14	PL110	13	T104	13	CS1PL96	CS2PL94	CS3PL92	0.42624	F1PL96	F2PL94	F3PL92	8.30592	B1PL94	B2PL92	B3PL90
37	SEPTIEMBRE	14	PL111	14	T105	13	CS1PL97	CS2PL95	CS3PL93	0.42624	F1PL97	F2PL95	F3PL93	8.30592	B1PL95	B2PL93	B3PL91
38	SEPTIEMBRE	14	PL112	14	T106	13	CS1PL98	CS2PL96	CS3PL94	0.42624	F1PL98	F2PL96	F3PL94	8.30592	B1PL96	B2PL94	B3PL92
39	SEPTIEMBRE	14	PL113	14	T107	13	CS1PL99	CS2PL97	CS3PL95	0.42624	F1PL99	F2PL97	F3PL95	8.30592	B1PL97	B2PL95	B3PL93
40	OCTUBRE	14	PL114	14	T108	13	CS1PL100	CS2PL98	CS3PL96	0.42624	F1PL100	F2PL98	F3PL96	8.30592	B1PL98	B2PL96	B3PL94
41	OCTUBRE	14	PL115	14	T109	13	CS1PL101	CS2PL99	CS3PL97	0.42624	F1PL101	F2PL99	F3PL97	8.30592	B1PL99	B2PL97	B3PL95
42	OCTUBRE	14	PL116	14	T110	13	CS1PL102	CS2PL100	CS3PL98	0.42624	F1PL102	F2PL100	F3PL98	8.30592	B1PL100	B2PL98	B3PL96
43	OCTUBRE	14	PL117	14	T111	13	CS1PL103	CS2PL101	CS3PL99	0.42624	F1PL103	F2PL101	F3PL99	8.30592	B1PL101	B2PL99	B3PL97
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	14	PL118	14	T112	13	CS1PL104	CS2PL102	CS3PL100	0.42624	F1PL104	F2PL102	F3PL100	8.30592	B1PL102	B2PL100	B3PL98
45	NOVIEMBRE	14	PL119	14	T113	13	CS1PL105	CS2PL103	CS3PL101	0.457728	F1PL105	F2PL103	F3PL101	8.30592	B1PL103	B2PL101	B3PL99
46	NOVIEMBRE	14	PL120	14	T114	13	CS1PL106	CS2PL104	CS3PL102	0.457728	F1PL106	F2PL104	F3PL102	8.30592	B1PL104	B2PL102	B3PL100
47	NOVIEMBRE	14	PL121	14	T115	13	CS1PL107	CS2PL105	CS3PL103	0.457728	F1PL107	F2PL105	F3PL103	8.30592	B1PL105	B2PL103	B3PL101
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	14	PL122	14	T116	13	CS1PL108	CS2PL106	CS3PL104	0.457728	F1PL108	F2PL106	F3PL104	8.30592	B1PL106	B2PL104	B3PL102
49	DICIEMBRE	14	PL123	14	T117	13	CS1PL109	CS2PL107	CS3PL105	0.457728	F1PL109	F2PL107	F3PL105	8.30592	B1PL107	B2PL105	B3PL103
50	DICIEMBRE	14	PL124	14	T118	13	CS1PL110	CS2PL108	CS3PL106	0.457728	F1PL110	F2PL108	F3PL106	8.30592	B1PL108	B2PL106	B3PL104
51	DICIEMBRE	14	PL125	14	T119	14	CS1PL111	CS2PL109	CS3PL107	0.457728	F1PL111	F2PL109	F3PL107	8.30592	B1PL109	B2PL107	B3PL105
52	DICIEMBRE	14	PL126	14	T120	14	CS1PL112	CS2PL110	CS3PL108	0.457728	F1PL112	F2PL110	F3PL108	8.30592	B1PL110	B2PL108	B3PL106

Fuente: La autora

**Tabla 45 Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2019**

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE MANZANILLA																	
AÑO	2019	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SIEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA			CANTIDAD DE BIOPREPARADO	ACTIVIDAD DE FERMENTACIÓN			CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE BIOPREPARADO		
SEMANA	MES						CSPL113	CS2PL111	CS3PL109	0.457728	F1PL113	F2PL111	F3PL109	8.30592	B1PL111	B2PL109	B3PL107
1	ENERO	14	PL127	14	T121	14	CSPL113	CS2PL111	CS3PL109	0.457728	F1PL113	F2PL111	F3PL109	8.30592	B1PL111	B2PL109	B3PL107
2	ENERO	14	PL128	14	T122	14	CSPL114	CS2PL112	CS3PL110	0.457728	F1PL114	F2PL112	F3PL110	8.30592	B1PL112	B2PL110	B3PL108
3	ENERO	14	PL129	14	T123	14	CSPL115	CS2PL113	CS3PL111	0.457728	F1PL115	F2PL113	F3PL111	8.30592	B1PL113	B2PL111	B3PL109
4	ENERO	14	PL130	14	T124	14	CSPL116	CS2PL114	CS3PL112	0.457728	F1PL116	F2PL114	F3PL112	8.30592	B1PL114	B2PL112	B3PL110
5	ENERO/FEBRERO	14	PL131	14	T125	14	CSPL117	CS2PL115	CS3PL113	0.457728	F1PL117	F2PL115	F3PL113	8.30592	B1PL115	B2PL113	B3PL111
6	FEBRERO	14	PL132	14	T126	14	CSPL118	CS2PL116	CS3PL114	0.457728	F1PL118	F2PL116	F3PL114	8.30592	B1PL116	B2PL114	B3PL112
7	FEBRERO	14	PL133	14	T127	14	CSPL119	CS2PL117	CS3PL115	0.457728	F1PL119	F2PL117	F3PL115	8.30592	B1PL117	B2PL115	B3PL113
8	FEBRERO	14	PL134	14	T128	14	CSPL120	CS2PL118	CS3PL116	0.457728	F1PL120	F2PL118	F3PL116	8.30592	B1PL118	B2PL116	B3PL114
9	FEBRERO/MARZO	14	PL135	14	T129	14	CSPL121	CS2PL119	CS3PL117	0.457728	F1PL121	F2PL119	F3PL117	8.30592	B1PL119	B2PL117	B3PL115
10	MARZO	14	PL136	14	T130	14	CSPL122	CS2PL120	CS3PL118	0.457728	F1PL122	F2PL120	F3PL118	8.30592	B1PL120	B2PL118	B3PL116
11	MARZO	14	PL137	14	T131	14	CSPL123	CS2PL121	CS3PL119	0.457728	F1PL123	F2PL121	F3PL119	8.30592	B1PL121	B2PL119	B3PL117
12	MARZO	14	PL138	14	T132	14	CSPL124	CS2PL122	CS3PL120	0.457728	F1PL124	F2PL122	F3PL120	8.30592	B1PL122	B2PL120	B3PL118
13	MARZO	14	PL139	14	T133	14	CSPL125	CS2PL123	CS3PL121	0.457728	F1PL125	F2PL123	F3PL121	8.30592	B1PL123	B2PL121	B3PL119
14	ABRIL	14	PL140	14	T134	14	CSPL126	CS2PL124	CS3PL122	0.457728	F1PL126	F2PL124	F3PL122	8.30592	B1PL124	B2PL122	B3PL120
15	ABRIL	14	PL141	14	T135	14	CSPL127	CS2PL125	CS3PL123	0.457728	F1PL127	F2PL125	F3PL123	8.30592	B1PL125	B2PL123	B3PL121
16	ABRIL	14	PL142	14	T136	14	CSPL128	CS2PL126	CS3PL124	0.457728	F1PL128	F2PL126	F3PL124	8.30592	B1PL126	B2PL124	B3PL122
17	ABRIL	14	PL143	14	T137	14	CSPL129	CS2PL127	CS3PL125	0.457728	F1PL129	F2PL127	F3PL125	8.30592	B1PL127	B2PL125	B3PL123
18	ABRIL/MAYO	14	PL144	14	T138	14	CSPL130	CS2PL128	CS3PL126	0.457728	F1PL130	F2PL128	F3PL126	8.30592	B1PL128	B2PL126	B3PL124
19	MAYO	14	PL145	14	T139	14	CSPL131	CS2PL129	CS3PL127	0.457728	F1PL131	F2PL129	F3PL127	8.30592	B1PL129	B2PL127	B3PL125
20	MAYO	14	PL146	14	T140	14	CSPL132	CS2PL130	CS3PL128	0.457728	F1PL132	F2PL130	F3PL128	8.30592	B1PL130	B2PL128	B3PL126
21	MAYO	14	PL147	14	T141	14	CSPL133	CS2PL131	CS3PL129	0.457728	F1PL133	F2PL131	F3PL129	8.30592	B1PL131	B2PL129	B3PL127
22	MAYO/JUNIO	14	PL148	14	T142	14	CSPL134	CS2PL132	CS3PL130	0.457728	F1PL134	F2PL132	F3PL130	8.30592	B1PL132	B2PL130	B3PL128
23	JUNIO	14	PL149	14	T143	14	CSPL135	CS2PL133	CS3PL131	0.457728	F1PL135	F2PL133	F3PL131	8.30592	B1PL133	B2PL131	B3PL129
24	JUNIO	14	PL150	14	T144	14	CSPL136	CS2PL134	CS3PL132	0.457728	F1PL136	F2PL134	F3PL132	8.30592	B1PL134	B2PL132	B3PL130
25	JUNIO	14	PL151	14	T145	14	CSPL137	CS2PL135	CS3PL133	0.457728	F1PL137	F2PL135	F3PL133	8.30592	B1PL135	B2PL133	B3PL131
26	JUNIO	14	PL152	14	T146	14	CSPL138	CS2PL136	CS3PL134	0.457728	F1PL138	F2PL136	F3PL134	8.30592	B1PL136	B2PL134	B3PL132
27	JULIO	14	PL153	14	T147	14	CSPL139	CS2PL137	CS3PL135	0.457728	F1PL139	F2PL137	F3PL135	8.30592	B1PL137	B2PL135	B3PL133
28	JULIO	14	PL154	14	T148	14	CSPL140	CS2PL138	CS3PL136	0.457728	F1PL140	F2PL138	F3PL136	8.30592	B1PL138	B2PL136	B3PL134
29	JULIO	14	PL155	14	T149	14	CSPL141	CS2PL139	CS3PL137	0.457728	F1PL141	F2PL139	F3PL137	8.30592	B1PL139	B2PL137	B3PL135
30	JULIO	14	PL156	14	T150	14	CSPL142	CS2PL140	CS3PL138	0.457728	F1PL142	F2PL140	F3PL138	8.30592	B1PL140	B2PL138	B3PL136
31	JULIO/AGOSTO	15	PL157	14	T151	14	CSPL143	CS2PL141	CS3PL139	0.457728	F1PL143	F2PL141	F3PL139	8.30592	B1PL141	B2PL139	B3PL137
32	AGOSTO	15	PL158	14	T152	14	CSPL144	CS2PL142	CS3PL140	0.457728	F1PL144	F2PL142	F3PL140	8.30592	B1PL142	B2PL140	B3PL138
33	AGOSTO	15	PL159	14	T153	14	CSPL145	CS2PL143	CS3PL141	0.457728	F1PL145	F2PL143	F3PL141	8.30592	B1PL143	B2PL141	B3PL139
34	AGOSTO	15	PL160	14	T154	14	CSPL146	CS2PL144	CS3PL142	0.457728	F1PL146	F2PL144	F3PL142	8.30592	B1PL144	B2PL142	B3PL140
35	AGOSTO/SEPTIEMBRE	15	PL161	14	T155	14	CSPL147	CS2PL145	CS3PL143	0.457728	F1PL147	F2PL145	F3PL143	8.30592	B1PL145	B2PL143	B3PL141
36	SEPTIEMBRE	15	PL162	14	T156	14	CSPL148	CS2PL146	CS3PL144	0.457728	F1PL148	F2PL146	F3PL144	8.30592	B1PL146	B2PL144	B3PL142
37	SEPTIEMBRE	15	PL163	15	T157	14	CSPL149	CS2PL147	CS3PL145	0.457728	F1PL149	F2PL147	F3PL145	8.30592	B1PL147	B2PL145	B3PL143
38	SEPTIEMBRE	15	PL164	15	T158	14	CSPL150	CS2PL148	CS3PL146	0.457728	F1PL150	F2PL148	F3PL146	8.30592	B1PL148	B2PL146	B3PL144
39	SEPTIEMBRE	15	PL165	15	T159	14	CSPL151	CS2PL149	CS3PL147	0.457728	F1PL151	F2PL149	F3PL147	8.30592	B1PL149	B2PL147	B3PL145
40	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	15	PL166	15	T160	14	CSPL152	CS2PL150	CS3PL148	0.457728	F1PL152	F2PL150	F3PL148	8.30592	B1PL150	B2PL148	B3PL146
41	OCTUBRE	15	PL167	15	T161	14	CSPL153	CS2PL151	CS3PL149	0.457728	F1PL153	F2PL151	F3PL149	8.30592	B1PL151	B2PL149	B3PL147
42	OCTUBRE	15	PL168	15	T162	14	CSPL154	CS2PL152	CS3PL150	0.457728	F1PL154	F2PL152	F3PL150	8.30592	B1PL152	B2PL150	B3PL148
43	OCTUBRE	15	PL169	15	T163	14	CSPL155	CS2PL153	CS3PL151	0.457728	F1PL155	F2PL153	F3PL151	8.30592	B1PL153	B2PL151	B3PL149
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	15	PL170	15	T164	15	CSPL156	CS2PL154	CS3PL152	0.457728	F1PL156	F2PL154	F3PL152	8.30592	B1PL154	B2PL152	B3PL150
45	NOVIEMBRE	15	PL171	15	T165	15	CSPL157	CS2PL155	CS3PL153	0.489984	F1PL157	F2PL155	F3PL153	8.30592	B1PL155	B2PL153	B3PL151
46	NOVIEMBRE	15	PL172	15	T166	15	CSPL158	CS2PL156	CS3PL154	0.489984	F1PL158	F2PL156	F3PL154	8.30592	B1PL156	B2PL154	B3PL152
47	NOVIEMBRE	15	PL173	15	T167	15	CSPL159	CS2PL157	CS3PL155	0.489984	F1PL159	F2PL157	F3PL155	10.289664	B1PL157	B2PL155	B3PL153
48	NOVIEMBRE/DICIEMBRE	15	PL174	15	T168	15	CSPL160	CS2PL158	CS3PL156	0.489984	F1PL160	F2PL158	F3PL156	10.289664	B1PL158	B2PL156	B3PL154
49	DICIEMBRE	15	PL175	15	T169	15	CSPL161	CS2PL159	CS3PL157	0.489984	F1PL161	F2PL159	F3PL157	10.289664	B1PL159	B2PL157	B3PL155
50	DICIEMBRE	15	PL176	15	T170	15	CSPL162	CS2PL160	CS3PL158	0.489984	F1PL162	F2PL160	F3PL158	10.289664	B1PL160	B2PL158	B3PL156
51	DICIEMBRE	15	PL177	15	T171	15	CSPL163	CS2PL161	CS3PL159	0.489984	F1PL163	F2PL161	F3PL159	10.289664	B1PL161	B2PL159	B3PL157
52	DICIEMBRE	15	PL178	15	T172	15	CSPL164	CS2PL162	CS3PL160	0.489984	F1PL164	F2PL162	F3PL160	10.289664	B1PL162	B2PL160	B3PL158

Fuente: La atorra

Tabla 46 Tabla 44 Cronograma Siembras y Cosechas Manzanilla 2020

CRONOGRAMA SIEMBRAS Y COSECHAS DE MANZANILLA																	
AÑO	2020	CANTIDADES A SEMBRAR	ACTIVIDAD DE SEMBRA (PLANTULAS)	CANTIDAD A TRASPLANTAR	ACTIVIDAD DE TRASPLANTE	CANTIDAD A COSECHAR	ACTIVIDAD DE COSECHA			CANTIDAD DE BIOPREPARADO	ACTIVIDAD DE FERMENTACIÓN	CANTIDAD DE BIOPREPARADO (LITROS)	ACTIVIDAD DE BIOPREPARADO				
SEMANA	MES																
1	ENERO	15	PL179	15	T173	15	CSPL165	CS2PL163	CS3PL161	0.489984	F1PL165	F2PL163	F3PL161	10.289664	B1PL163	B2PL161	B3PL159
2	ENERO	15	PL180	15	T174	15	CSPL166	CS2PL164	CS3PL162	0.489984	F1PL166	F2PL164	F3PL162	10.289664	B1PL164	B2PL162	B3PL160
3	ENERO	15	PL181	15	T175	15	CSPL167	CS2PL165	CS3PL163	0.489984	F1PL167	F2PL165	F3PL163	10.289664	B1PL165	B2PL163	B3PL161
4	ENERO	15	PL182	15	T176	15	CSPL168	CS2PL166	CS3PL164	0.489984	F1PL168	F2PL166	F3PL164	10.289664	B1PL166	B2PL164	B3PL162
5	ENERO/FEBRERO	15	PL183	15	T177	15	CSPL169	CS2PL167	CS3PL165	0.489984	F1PL169	F2PL167	F3PL165	10.289664	B1PL167	B2PL165	B3PL163
6	FEBRERO	15	PL184	15	T178	15	CSPL170	CS2PL168	CS3PL166	0.489984	F1PL170	F2PL168	F3PL166	10.289664	B1PL168	B2PL166	B3PL164
7	FEBRERO	15	PL185	15	T179	15	CSPL171	CS2PL169	CS3PL167	0.489984	F1PL171	F2PL169	F3PL167	10.289664	B1PL169	B2PL167	B3PL165
8	FEBRERO	15	PL186	15	T180	15	CSPL172	CS2PL170	CS3PL168	0.489984	F1PL172	F2PL170	F3PL168	10.289664	B1PL170	B2PL168	B3PL166
9	FEBRERO/MARZO	15	PL187	15	T181	15	CSPL173	CS2PL171	CS3PL169	0.489984	F1PL173	F2PL171	F3PL169	10.289664	B1PL171	B2PL169	B3PL167
10	MARZO	15	PL188	15	T182	15	CSPL174	CS2PL172	CS3PL170	0.489984	F1PL174	F2PL172	F3PL170	10.289664	B1PL172	B2PL170	B3PL168
11	MARZO	15	PL189	15	T183	15	CSPL175	CS2PL173	CS3PL171	0.489984	F1PL175	F2PL173	F3PL171	10.289664	B1PL173	B2PL171	B3PL169
12	MARZO	15	PL190	15	T184	15	CSPL176	CS2PL174	CS3PL172	0.489984	F1PL176	F2PL174	F3PL172	10.289664	B1PL174	B2PL172	B3PL170
13	MARZO	15	PL191	15	T185	15	CSPL177	CS2PL175	CS3PL173	0.489984	F1PL177	F2PL175	F3PL173	10.289664	B1PL175	B2PL173	B3PL171
14	MARZO/ABRIL	15	PL192	15	T186	15	CSPL178	CS2PL176	CS3PL174	0.489984	F1PL178	F2PL176	F3PL174	10.289664	B1PL176	B2PL174	B3PL172
15	ABRIL	15	PL193	15	T187	15	CSPL179	CS2PL177	CS3PL175	0.489984	F1PL179	F2PL177	F3PL175	10.289664	B1PL177	B2PL175	B3PL173
16	ABRIL	15	PL194	15	T188	15	CSPL180	CS2PL178	CS3PL176	0.489984	F1PL180	F2PL178	F3PL176	10.289664	B1PL178	B2PL176	B3PL174
17	ABRIL	15	PL195	15	T189	15	CSPL181	CS2PL179	CS3PL177	0.489984	F1PL181	F2PL179	F3PL177	10.289664	B1PL179	B2PL177	B3PL175
18	ABRIL/MAYO	15	PL196	15	T190	15	CSPL182	CS2PL180	CS3PL178	0.489984	F1PL182	F2PL180	F3PL178	10.289664	B1PL180	B2PL178	B3PL176
19	MAYO	15	PL197	15	T191	15	CSPL183	CS2PL181	CS3PL179	0.489984	F1PL183	F2PL181	F3PL179	10.289664	B1PL181	B2PL179	B3PL177
20	MAYO	15	PL198	15	T192	15	CSPL184	CS2PL182	CS3PL180	0.489984	F1PL184	F2PL182	F3PL180	10.289664	B1PL182	B2PL180	B3PL178
21	MAYO	15	PL199	15	T193	15	CSPL185	CS2PL183	CS3PL181	0.489984	F1PL185	F2PL183	F3PL181	10.289664	B1PL183	B2PL181	B3PL179
22	MAYO	15	PL200	15	T194	15	CSPL186	CS2PL184	CS3PL182	0.489984	F1PL186	F2PL184	F3PL182	10.289664	B1PL184	B2PL182	B3PL180
23	JUNIO	15	PL201	15	T195	15	CSPL187	CS2PL185	CS3PL183	0.489984	F1PL187	F2PL185	F3PL183	10.289664	B1PL185	B2PL183	B3PL181
24	JUNIO	15	PL202	15	T196	15	CSPL188	CS2PL186	CS3PL184	0.489984	F1PL188	F2PL186	F3PL184	10.289664	B1PL186	B2PL184	B3PL182
25	JUNIO	15	PL203	15	T197	15	CSPL189	CS2PL187	CS3PL185	0.489984	F1PL189	F2PL187	F3PL185	10.289664	B1PL187	B2PL185	B3PL183
26	JUNIO	15	PL204	15	T198	15	CSPL190	CS2PL188	CS3PL186	0.489984	F1PL190	F2PL188	F3PL186	10.289664	B1PL188	B2PL186	B3PL184
27	JUNIO/JULIO	15	PL205	15	T199	15	CSPL191	CS2PL189	CS3PL187	0.489984	F1PL191	F2PL189	F3PL187	10.289664	B1PL189	B2PL187	B3PL185
28	JULIO	15	PL206	15	T200	15	CSPL192	CS2PL190	CS3PL188	0.489984	F1PL192	F2PL190	F3PL188	10.289664	B1PL190	B2PL188	B3PL186
29	JULIO	15	PL207	15	T201	15	CSPL193	CS2PL191	CS3PL189	0.489984	F1PL193	F2PL191	F3PL189	10.289664	B1PL191	B2PL189	B3PL187
30	JULIO	15	PL208	15	T202	15	CSPL194	CS2PL192	CS3PL190	0.489984	F1PL194	F2PL192	F3PL190	10.289664	B1PL192	B2PL190	B3PL188
31	JULIO/AGOSTO			15	T203	15	CSPL195	CS2PL193	CS3PL191	0.489984	F1PL195	F2PL193	F3PL191	10.289664	B1PL193	B2PL191	B3PL189
32	AGOSTO			15	T204	15	CSPL196	CS2PL194	CS3PL192	0.489984	F1PL196	F2PL194	F3PL192	10.289664	B1PL194	B2PL192	B3PL190
33	AGOSTO			15	T205	15	CSPL197	CS2PL195	CS3PL193	0.489984	F1PL197	F2PL195	F3PL193	10.289664	B1PL195	B2PL193	B3PL191
34	AGOSTO			15	T206	15	CSPL198	CS2PL196	CS3PL194	0.489984	F1PL198	F2PL196	F3PL194	10.289664	B1PL196	B2PL194	B3PL192
35	AGOSTO			15	T207	15	CSPL199	CS2PL197	CS3PL195	0.489984	F1PL199	F2PL197	F3PL195	10.289664	B1PL197	B2PL195	B3PL193
36	AGOSTO/SEPTIEMBRE			15	T208	15	CSPL200	CS2PL198	CS3PL196	0.489984	F1PL200	F2PL198	F3PL196	10.289664	B1PL198	B2PL196	B3PL194
37	SEPTIEMBRE					15	CSPL201	CS2PL199	CS3PL197	0.489984	F1PL201	F2PL199	F3PL197	10.289664	B1PL199	B2PL197	B3PL195
38	SEPTIEMBRE					15	CSPL202	CS2PL200	CS3PL198	0.489984	F1PL202	F2PL200	F3PL198	10.289664	B1PL200	B2PL198	B3PL196
39	SEPTIEMBRE					15	CSPL203	CS2PL201	CS3PL199	0.489984	F1PL203	F2PL201	F3PL199	10.289664	B1PL201	B2PL199	B3PL197
40	SEPTIEMBRE/OCTUBRE					15	CSPL204	CS2PL202	CS3PL200	0.489984	F1PL204	F2PL202	F3PL200	10.289664	B1PL202	B2PL200	B3PL198
41	OCTUBRE					15	CSPL205	CS2PL203	CS3PL201	0.489984	F1PL205	F2PL203	F3PL201	10.289664	B1PL203	B2PL201	B3PL199
42	OCTUBRE					15	CSPL206	CS2PL204	CS3PL202	0.489984	F1PL206	F2PL204	F3PL202	10.289664	B1PL204	B2PL202	B3PL200
43	OCTUBRE					15	CSPL207	CS2PL205	CS3PL203	0.489984	F1PL207	F2PL205	F3PL203	10.289664	B1PL205	B2PL203	B3PL201
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE					15	CSPL208	CS2PL206	CS3PL204	0.489984	F1PL208	F2PL206	F3PL204	10.289664	B1PL206	B2PL204	B3PL202
45	NOVIEMBRE					15		CS2PL207	CS3PL205	0.489984		F2PL207	F3PL205	10.289664	B1PL207	B2PL205	B3PL203
46	NOVIEMBRE					15		CS2PL208	CS3PL206	0.489984		F2PL208	F3PL206	10.289664	B1PL208	B2PL206	B3PL204
47	NOVIEMBRE					15			CS3PL207	0.489984			F3PL207	10.289664	B2PL207	B3PL205	
48	NOVIEMBRE					15			CS3PL208	0.489984			F3PL208	10.289664	B2PL208	B3PL206	
49	NOVIEMBRE/DICIEMBRE													10.289664			B3PL207
50	DICIEMBRE													10.289664			B3PL208
51	DICIEMBRE																
52	DICIEMBRE																

Fuente: La autora

La elaboración de los anteriores cronogramas puede ser resumida mediante las siguientes relaciones matemáticas:

$$Vi (SP_{vi}, T_{vi}, C_{vi})$$

$Vi$ : Variedad  $i$

$SP$ : Siembra de plántulas

$T$ : Trasplante

$C$ : Cosecha

$$SP_{vi} = (\text{Fecha de Despacho}_{vi} - \text{Tiempo Total Ciclo Crecimiento}_{vi})$$

$$T_{vi} = (\text{Fecha } SP_{vi} + \text{Tiempo de ciclo para generar plántulas}_{vi})$$

$$C_{vi} = (\text{Fecha } T_{vi} + \text{Tiempo de ciclo de crecimiento de la planta}_{vi})$$

Finalmente, en la elaboración del compostaje solo se tuvo en cuenta la demanda mostrada en la Tabla 30 y el tiempo que dura su proceso de elaboración, de modo que para las siembras de lechuga y manzanilla programadas en el 2016 este producto se adquirirá de un proveedor externo.

Tabla 47 Cronograma Elaboración de Compostaje 2016

<b>CRONOGRAMA ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE</b>				
<b>AÑO</b>	<b>2016</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS A ELABORAR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS LISTAS</b>
<b>SEMANA</b>	<b>MES</b>			
39	SEPTIEMBRE/OCTUBRE	3	P1	

Fuente: La autora

Tabla 48 Cronograma Elaboración de Compostaje 2017

<b>CRONOGRAMA ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE</b>				
<b>AÑO</b>	<b>2017</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS A ELABORAR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS LISTAS</b>
<b>SEMANA</b>	<b>MES</b>			
1	ENERO			3
2	ENERO			
3	ENERO			
4	ENERO	3	P2	
18	MAYO			3
31	JULIO/AGOSTO	3	P3	
45	NOVIEMBRE			3
52	DICIEMBRE	3	P4	

Fuente: La autora

Tabla 49 Cronograma Elaboración de Compostaje 2018

<b>CRONOGRAMA ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE</b>				
<b>AÑO</b>	<b>2018</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS A ELABORAR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE PILAS LISTAS</b>
<b>SEMANA</b>	<b>MES</b>			
14	ABRIL			3
22	MAYO/JUNIO	3	P5	
36	SEPTIEMBRE			3
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	2	P6	

Fuente: La autora

Tabla 50 Cronograma Elaboración de Compostaje 2019

CRONOGRAMA ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE				
AÑO	2019	CANTIDAD DE PILAS A ELABORAR	ACTIVIDAD	CANTIDAD DE PILAS LISTAS
SEMANA	MES			
5	ENERO/FEBRERO	2	P7	
6	FEBRERO			2
18	ABRIL/MAYO	2	P8	
19	MAYO			2
31	JULIO/AGOSTO	2	P9	
32	AGOSTO			2
44	OCTUBRE/NOVIEMBRE	2	P10	
45	NOVIEMBRE			2

Fuente: La autora

Tabla 51 Cronograma Elaboración de Compostaje 2020

CRONOGRAMA ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE				
AÑO	2020	CANTIDAD DE PILAS A ELABORAR	ACTIVIDAD	CANTIDAD DE PILAS LISTAS
SEMANA	MES			
5	ENERO/FEBRERO	2	P11	
6	FEBRERO			2
18	ABRIL/MAYO	2	P12	
19	MAYO			2
31	JULIO/AGOSTO	2	P13	
32	AGOSTO			2
45	NOVIEMBRE			2

Fuente: La autora

La elaboración del anterior cronograma puede ser resumida mediante las siguientes relaciones matemáticas:

$$Pc (CEC, SP_{vi}, T_{vi})$$

*Pc* : Inicio elaboración pila de compostaje

*CEC* : Ciclo de elaboración del compostaje

*SP<sub>vi</sub>* : Siembra de plántulas de la variedad *i*

*T<sub>vi</sub>* : Trasplante de plántulas de la variedad *i*

$$Pc = (SP_{vi} + T_{vi}) + CEC$$

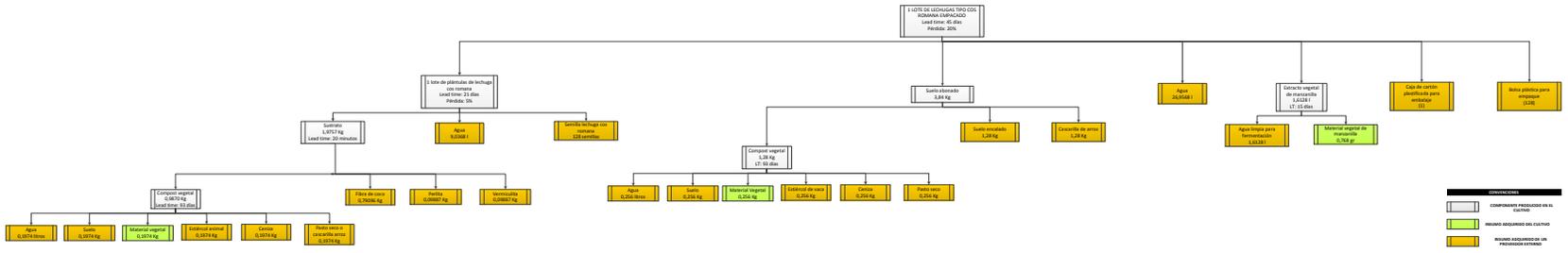
## **9.5 ÁRBOL DE PRODUCTO DE LA LECHUGA ROMANA Y LA MANZANILLA**

El árbol de producto se define como el archivo que llevan las empresas de sus listas de materiales, no es otra cosa que la secuencia de todo aquello que se invierte en el producto final<sup>61</sup>. Para este trabajo se presenta el árbol de producto para la lechuga y la manzanilla con el fin de poder identificar los componentes de los productos y diseñar una política de inventario adecuada para cada uno de ellos. Los cálculos de las cantidades se realizaron tomando en cuenta el diagrama de operaciones que se presentó en los numerales 9.11 y 9.2.1, y los tiempos son los tiempos de producción presentados en las fichas técnicas.

---

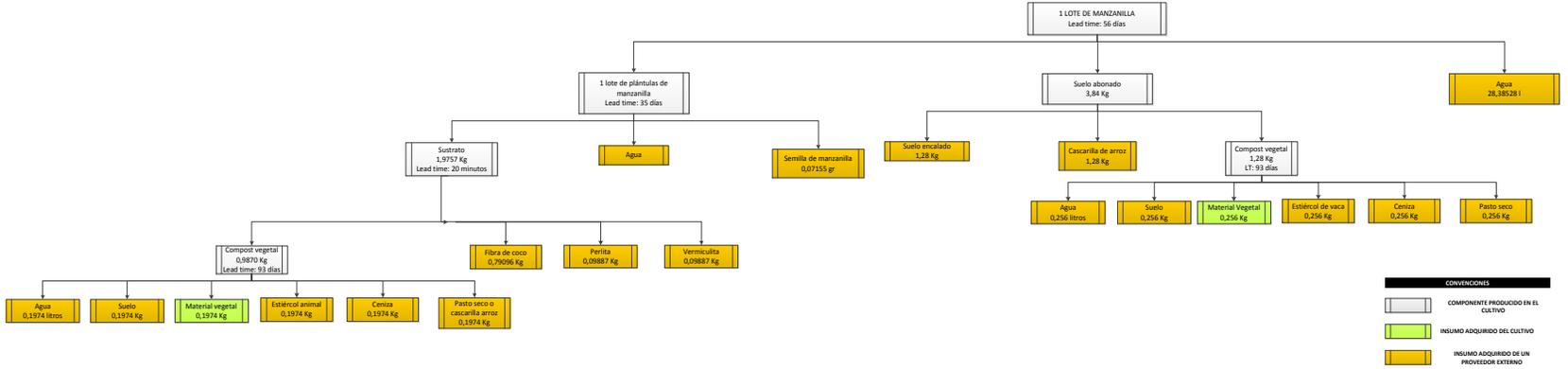
<sup>61</sup> CHASE Richard, JACOBS Robert y AQUILANO Nicholas. En: Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A, 2005. p.650

Figura 27 Árbol de Producto Lechuga Romana



Fuente: La autora

Figura 28 Árbol de Producto Manzaniella



Fuente: La autora

## 9.6 ESTRATEGÍAS Y POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS DEL CULTIVO

El establecimiento de las estrategias y las políticas para cada tipo de inventario presente a lo largo de la cadena productiva del cultivo se realizó con base en la siguiente metodología:

- Primero se identificaron cuáles eran los inventarios presentes en cada etapa de la cadena productiva del cultivo tanto para la manzanilla como para la lechuga. Los tipos de inventarios identificados fueron: materia prima, producto en proceso y producto terminado.
- Una vez identificados los inventarios, de acuerdo a sus características, se seleccionó una estrategia de inventario adecuada.
- Finalmente, según la estrategia seleccionada se determina la política de inventario con el fin de que en la gestión del cultivo pueda saberse cantidades y tiempos de abastecimiento.

### 9.6.1 IDENTIFICACIÓN DE INVENTARIOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

El sistema productivo diseñado comprende cuatro grandes etapas: preparación para la siembra, siembra, cosecha y poscosecha, dentro de éstas se realizan una serie de actividades que generan inventario, a continuación se presenta cuáles son esos inventarios para cada tipo de cultivo.

Tabla 52 Identificación Inventarios del Cultivo de Lechuga

IDENTIFICACIÓN DE INVENTARIOS PARA EL CULTIVO DE LECHUGA					
ETAPA	ACTIVIDADES	Tipo de inventario/Estrategia de Modelo de Gestión			
		Inventario de materias primas	Inventario de producto en proceso	Inventario de productos terminados	
		Nombre Inventario	Nombre Inventario	Nombre Inventario	
Preparación para la siembra	Elaboración de compostaje	Agua lluvia o limpia	Compostaje en fase mesofila y termófila	Compostaje final	
		Suelo			
		Material vegetal			
		Ceniza			
		Pasto seco/cascarilla de arroz			
		Estiércol de animal			
	Generación de plántulas	Fibra de coco	Sustrato		
		Perlita	Plántula	Plántula lista para trasplante	
		Vermiculita			
		Compost vegetal			
		Agua limpia			
		Semillas de lechuga			
Siembra	Preparación del suelo	Suelo encalado		Suelo preparado	
		Cascarilla de arroz			
		Compostaje vegetal			
	Trasplante	Plántulas		Plantulas sembradas en medio de cultivo	
	Riego	Agua limpia			
	Fumigación	Agua limpia	Biopreparado en fermentación	Biopreparado listo para fumigación	
Cosecha	Recolección	Material vegetal de manzanilla		Plantas cosechadas	
	Acopio	Plantas cosechadas		Plantas empacadas en canastas plásticas	
Poscosecha	Empaque	Plantas empacadas en canastas plásticas		Planta empacada en bolsa (Peso/bolsa = 300 gr)	
		Bolsa plástica			
	Embalaje	Planta empacada en bolsa (Peso/bolsa = 300 gr)			
		Caja de cartón plastificada		Lote de 128 plantas empacado	

Fuente: La autora

**Tabla 53 Identificación Inventarios del Cultivo de Manzanilla**

IDENTIFICACIÓN DE INVENTARIOS PARA EL CULTIVO DE MANZANILLA					
FASE	ACTIVIDADES	Tipo de inventario/Estrategia de Modelo de Gestión			
		Inventario de materias primas	Inventario de producto en proceso	Inventario de productos terminados	
		Nombre Inventario	Nombre Inventario	Nombre Inventario	
Preparación para la siembra	Elaboración de compostaje	Agua lluvia o limpia	Compostaje fase mesófila y termófila	Compostaje final	
		Suelo			
		Material vegetal			
		Ceniza			
		Pasto seco/cascarilla de arroz			
	Generación de plántulas	Estiércol de animal			
		Fibra de coco	Sustrato		
		Perlita	Plántula	Plántula lista para trasplante	
		Vermiculita			
		Compost vegetal			
Siembra	Preparación del suelo	Agua			
		Semillas de lechuga			
		Suelo encalado		Suelo preparado	
		Cascarilla de arroz			
	Trasplante	Compostaje vegetal			
		Plántulas		Plantulas sembradas en medio de cultivo	
Cosecha y Poscosecha	Riego	Agua			
	Recolección			Plantas cosechadas	
	Acopio	Plantas cosechadas		Plantas empacadas en canastas plásticas	

Fuente: La autora

### 9.6.2 POLÍTICAS PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS

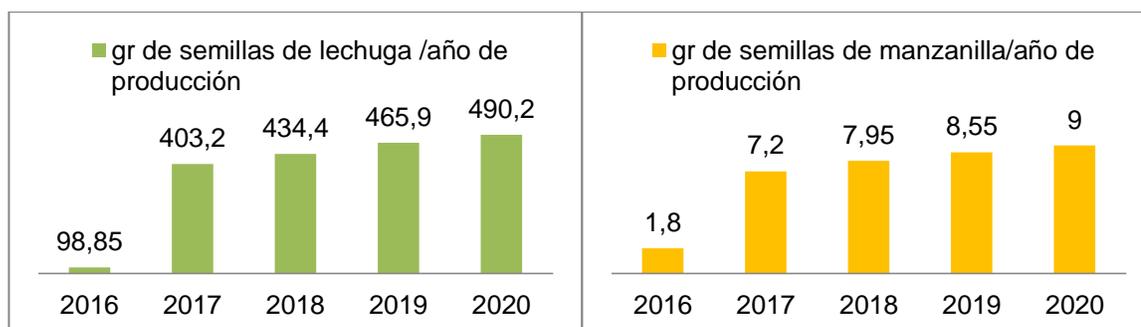
Una vez identificados los inventarios se procede a diseñar su gestión dependiendo de su naturaleza y teniendo en cuenta los siguientes parámetros que resultan ser críticos a la hora de planear este tipo de sistemas productivos:

- La cantidad requerida por el sistema para los distintos subproductos.
- Fechas de caducidad de los insumos o en algunos casos tiempo de pérdida de sus propiedades.

Establecido lo anterior se inicia analizando el inventario de materias primas que deben adquirirse del proveedor, estos artículos además de estar identificados en las tablas del numeral anterior se encuentran resaltados en los árboles de producto.

Las semillas de lechuga y manzanilla presentan el siguiente comportamiento dentro de los requerimientos propuestos en los cronogramas de siembra y cosecha y los árboles de producto:

**Figura 29 Requerimiento de Semillas en gr**



Fuente: La autora

Los proveedores de las semillas tienen los siguientes parámetros:

- Las semillas pueden estar almacenadas por un máximo de 2 años sin que pierdan significativamente su capacidad de germinación.
- Los proveedores de semillas de lechuga romana venden un mínimo de 1 lata de 500 gr
- Los proveedores de semillas de manzanilla venden un mínimo de 1 sobre de 0,3 gr.

De acuerdo a lo anterior se establece que se comprará una lata de lechuga al inicio de cada año y los sobres de manzanilla se adquirirán como se muestra a continuación:

**Tabla 54 Cronograma de compra de Semillas de Manzanilla**

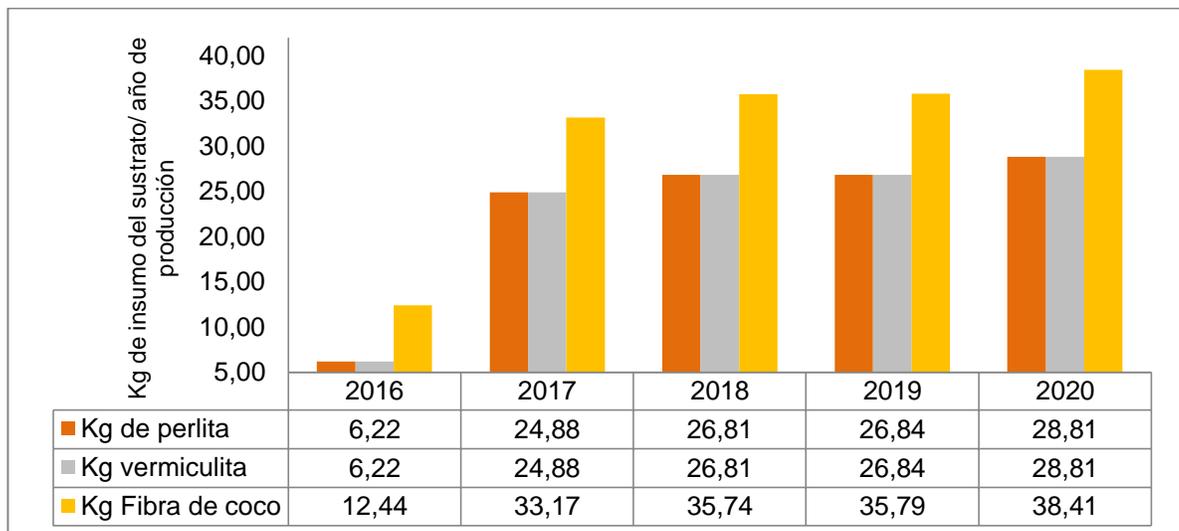
Año	Compra sobres
2016	6
2017	24
2018	27
2019	29
2020	30

Fuente: La autora

Los sobres se irán gastando de acuerdo al cronograma de siembra ya elaborado.

Ahora se analizarán los insumos necesarios para la elaboración del sustrato de las plántulas. El consumo de cada uno de ellos de acuerdo a los cronogramas de siembra y cosecha y a los árboles de producto son los siguientes:

**Figura 30 Requerimiento insumos del Sustrato**



Fuente: La autora

Estudios agrícolas han demostrado que el sustrato de fibra de coco puede utilizarse de forma íntegra y sin perder sus propiedades durante tres años<sup>62</sup> Por lo anterior, y sabiendo que la perlita y vermiculita son minerales, se diseña una política para los insumos del sustrato supeditados a la limitación de la fibra de coco, de modo que se comprarán de la siguiente manera:

**Tabla 55 Cronograma de compra de Insumos del Sustrato**

<b>Año</b>	<b>Aprovisionamiento en Kg</b>		
	<b>Perlita</b>	<b>Vermiculita</b>	<b>Fibra de coco</b>
2016	58	58	81
2017			
2018			
2019	56	56	74
2020			

**Fuente: La autora**

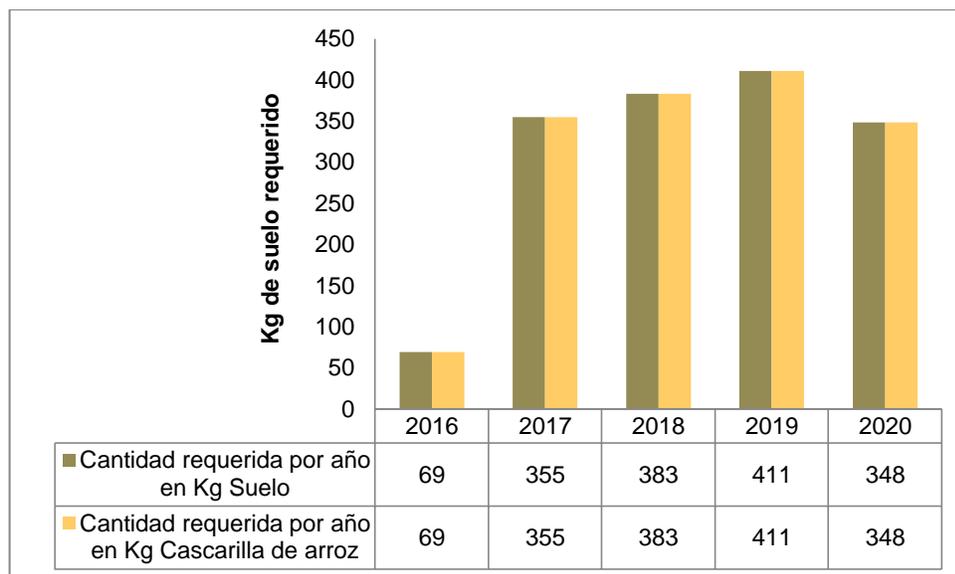
El anterior cronograma indica que se aprovisiona la perlita, vermiculita y fibra de coco en el 2016 para los tres años de producción siguiente, y en el 2019 para los dos últimos.

Otro insumo requerido es el suelo utilizado para la siembra el cual, de acuerdo al árbol de producto y los cronogramas de siembra y cosecha, lleva los siguientes componentes y sus respectivas cantidades por año de producción:

---

<sup>62</sup> RECKMANN A. Oscar. Fibra de coco Un sustrato con grandes ventajas. Revista Red Agrícola. [en línea] <<http://www.protekta.cl/dmdocuments/Art%C3%ADculo%20Fibra%20de%20Coco.pdf>> [Citado en, 29 de Abril de 2016]

**Figura 31 Requerimiento insumos para preparación del Suelo para siembra**



Fuente: La autora

De acuerdo con una investigación realizada por la organización SERIDA puede planearse sembrar lechuga en el mismo suelo durante un año<sup>63</sup>, por lo tanto pasado este tiempo debe cambiarse el suelo y por ende se planea comprar la cantidad de suelo que requiere la producción cada año.

En cuanto a los artículos que deben ser comprados para la elaboración del compostaje, de acuerdo a la norma NTC 5400, por higiene, los insumos para la realización del compost se adquirirán con una estrategia de lote por lote de acuerdo al cronograma de elaboración de pilas de compostaje ya expuesto anteriormente. Sin embargo a partir del 2018 la compra de suelo se disminuye porque el suelo que ya no se usa para la siembra se convierte en un inventario disponible en donde la cantidad de suelo a comprar será igual a la siguiente ecuación:

$$\text{Compra Kg Suelo}_{\text{año } n} = \text{Kg p.compost}_{\text{año } n} - \text{Kg Suelo disponible por siembra}_{\text{año } n-1}$$

Anualmente, la cantidad de compra de suelo para compostaje por año sería la siguiente:

<sup>63</sup> SERIDA. Rotación de cultivos. Revista Tecnología Agroalimentaria CIATA Edición especial. 1998. [en línea] <<http://www.serida.org/pdfs/2020.pdf>> [Consultado el 30 de Abril de 2016]

**Tabla 56 Análisis del uso del Suelo**

Año	Cantidad de pilas a elaborar	Kg suelo requerido	Kg suelo disponible proveniente de la siembra	Kg de suelo para compra
2016	3	150	0	150
2017	9	450	0	450
2018	5	250	424	0
2019	8	400	556	0
2020	6	300	567	0
<b>Cantidad sobrante de suelo en Kg disponible para el año 2021</b>			<b>267</b>	

Fuente: La autora

En la tabla anterior se evidencia que a partir del año 2018 no es necesario adquirir suelo para la elaboración del compostaje, ya que el suelo disponible proveniente de la siembra es suficiente para satisfacer las necesidades de la elaboración del compostaje y además queda un sobrante de 267 Kg para el año 2021. Para los demás artículos identificados en el numeral 10.7.1 la estrategia de gestión será un lote por lote y su adquisición será de acuerdo a los cronogramas de siembra y cosecha ya establecidos.

Para finalizar, se muestra un cronograma de adquisición de las materias primas anteriormente analizadas para cada año de producción.

**Tabla 57 Cronograma de Compras**

Año	Mes	ARTÍCULO																					
		Semillas de lechuga		Semillas de manzanilla		Perita		Vermiculita		Fibra de coco		Suelo encalado		Cascarilla de arroz		Estiércol de animal		Pasto seco		Material vegetal		Ceniza	
		Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
2016	Septiembre	1	Lata	6	Sobre	58	Kg	58	Kg	81	Kg	219	Kg	69	Kg	150	Kg	150	Kg	150	Kg	150	Kg
	Enero			24	Sobre											150	Kg	150	Kg	150	Kg	150	Kg
2017	Julio															150	Kg	150	Kg	150	Kg	150	Kg
	Enero	1	Lata	27	Sobre							355	Kg	355	Kg								
2018	Mayo															150	Kg	150	Kg	150	Kg	150	Kg
	Octubre															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
	Enero	1	Lata	29	Sobre	56	Kg	56	Kg	74	Kg	411	Kg	411	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
2019	Abril															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
	Julio															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
	Octubre															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
	Enero	1	Lata	30	Sobre							348	Kg	348	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
2020	Febrero																						
	Marzo																						
	Abril															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg
	Mayo																						
	Junio																						
	Julio															100	Kg	100	Kg	100	Kg	100	Kg

Fuente: La autora

**Tabla 58 Cronograma de Compras de Cajas y Bolsas**

Cronograma cajas y bolsas para empaque		
Año	Cantidades por mes	
	Bolsas	Cajas
2017	1976	15
2018	2131	17
2019	2289	18
2020	2451	19

Fuente: La autora

## 9.7 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El diseño del plan de producción finaliza con el planteamiento de seis indicadores de gestión cuyo propósito es medir el desempeño del cultivo de lechuga. Los indicadores de gestión se proponen por pares en donde cada par se encuentra en una etapa del cultivo, las etapas de análisis son: siembra, cosecha y pos cosecha.

### 9.7.1 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE SIEMBRA

El proceso general de la etapa de siembra consta de las siguientes actividades principales:

- Generación de plántulas
- Trasplante
- Preparación del suelo para la siembra
- Fumigación de plagas

Los indicadores propuestos para esta etapa se concentran en las dos actividades en donde se concentra la mayoría de pérdidas para el cultivo y que por lo tanto es necesario controlar, estas son: la generación de plántulas y la fumigación de plagas con el biopreparado de manzanilla.

Tabla 59 Indicadores de Control para la etapa de Siembra

	INDICADOR 1	INDICADOR 2
Nombre del indicador	Porcentaje de plántulas aptas para el trasplante	Porcentaje de plantas sanas listas para la cosecha
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de plántulas trasplantadas}}{\text{Cantidad de plántulas sembradas}} \times 100$	$\frac{\text{Cantidad de lechugas afectadas después de la fumigación n}}{\text{Cantidad de lechugas trasplantadas en la cosecha n}} \times 100$
Descripción	El indicador permite medir cuántas semillas plantadas para ser germinadas llegaron a un estado óptimo y están listas para el trasplante.	El indicador permite evaluar el desempeño del biopreparado de manzanilla durante las tres fumigaciones planeadas permitiendo detectar a tiempo cuando una plaga no puede ser controlada.
Unidad de medida	Porcentaje	Porcentaje
Frecuencia de la medición	Cada 3 semanas que es cuando termina un proceso de germinación e inicia el trasplante. Se debe tomar una medición por cosecha programada.	Antes de iniciar la segunda fumigación y después de haber realizado la última del ciclo de crecimiento. En total son dos mediciones por cosecha programada.
Meta	Las pérdidas en esta etapa no pueden ser mayores al 5%	Las pérdidas totales por plagas no pueden ser mayores al 20%

Fuente: La autora

## 9.7.2 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE COSECHA

Los métodos empleados en la etapa de cosecha resultan ser claves para lograr el producto deseado. Las buenas prácticas agrícolas (BPA) deben ser aplicadas con especial cuidado en esta etapa y en la siguiente con el fin de no incrementar las pérdidas causadas en la etapa de siembra. Por tanto, los indicadores que se proponen en este numeral y en el siguiente fueron diseñados contextualizados por las BPA más importantes en cada etapa.

Según el manual de buenas prácticas agrícolas en cultivos urbanos publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la ASUDHI y el FOMIN, el objetivo en la etapa de cosecha es recolectar las hortalizas de tal forma que se mantenga su calidad e inocuidad evitando la contaminación durante la manipulación. Para lograr lo anterior se requiere: mantener una higiene máxima en el personal y en todos los utensilios o equipos utilizados en el proceso, se recomienda el uso de cajas plásticas limpias para la recolección, además se debe planificar adecuadamente las cosechas, hacer análisis microbiológicos periódicos de las superficies con las que entra en contacto las hortalizas y hacer una transferencia rápida del producto cosechado al lugar donde se va a vender finalmente<sup>64</sup>.

**Tabla 60 Indicadores de Control para la etapa de Cosecha**

	<b>INDICADOR 1</b>	<b>INDICADOR 2</b>
Nombre del indicador	Índice de capacitación en el manejo adecuado de las actividades de cosecha	Análisis microbiológico de las lechugas
Fórmula	$\frac{\text{Número de agricultores capacitados en manejo de procesos de cosecha}}{\text{Total de agricultores encargados de la cosecha}} \times 100$	$\frac{\text{Cantidad de muestras microbiológicas conformes}}{\text{Total de muestras microbiológicas tomadas}} \times 100$
Descripción	El indicador mide la competencia que tiene el sistema productivo para manejar los productos listos para ser cosechados basándose en el aprovechamiento del recurso humano.	En esta etapa deben tomarse muestras, al azar, de la superficie de varias lechugas cosechadas por parte de laboratorios especializados, con el fin de garantizar la seguridad final exigida por el mercado del producto y detectar posibles prácticas inadecuadas en la cosecha.
Unidad de medida	Porcentaje	Porcentaje
Frecuencia de la medición	Anual. Sin embargo debe ser revisado cada vez que ingrese un agricultor nuevo en esta área y debe ser empleado no solo para la evaluación en BPA del área de cosecha sino también en las áreas de siembra y poscosecha.	Tanto la periodicidad de la medición por parte del laboratorio como las características medidas en los análisis, deben ser determinadas por un profesional en Ingeniería Agrónoma.

<sup>64</sup> ASUDHI, BID & FOMIN. Buenas prácticas agrícolas en cultivos urbanos con hidroponía simplificada. ASUDHI-BID/FOMIN. 2009. p.31

### 9.7.3 INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA ETAPA DE POS COSECHA

El periodo transcurrido desde la recolección de las lechugas hasta que son consumidas en estado fresco o sean utilizadas en un proceso de preproducción o transformación, se le conoce con el nombre de poscosecha. Para el caso del sistema productivo propuesto en este trabajo la poscosecha de la lechuga incluye la etapa de selección, clasificación y empaque del producto. Con el fin de monitorear este aspecto se propuso un indicador de producto no conforme. Por otro lado, de acuerdo a la norma NTC 5400 en BPA, uno de los factores más críticos para el área de poscosecha es el control de plagas tales como los roedores o cucarachas que puedan contaminar esta zona, razón por la cual se diseñó un segundo indicador para controlar este factor.

**Tabla 61 Indicadores de Control para la etapa de Pos cosecha**

	<b>INDICADOR 1</b>	<b>INDICADOR 2</b>
Nombre del indicador	Porcentaje de productos no conformes para despacho	Porcentaje de incidencia de trampas para control de plagas
Fórmula	$\frac{\text{Cantidad de lechugas descartadas}}{\text{Cantidad de lechugas cosechadas}} \times 100$	$\frac{\text{Cantidad de plagas muertas en el área}}{\text{Cantidad de trampas instaladas en el área}} \times 100$
Descripción	El indicador permite medir cuántas lechugas que pasaron la etapa de cosecha presentan algún grado de descomposición, daño mecánico, entre otros.	El indicador permite evaluar el desempeño de las trampas para plagas instaladas en el área de poscosecha durante permitiendo detectar a tiempo cualquier falla.
Unidad de medida	Porcentaje	Porcentaje
Frecuencia de la medición	Determinada por las políticas de calidad de la dirección del cultivo. Se recomienda que sea, al menos, una vez al mes.	Determinada por las políticas de calidad de la dirección del cultivo. Se recomienda que sea, al menos, una vez cada 15 días.

Fuente: La autora

## 10. DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

### 10.1 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Para que el proceso productivo pueda llevarse a cabo se requiere seleccionar una serie de herramientas y equipos mínimos para que sus actividades sean realizadas de una manera adecuada. Teniendo en cuenta la demanda, los cronogramas de siembra y cosecha, y los recursos de mano de obra necesarios que fueron calculados en puntos anteriores, a continuación se presenta la infraestructura, herramientas y equipos más relevantes que fueron seleccionados para cada etapa del cultivo. Estos datos fueron necesarios para estimar espacios dentro de las áreas necesarias para el funcionamiento del cultivo.

### 10.2 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN PARA LA SIEMBRA

En la etapa de preparación para la siembra se realizan las siguientes actividades principales:

- Preparación de compostaje
- Generación de plántulas de manzanilla y lechuga
- Preparación del suelo para la siembra

Para la preparación del compostaje son necesarios los siguientes implementos básicos:

Tabla 62 Herramientas para elaboración de Compostaje

PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE COMPOSTERA EN POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	
	
BASE	0,6 x 0,6 m
ALTO	1,7 m
TEMPERATURA	320 °C
OBTENCIÓN APROXIMADA DE COMPOST	100 Kg
FUENTE	Catalogo Earthgreen, Ref. SAC 500 <sup>65</sup>

<sup>65</sup> EARTHGREEN. Catalogo Online. Ficha técnica Compostera Ref. SAC 500. [en línea] <<http://earthgreen.com.co/compostadores/compostador-sac-500>> [Citado en Abril 25,2016]

<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE HERRAMIENTAS BÁSICAS</b>	
<b>PALA</b>	
	
FUENTE	Catalogo Homecenter <sup>66</sup>
<b>BALDE</b>	
	
CAPACIDAD	60 l
FUENTE	Catalogo Vanyplas <sup>67</sup>
DIMENSIONES	0,598x0,535xx0,481 m
<b>REGADERA</b>	
	
FUENTE	Catalogo Homecenter <sup>68</sup>

<sup>66</sup> HOMECENTER. Catalogo en línea. Pala Redonda #2 Con Cabo Colina. [en línea] <<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/148135/Pala-redonda--2-con-cabo>> [Citado en 26, Abril de 2016]

<sup>67</sup> VANYPLAS. Catalogo en línea. Ponchera 60 lt Vany. [en línea] <<http://www.vanyplas.com/tienda/228-ponchera-60-lt-vany.html>> [Citado en, 26 Abril de 2016]

<sup>68</sup> HOMECENTER. Regadera Imusa. [en línea] <<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/25930/Regadera-imusa/25930>> [Citado en 26, Abril de 2016]

En la generación de plántulas se necesita:

Tabla 63 Herramientas para elaboración de Plántulas

<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLÁNTULAS</b>	
<b>BANDEJA DE GERMINACIÓN PLÁSTICA</b>	
IMAGEN	
DIMENSIONES	0,545x0,28 m
CAPACIDAD	128 Plántulas
FUENTE	Catalogo Homecenter <sup>69</sup>
<b>JUEGO DE PIEZAS PARA ELABORACIÓN DE SUSTRATO</b>	
IMAGEN	
FUENTE	Catalogo Homecenter <sup>70</sup>
<b>CAJA PLÁSTICA PARA ELABORACIÓN SUSTRATO</b>	
IMAGEN	
FUENTE	Catalogo Vanyplas <sup>71</sup>
<b>MESA DE CULTIVO PARA SEMILLEROS</b>	
IMAGEN	
DIMENSIONES	2x1x0,85 m
FUENTE	Catalogo Urbanplant <sup>72</sup>

<sup>69</sup> HOMECENTER. Bandeja germinación. [en línea] < <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/16495/Bandeja-de-germinacion-de-128-cavidades/16495>> [Citado en 26, Abril de 2016]

<sup>70</sup> HOMECENTER. Juego piezas matera . [en línea] < <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/58683/Juego-4-piezas-materas-bonsai/58683>> [Citado en 26, Abril de 2016]

<sup>71</sup> VANYPLAS. Caja no 2. [en línea] < <http://www.vanyplas.com/tienda/229-caja-no-2-vany.html>> [Citado en 26, Abril de 2016]

<sup>72</sup> URBANPLANT. Mesas de cultivo . [en línea] < <http://www.urbaplant.com/tienda/es/mesas-de-cultivo-para-plantar-con-maceta/43-mesa-de-cultivo-con-mallazo-madera-8435327100843.html>> [Citado en 26, Abril de 2016]

Para la preparación del suelo para la siembra se requiere una pala de las mismas características que la mostrada en el cuadro de herramientas de preparación del compostaje y una carretilla con el fin de transportar el suelo preparado a cada estructura de siembra.

**Tabla 64 Herramientas para preparación del suelo**

<b>PROCESO DE PREPARACIÓN DEL SUELO</b>	
<b>CARRETILLA</b>	
	
<b>DIMENSIONES</b>	1,5x0,695x0,7 m
<b>FUENTE</b>	Catalogo Homecenter <sup>73</sup>

Finalmente la infraestructura necesaria para las actividades principales son: para el compostaje un cuarto construido en donde se cumplan las normas de higiene requeridas por la norma NTC 5400 y para el semillero es suficiente una infraestructura tipo invernadero. Las dimensiones de ambas áreas se muestran más adelante.

### **10.3 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE SIEMBRA**

En esta etapa del proceso se realizan las siguientes actividades principales:

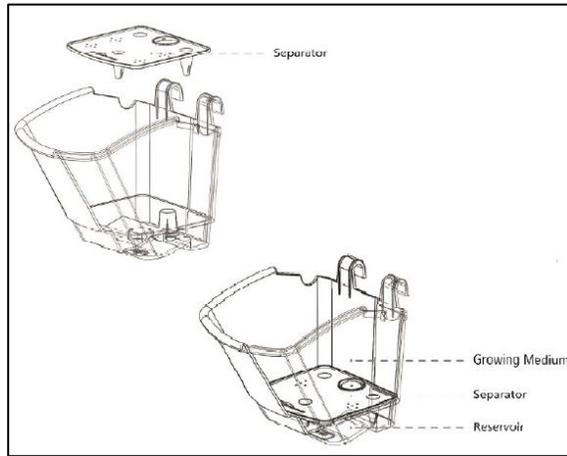
- Siembra de lechuga y manzanilla
- Fumigación con el biopreparado de manzanilla.

Para la siembra se seleccionó la técnica de cultivo tipo vertical y bajo invernadero, ya que el invernadero permite un mejor manejo de los factores climáticos y bajo condiciones controladas el biofertilizante aplicado a la lechuga ha obtenido mejores resultados. La estructura de siembra vertical se selecciona porque optimiza el espacio y permite que la ubicación del sistema no dependa de zonas donde exista suelo blando para la siembra, estas zonas son poco comunes al interior de una ciudad.

<sup>73</sup> HOMECENTER. Carretilla Rueda de inflar Topex.. [en línea] <  
<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/159385/Carretilla-rueda-inflar,-Topex/159385>> [Citado en 26, Abril de 2016]

El diseño de la estructura de siembra que se propone es uno constituido por varios módulos individuales, uno para cada planta.

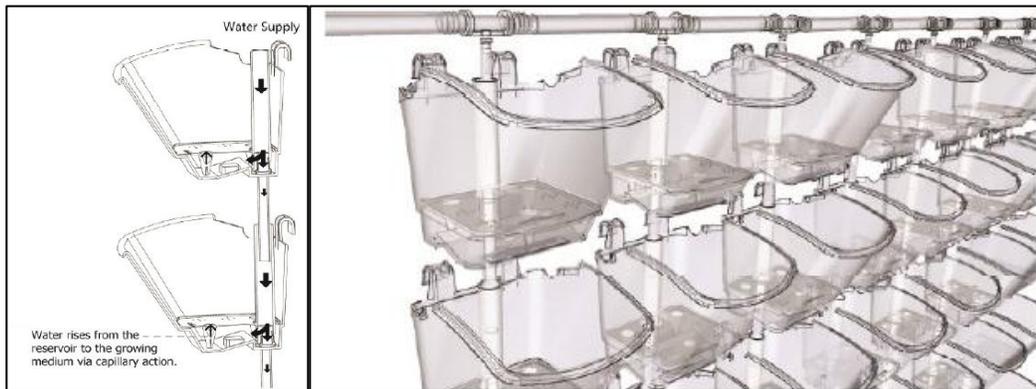
**Figura 32 Módulo de siembra vertical**



**Fuente: Catálogo Greenamic**

Este módulo fue desarrollado por la empresa Greenamic. Cada uno posee su propio reservorio de agua separado del medio de crecimiento de la planta. El sistema de riego funciona mediante la técnica de irrigación en donde el agua fluye mediante un tubo, llenando el reservorio de agua del módulo y pasando al siguiente, tal como se muestra a continuación:

**Figura 33 Sistema de Riego Módulos de Siembra Vertical**



**Fuente: Catálogo Greenamic**

Además del sistema de agua por irrigación, la empresa también diseñó el sistema de soporte, el cual puede soportar hasta 64 módulos. La cantidad de módulos serán seleccionados en un punto posterior

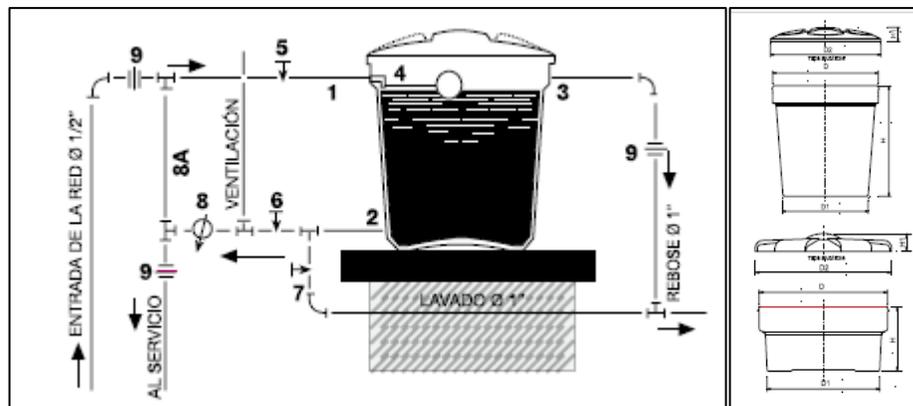
**Figura 34 Estructura de soporte Módulos de Siembra Vertical**



Fuente: Catálogo Greenamic

Una vez seleccionada la infraestructura para la siembra y su técnica de riego, es necesario incorporar un tanque y una motobomba con el fin de suministrar el agua a las estructuras de siembra. De acuerdo con la ficha técnica del fabricante el esquema de la instalación hidráulica y sus dimensiones es el siguiente:

**Figura 35 Instalación hidráulica tanques de agua sistema de riego**



Fuente: Catálogo Eternit

La capacidad del tanque será seleccionada en un punto posterior.

**Tabla 65 Características Motobomba para sistema de riego**

<b>ETAPA DE SIEMBRA</b>	
<b>MOTOBOMBA DE PRESIÓN PARA RIEGO</b>	
IMAGEN	
POTENCIA	13 HP
COMBUSTIBLE	Gasolina
DIMENSIONES	490x485x460 mm
FUENTE	Catalogo Eduardoño Sokan <sup>74</sup>

Para la elaboración del biopreparado de manzanilla utilizado en la fumigación de las plantas de lechuga, los implementos requeridos son:

**Tabla 66 Herramientas para la etapa de siembra**

<b>ETAPA DE SIEMBRA</b>	
<b>TANQUE PLÁSTICO PARA FERMENTACIÓN DEL BIOPREPARADO</b>	
IMAGEN	
CAPACIDAD	60 l
DIMENSIONES	0.513x0.556x0.442 m
FUENTE	Catalogo Vanyplas <sup>75</sup>

<sup>74</sup> EDUARDOÑO INS AGRÍCOLAS. FICHA TÉCNICA MOTOBOMBA SOKAN HIERRRO 3X3 [en línea] <<http://www.eduardono.com/site/LinkClick.aspx?fileticket=qArKYVMuaBI%3d&tabid=1023>> [Citado en 26, de Abril de 2016]

<sup>75</sup> VANYPLAS CATALOGO EN LINEA. Tanque 65 lt Vany. [en línea] <<http://www.vanyplas.com/tienda/232-tanque-65-lt-vany.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016]

<b>TELA FILTRANTE</b>	
IMAGEN	
FUENTE	Catalogo Geotextile <sup>76</sup>
<b>MANGO</b>	
IMAGEN	
FUENTE	Catalogo Homecenter <sup>77</sup>

La infraestructura para la elaboración del biopreparado puede ser un cuarto construido donde se cumplan las normas de higiene requeridas por la norma NTC 5400.

#### **10.4 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS MATERIALES PARA LA ETAPA DE COSECHA**

En la etapa de cosecha existen las siguientes dos actividades principales:

- Recolección
- Acopio

Para que estas puedan realizarse adecuadamente se requiere:

<sup>76</sup> GEOTEXTILE CATALOGO EN LINEA. TELA NO TEJIDA CONPERMEABILIDAD PARA AGUA. [en línea] <[http://spanish.geotextile-fabric.com/china-nonwoven\\_geotextile\\_filter\\_fabric\\_with\\_water\\_permeability\\_pp\\_200g-1950268.html](http://spanish.geotextile-fabric.com/china-nonwoven_geotextile_filter_fabric_with_water_permeability_pp_200g-1950268.html)> [Citado en 27, de Abril de 2016] ()

<sup>77</sup> HOMECENTER. Mango madera con rosca Melody [en línea] <<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/21606/Mango-madera-con-rosca/21606>> [Citado en 27, Abril de 2016]

Tabla 67 Herramientas para la etapa de Cosecha

<b>ETAPA DE COSECHA – RECOLECCIÓN</b>	
<b>CANASTILLA PLÁSTICA</b>	
IMAGEN	
DIMENSIONES	0.395x0.248x0.60 m
FUENTE	Catalogo Rimax <sup>78</sup>
<b>CARRO PARA CANASTILLAS</b>	
	
MEDIDAS	1,65x 0,455 x 2,43
FUENTE	Catalogo Multipacking <sup>79</sup>
<b>MESA EN ACERO INOXIDABLE PARA LA PREPARACIÓN DEL PRODUCTO</b>	
	
MEDIDAS	1,24 x0,6096x0,889
FUENTE	Catalogo Mercado libre <sup>80</sup>

<sup>78</sup> RIMAX CATALOGO EN LINEA. Canastilla 25 cm fondo lineal paredes lineal. [en línea] <<http://www.rimax.com.co/content/canastilla-25cm-fondo-lineal-paredes-lineal>> [Citado en 27, de Abril de 2016]

<sup>79</sup>MULTIPACKING. CATALOGO EN LÍNEA. Carros Portacajas [en línea] < <http://www.multipacking.com.co/carros-porta-cajas/product/153-carro-para-picking-metalico-con-cajas-plasticas> > [Citado en 27, de Abril de 2016]

<sup>80</sup>MERCADO LIBRE. Mesa de trabajo en acero inoxidable [en línea] <[http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-421746437-mesa-de-trabajo-seville-comercial-en-acero-inoxidable-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-421746437-mesa-de-trabajo-seville-comercial-en-acero-inoxidable-_JM)> [Citado en 27, Abril de 2016]

## 10.5 SELECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA E IMPLEMENTOS PARA LA ETAPA DE POS COSECHA

Para el sistema productivo diseñado en este trabajo se comprenden los siguientes tres tipos de pos cosecha:

- Pos cosecha de lechuga para distribución.
- Pos cosecha de lechuga para preparación de compostaje
- Pos cosecha de manzanilla

En cada etapa se requieren los mismos implementos, por tanto se muestra una sola tabla, pero teniendo en cuenta que cada elemento mostrado debe estar en cada una de las tres áreas anteriores.

**Tabla 68 Herramientas para la etapa de Pos cosecha**

<b>ETAPA DE POS COSECHA</b>	
<b>CUCHILLO ACERO INOXIDABLE</b>	
	
DIMENSIONES	0.395x0.248x0.60 m
FUENTE	Catalogo PFNAGRI <sup>81</sup>
<b>MACHETE 6 PULGADAS</b>	
	
FUENTE	Catalogo PFNAGRI <sup>82</sup>
<b>MESA EN ACERO INOXIDABLE PARA LA PREPARACIÓN DEL PRODUCTO</b>	

<sup>81</sup> PFNAGRI. Cuchillo para lechuga. [en línea] <<http://www.pfenagri.cl/productos/ver-todos/92/cuchillo-para-lechuga.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016]

<sup>82</sup> PFENAGRI. Machete 6 pulgadas [en línea] <<http://www.pfenagri.cl/productos/ver-todos/96/machete-6-pulgadas.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016]

	
MEDIDAS	1,24 x0,6096x0,889
FUENTE	Catalogo Mercado libre <sup>83</sup>

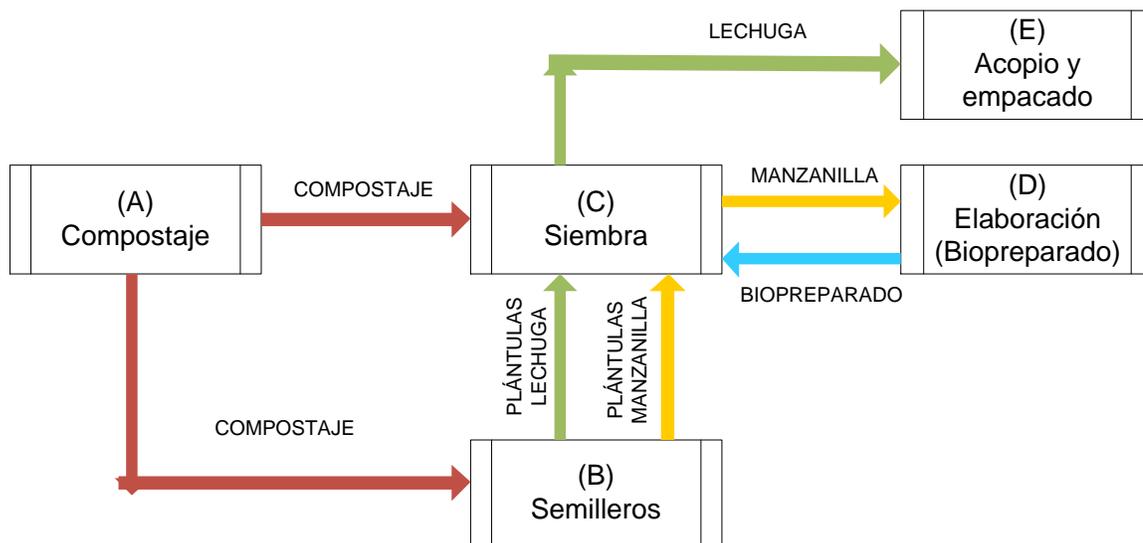
## 10.6 ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE RELACIONES DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las diferentes actividades que se realizan en el sistema productivo propuesto se desarrollan en áreas específicas. Para este diseño se consideraron dos tipos de áreas, el primero corresponde a las áreas que comprenden en flujo de producción y el segundo a las áreas consideradas de apoyo y que se establecieron mediante la norma NTC 5400 en BPA.

La valoración de las relaciones entre las áreas que comprenden el flujo de producción se determinó inicialmente de forma cuantitativa a través un análisis de frecuencias de desplazamientos basadas en volúmenes de productos que transitan de un departamento a otro y posteriormente de manera cualitativa se ajustó el análisis anterior usando la norma NTC 5400 en BPA e incluyendo otras áreas necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

<sup>83</sup>MERCADO LIBRE. Mesa de trabajo en acero inoxidable [en línea] <[http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-421746437-mesa-de-trabajo-seville-comercial-en-acero-inoxidable-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-421746437-mesa-de-trabajo-seville-comercial-en-acero-inoxidable-_JM)> [Citado en 27, Abril de 2016]

**Figura 36 Flujo de productos en el Sistema**



Fuente: La autora

Para el análisis cuantitativo se asume que el sistema produce cuatro productos, tres con demanda dependiente, el compostaje, la manzanilla y el biopreparado para la fumigación de plagas, y la lechuga con demanda independiente. Teniendo en cuenta esta característica y las demandas calculadas en puntos anteriores a continuación se presenta cada uno de los productos junto con su demanda semanal por año.

**Tabla 69 Desplazamientos del Sistema Productivo**

FRECUENCIAS DE DESPLAZAMIENTOS BASADAS EN VOLÚMENES			
Año	Producto	Pronostico Semanal y frecuencias de desplazamientos	Unidad de medida
2017	Lechuga	4	lotes
	Manzanilla	12	unidades
	Biopreparado	8	litros
	Compostaje semilleros	7	kilogramos
	Compostaje siembra	3	kilogramos
2018	Lechuga	4	lotes
	Manzanilla	13	unidades
	Biopreparado	9	litros
	Compostaje semilleros	7	kilogramos
	Compostaje siembra	3	kilogramos
2019	Lechuga	4	lotes
	Manzanilla	14	unidades
	Biopreparado	10	litros
	Compostaje semilleros	7	kilogramos
	Compostaje siembra	3	kilogramos
2020	Lechuga	5	lotes
	Manzanilla	15	unidades
	Biopreparado	11	litros
	Compostaje semilleros	8	kilogramos
	Compostaje siembra	3	kilogramos

Fuente: La autora

Para determinar la frecuencia de desplazamiento de los productos correctamente en el caso de la lechuga se tomó en lotes y los demás productos en sus unidades básicas. Las relaciones se construyeron con las frecuencias del año 2020 debido a que es el año con mayor volumen de producción.

Una vez establecida la frecuencia de desplazamiento, se determinaron las rutas de los productos y con estas se construyó una tabla de frecuencias entre las áreas que contiene la suma de cantidades de frecuencias entre todos los productos.

**Tabla 70 Rutas de los productos**

<b>PRODUCTO</b>	<b>RUTA</b>
Compostaje Siembra	A-C
Compostaje Semilleros	A-B
Lechuga	B-C-E
Manzanilla	B-C-D
Biopreparado	D-C

Fuente: La autora

**Tabla 71 Matriz frecuencias de desplazamientos**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>A</b>	-	8	3	0	0
<b>B</b>	8	-	20	0	0
<b>C</b>	3	20	-	26	5
<b>D</b>	0	0	26	-	0
<b>E</b>	0	0	5	0	-

Fuente: La autora

Posteriormente se calculó un rango usando la siguiente ecuación donde 5 el número de valores de relaciones de cercanía contempladas para este primer análisis.

$$\text{Rango} = \frac{\text{Máximo valor de la tabla de frecuencias}}{5}$$

$$\text{Rango} = \frac{26}{5} \cong 5$$

Los valores de relaciones de cercanía tomados en cuenta fueron:

**Tabla 72 Valores de relaciones de cercanía**

VALOR	CERCANÍA
A	Absolutamente necesaria
E	Muy importante
I	Importante
O	Cercanía normal
U	No es importante

Fuente: La autora

Se aclara que el valor X, cuya cercanía es no conveniente, será analizado más adelante en el análisis cualitativo basado en la norma NTC 5400 en BPA.

Con un valor de 5 se establecieron los siguientes rangos numéricos:

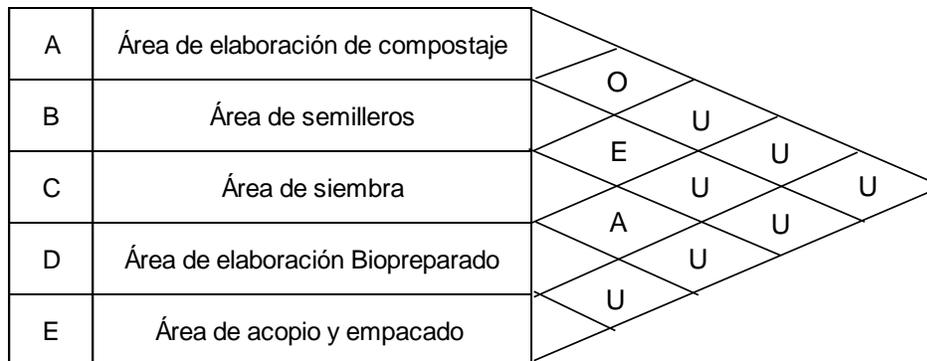
**Tabla 73 Rango de valores**

Letra	Valores	
	Límite inferior	Límite superior
A	21	26
E	16	20
I	11	15
O	6	10
U	0	5

Fuente: La autora

Con las anteriores escalas generadas y teniendo en cuenta la matriz de frecuencias mostrada en la Tabla 71 se construyó la siguiente tabla de relaciones:

**Figura 37 Tabla de relaciones inicial**



Fuente: La autora

Una vez elaborada esta primera matriz de relaciones a continuación se muestra los principales requerimientos y restricciones locativas mostrados en la norma técnica NTC 5400 y en el reglamento particular para la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas, con el fin de ajustar el análisis anterior y determinar las áreas requeridas y sus relaciones definitivas.

**Tabla 74 Análisis de la norma NTC 5400**

<b>REQUERIMIENTO LOCATIVO</b>	<b>FUENTE</b>	<b>APLICACIÓN AL DISEÑO DE PLANTA DEL SISTEMA PRODUCTIVO</b>
Área de almacenamiento de insumos agrícolas	NTC 5400 Numeral 3.2.1	Se añade a las áreas ya establecidas un área de almacenamiento de insumos agrícolas que se encuentre separada del área de acopio y empaque, será identificada con la letra F. Estos insumos serán diferentes a los necesitados para la elaboración del compostaje y el Biopreparado.
Área de dosificación de insumos y preparación de mezclas de insumos agrícolas	NTC 5400 Numeral 3.2.2	Al área de D (Elaboración del Biopreparado) y A (Elaboración de compostaje) se le hace una división interna con el fin de que éstas tengan dos partes, una llamada área de preparación, que es donde se elabora el insumo, y otra llamada bodega de insumos, que es aquella zona que contiene todos los elementos necesarios para la preparación del compostaje y el Biopreparado. Además dentro del área de siembra se destina un espacio para la preparación del suelo para la siembra de las especies.
Área de almacenamiento de equipos, utensilios y herramientas	NTC 5400 Numeral 3.2.2	Se añade a las áreas ya establecidas un área destinada de forma exclusiva al almacenamiento de equipos, utensilios y herramientas, ésta será identificada con la letra G.
Área de acopio	NTC 5400 Numeral 3.2.4	Para el área E (acopio y empaque) se debe ubicar cerca de una fuente de agua potable para realizar la pre-limpieza del producto y para cubrir los requerimientos de prácticas de higiene de trabajadores, equipos y herramientas, por tanto se crea una zona de limpieza. Se adiciona dentro de esta área una zona de

		almacenaje para canastillas plásticas necesarias para la cosecha.
Área de poscosecha	NTC 5400 Numeral 3.2.5	Se divide el área E (acopio y empaque) en dos áreas independientes quedando así: área E para acopio y área H área de poscosecha. Las dos áreas estarán cerca para reducir el riesgo de contaminación del producto por tránsito.
Área de instalaciones sanitarias	NTC 5400 Numeral 3.2.6	Se añade a las áreas establecidas un área de instalaciones sanitarias denominada con la letra I, cuyas medidas y adecuaciones se rigen por el decreto 2400 de 1979.
Áreas destinadas al bienestar de los trabajadores	NTC 5400 Numeral 3.2.7	Se añade a las áreas establecidas un área adecuada para la alimentación de los trabajadores, independiente de las zonas de trabajo, y un área más pequeña para guardar la indumentaria y objetos personales de los operarios del cultivo. Las áreas se identifican con las letras J y K respectivamente.

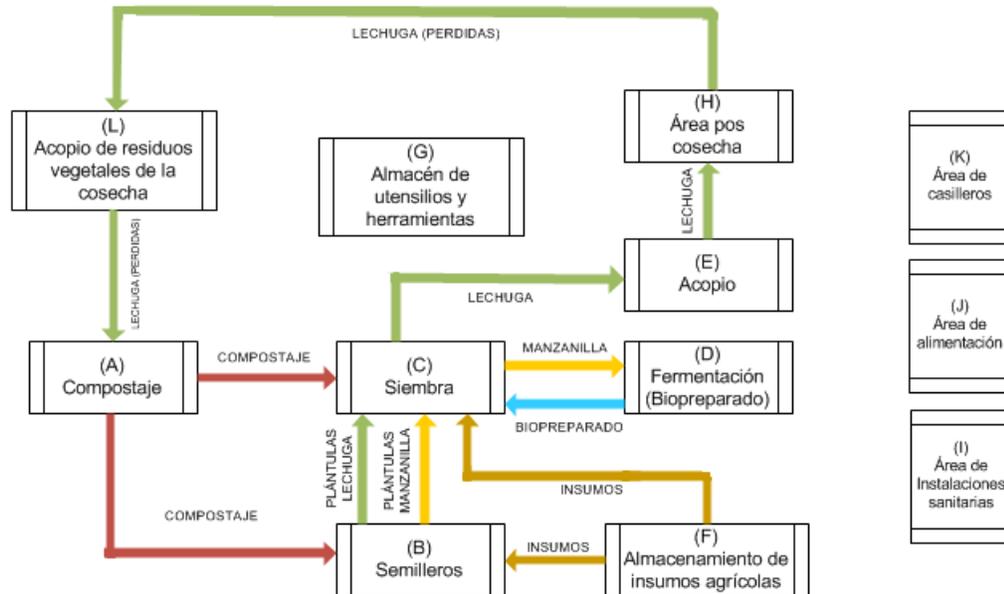
<b>RESTRICCIÓN LOCATIVA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>APLICACIÓN AL DISEÑO DE PLANTA DEL SISTEMA PRODUCTIVO</b>
El área de acopio debe estar lejos de cualquier foco de contaminación	NTC 5400 Numeral 3.2.4	Se define un valor de cercanía de tipo X entre la áreas E y A
El área de instalaciones sanitarias debe estar a más de 15 metros de donde se manipulen o almacenen los productos de cosecha	NTC 5400 Numeral 3.2.6	Se define un valor de cercanía de tipo X de la zona I con la zona E.
Las áreas destinadas al bienestar de los trabajadores deben ser independientes de las zonas de trabajo	NTC 5400 Numeral 3.2.7	Se define un valor de cercanía tipo X de las zonas J y K con las demás áreas que no sea la I.
Los insumos necesarios para la elaboración del compostaje deben estar debidamente aislados y en áreas alejadas del cultivo.	NTC 5400 Numeral 3.7.1	Se cambia el valor de cercanía de U entre las áreas A y C por un valor de cercanía de X, así mismo se cambia el valor de cercanía de O entre las áreas A y B por un valor de cercanía de X. Finalmente se crea un área de acopio de residuos vegetales provenientes de la cosecha identificada con la letra L y

		ubicada con un valor de cercanía de 0 a la zona A.
El sistema productivo debe contar con un Manejo Integrado de Plagas para la protección de los distintos productos.	NTC 5400 Numeral 3.8.1	En el diseño propuesto en este trabajo no se especifica la estrategia práctica para el manejo de plagas pero sí aparecerá en el plano las zonas en donde deben estar instalados los controles o trampas.

Fuente: La autora

De acuerdo a las modificaciones realizadas por la norma NTC 5400 las áreas para el sistema productivo serían las siguientes:

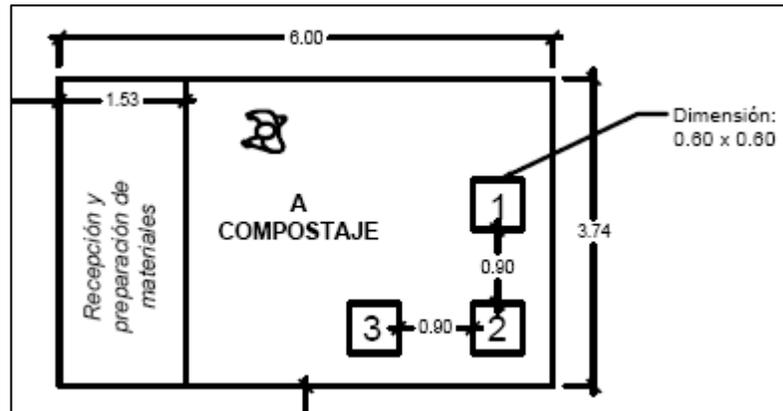
Figura 38 Establecimiento de áreas de acuerdo a la NTC 5400



Fuente: La autora



Figura 40 Área de Compostaje



Fuente: La autora

### 10.7.2 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE SEMILLEROS

Para determinar el área de semilleros se inició haciendo un análisis de la ocupación del semillero a lo largo de todo el periodo de planeación. Con base en el cronograma de siembra y cosecha se estableció la cantidad de plántulas que iban a estar en el semillero con la siguiente ecuación:

$$\text{Plántulas en semillero} = IP_i - SP_i$$

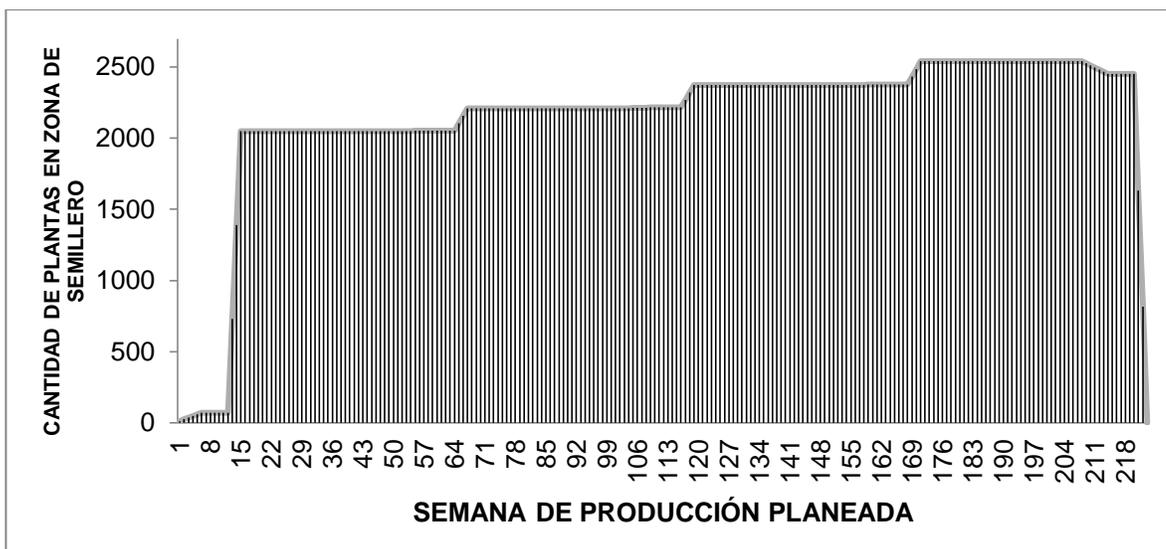
Donde:

$IP_i$  : Ingreso de plántulas de la especie  $i$

$SP_i$  : Salida de plántulas de la especie  $i$

El ingreso de plántulas se debe a las actividades de plantación programadas para la lechuga y manzanilla, y la salida de plántulas a las actividades de trasplante programadas. El comportamiento para las 223 semanas que fueron planeadas se describe en la siguiente gráfica:

Figura 41 Análisis de carga del Semillero



Fuente: La autora

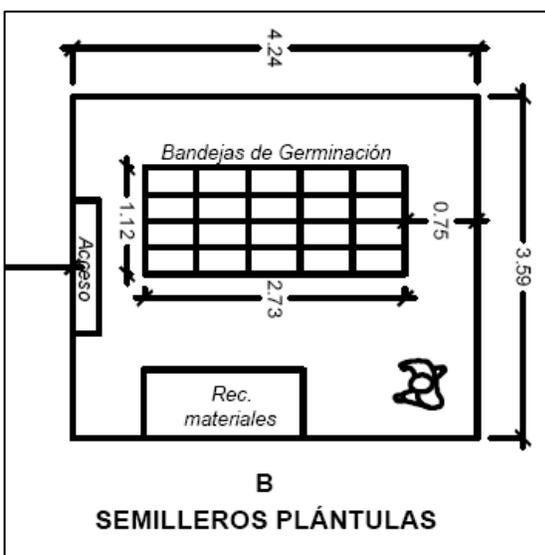
De esta dinámica se calculó el espacio para el área de bandejas de germinación así:

$$\text{Cantidad de bandejas de germinación} = \frac{\text{Max número de plántulas en el semillero}}{128 \text{ Plantulas/Bandeja}}$$

$$\text{Cantidad de bandejas de germinación} = \frac{2541 \text{ Plántulas}}{128 \text{ Plantulas/Bandeja}} = 20 \text{ bandejas}$$

Teniendo en cuenta la cantidad de bandejas de germinación necesarias y sus dimensiones el área de semilleros tendría la siguiente dimensión:

Figura 42 Área de Semilleros



Fuente: La autora

### 10.7.3 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE SIEMBRA

Para poder determinar las dimensiones que debe tener el área de siembra se realizó el mismo análisis del punto anterior en donde la ecuación para analizar el volumen de ocupación del área fue:

$$\text{Plantas en siembra} = IP_i - SP_i$$

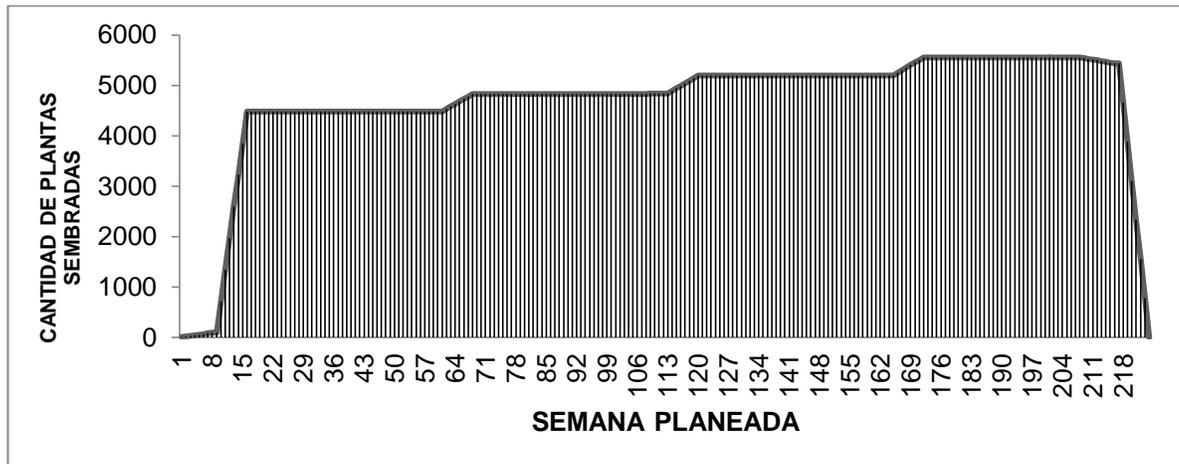
Donde:

$IP_i$  : Ingreso de plantas de la especie  $i$

$SP_i$  : Salida de plantas de la especie  $i$

El ingreso de plantas al área de siembra se debe a las actividades de trasplante programadas para la lechuga y manzanilla, y la salida de plantas a las actividades de cosecha programadas. El comportamiento para las 223 semanas que fueron planeadas se describe en la siguiente gráfica:

Figura 43 Análisis de carga del área de siembra



Fuente: La autora

De esta dinámica se calculó el espacio para el área de siembra teniendo en cuenta que cada módulo vertical de siembra puede albergar hasta 64 plantas.

$$\text{Cantidad de módulos verticales} = \frac{\text{Max número de plantas sembradas}}{64 \text{ Plantas/módulo}}$$

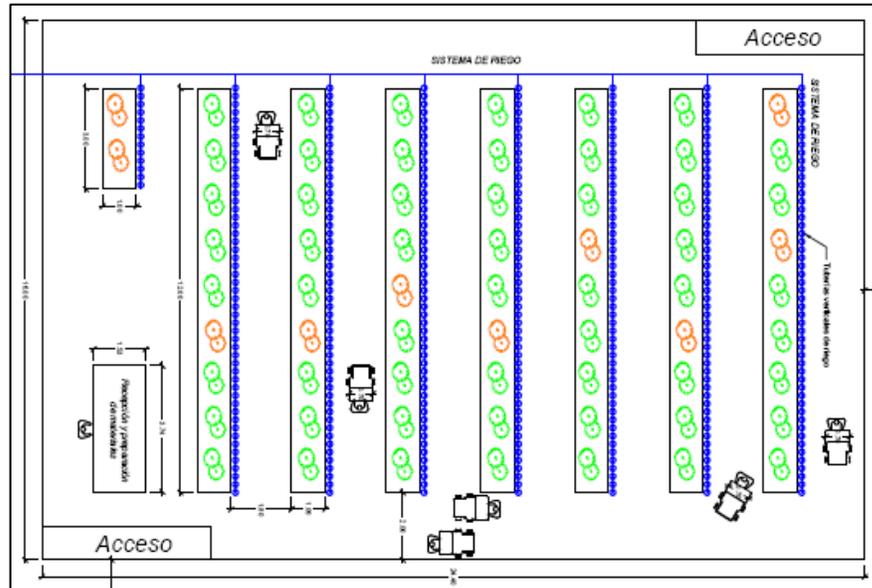
$$\text{Cantidad de módulos verticales} = \frac{5557 \text{ Plantas}}{64 \text{ Plantas/módulo}} = 7,23 \text{ módulos}$$

Por tanto se establecen 7 módulos completos de 64 plantas y un octavo con 181 para completar el requerimiento de espacio que presenta máximo volumen de plantas a lo largo de las 223 semanas de planeación. Cada módulo mide 1 m x 1 m y se propone una disposición tal como se muestra en la gráfica.

Además del espacio de la estructura vertical de siembra se diseñaron pasillos de 1,8 m de ancho debido a que por el área transitarán agricultores, carretillas y

carros para las canastillas a la hora de la cosecha. El área propuesta es la siguiente:

Figura 44 Área de Siembra

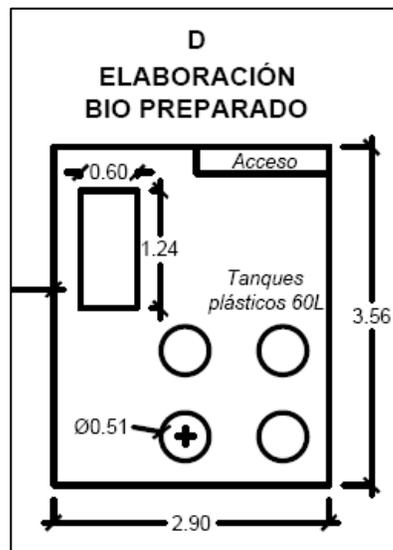


Fuente: La autora

#### 10.7.4 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE ELABORACIÓN DEL BIOPREPARADO

Para el área de elaboración del Biopreparado de manzanilla utilizado en la fumigación de las plantas de lechuga se diseñó el siguiente espacio:

Figura 45 Área elaboración Biopreparado



Fuente: La autora

El área anterior corresponde a:

- El espacio de una mesa para la preparación de la manzanilla.
- El espacio de tres tanques plásticos para la fermentación sabiendo que, de acuerdo a los cronogramas de elaboración del biopreparado, se deben tener listos hasta un máximo de 211 litros.

### 10.7.5 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LAS ÁREAS DE ACOPIO DE LECHUGA

Las áreas de acopio fueron divididas en dos áreas. Un área para el acopio de las lechugas recién cosechadas y un área de acopio de residuos vegetales para el área de compostaje. En la primera las lechugas llegan del área de siembra y son seleccionadas, las que no sufrieron daño por causa de las plagas pasan al área de poscosecha para su despacho y las demás van a la segunda área de acopio en la cual se pican y se transfieren por bultos al área de compostaje.

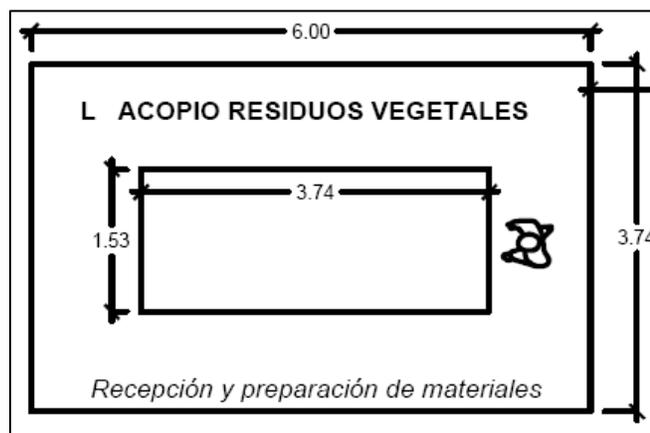
Teniendo en cuenta el máximo volumen de producción y de elaboración de pilas de compostaje, se estimó la cantidad de lechuga en Kg que debe circular por las áreas para el año 2020:

$$\text{Total de bultos en área de acopio de residuos} = \frac{\text{Total residuos en Kg año 2020}}{50 \text{ Kg/bulto}}$$

$$\text{Total de bultos en área de acopio de residuos} = \frac{2543 \text{ Kg}}{50 \text{ Kg/bulto}} \cong 51 \text{ bultos}$$

Sin embargo los bultos circulan a lo largo del año y cada dos meses, entonces se prevé un área con las siguientes dimensiones:

Figura 46 Área de acopio de residuos vegetales



Fuente: La autora

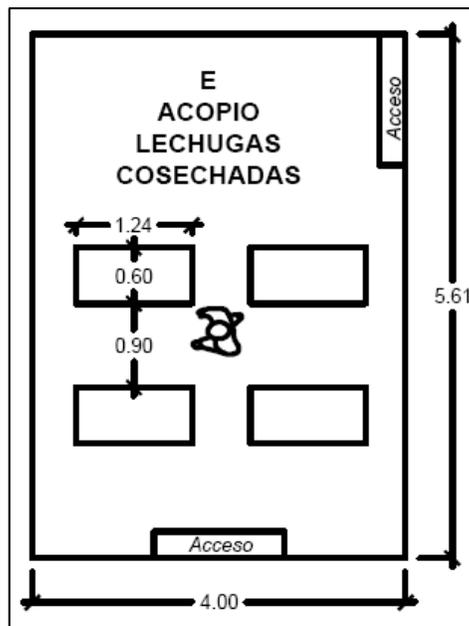
Para el área de acopio de lechugas recién cosechadas el análisis fue el siguiente:

$$\text{Total de bultos en área de acopio de cosecha} = \frac{\text{Total Kg de lechugas cosechadas año 2020}}{50 \text{ Kg/bulto}}$$

$$\text{Total de bultos en área de acopio de cosecha} = \frac{9760 \text{ Kg}}{50 \text{ Kg/bulto}} \cong 196 \text{ bultos}$$

Sabiendo que en esta área se clasifica y despachan lechugas, se decide diseñar un espacio de 4 mesas para que el agricultor pueda desarrollar correctamente la labor, de modo que el área queda de la siguiente manera:

Figura 47 Área de acopio de lechugas cosechadas

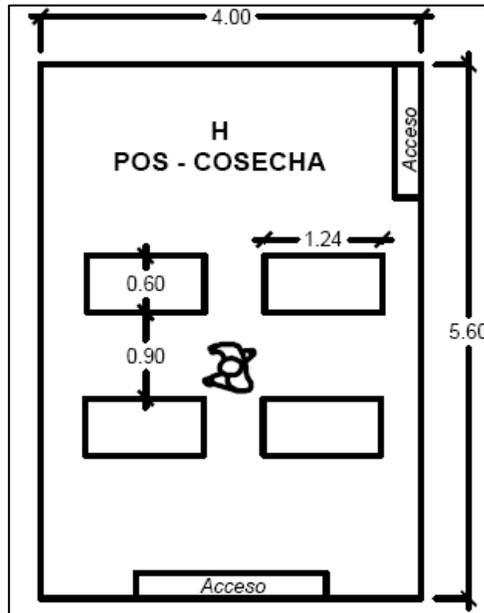


Fuente: La autora

### 10.7.6 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA EL ÁREA DE POSCOSECHA

El área de poscosecha se diseña de la siguiente manera:

Figura 48 Área de pos cosecha



Fuente: La autora

La anterior área obedece a:

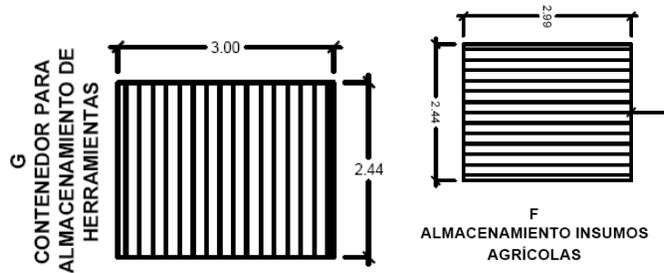
- Espacio para cuatro mesas disponibles para alistar una cantidad proyectada de hasta 613 lechugas por semana para el año 2020.
- Pasillos de 0,9 m para que los agricultores puedan transitar con las canastillas plásticas y las cajas ya empacadas.

### 10.7.7 ESPACIO PARA LAS AREAS DE ALMACENAMIENTOS DE HERRAMIENTAS E INSUMOS

Para los almacenamientos se proponen dos contenedores de 10 pies para almacenar:

- Contenedor 1: Contenedor para el almacenamiento de herramientas, las cuales son una carretilla, un carro para transporte de canastillas plásticas, y dos palas.
- Contenedor 2: Contenedor para el almacenamiento de insumos agrícolas como: bultos de tierra, bultos de cascarilla de arroz, kilos de perlita y kilos de vermiculita.

Figura 49 Áreas de almacenamientos

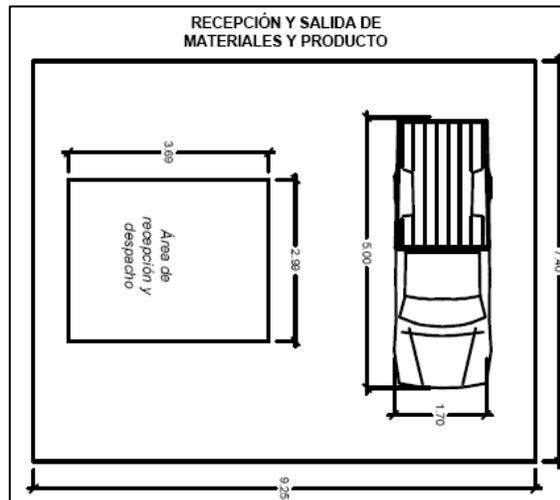


Fuente: La autora

### 10.7.8 REQUERIMIENTOS DE ESPACIO PARA LA ENTRADA Y SALIDA DEL SISTEMA

Sabiendo que el máximo volumen a despachar será de aproximadamente 5 lotes por semana y que el sistema recibirá cargas por bultos en algunas de sus materias primas, se estima la siguiente área para entrada y salida de materiales y producto terminado:

Figura 50 Área de recepción y salida



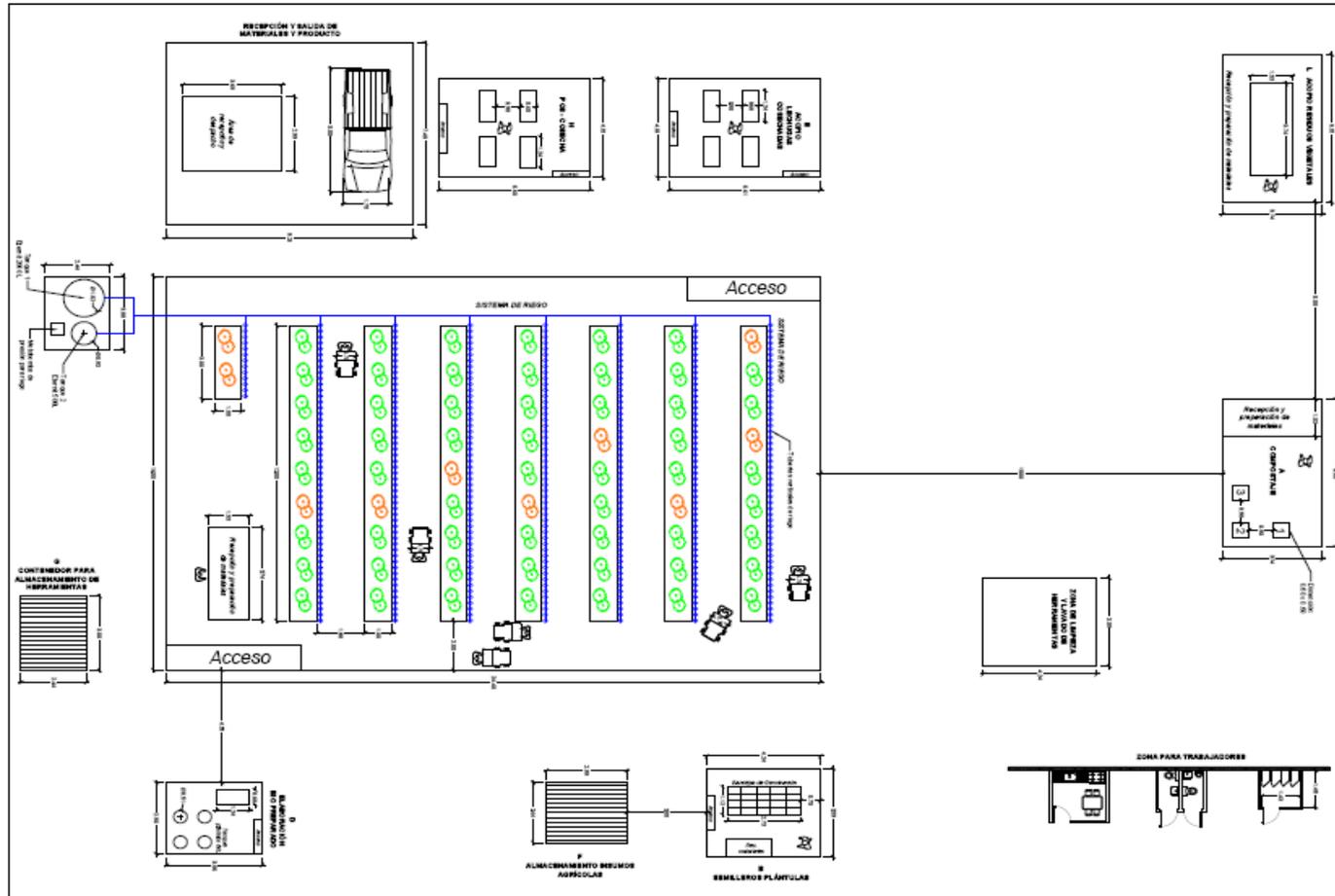
Fuente: La autora

En donde:

- El área de recepción permite cargue y descargue de bultos.
- Se proyecta el espacio para una furgoneta pequeña que pueda llevar el producto terminado a los diferentes canales de distribución.

# 10.8 PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN UN SOLO NIVEL

Figura 51 Plano del Sistema Productivo



Fuente: La autora

Para la distribución en planta anterior debe tenerse en cuenta que es una distribución propuesta suponiendo una sola planta, sin embargo es posible ubicar las diferentes áreas en espacios urbanos más comunes como un edificio. Lo anterior es debido a que muchas de estas áreas pueden ser modificadas ya que son móviles, como por ejemplo los contenedores para los almacenamientos, o la misma área de siembra que puede ser distribuida de acuerdo al espacio disponible siempre y cuando se respete la cantidad de módulos de siembra vertical calculados y sus limitaciones.

En cualquier espacio que se desee instalar el sistema productivo propuesto en este trabajo debe tenerse en cuenta los siguientes requerimientos de área:

**Tabla 75 Requerimiento en metros cuadrados de áreas básicas**

<b>Lugar</b>	<b>Área m2</b>
Compostaje	22,44
Semilleros	15,22
Siembra	390,40
Biopreparado	10,32
Acopio lechuga	22,44
Acopio residuos vegetales	22,44
Pos cosecha	22,40
Recepción y salida de materiales	68,45

**Fuente: La autora**

Siendo el área de siembra la más grande, pero como se dijo anteriormente se puede modificar siempre y cuando se respete la cantidad de módulos calculadas y sus características dadas por el fabricante. El parqueadero disponible para la recepción y salida de materiales dependerá de la disponibilidad del sitio urbano que se tenga. Las áreas fueron calculadas mediante el comando áreas del programa de diseño Autocad®

## 11. COSTOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

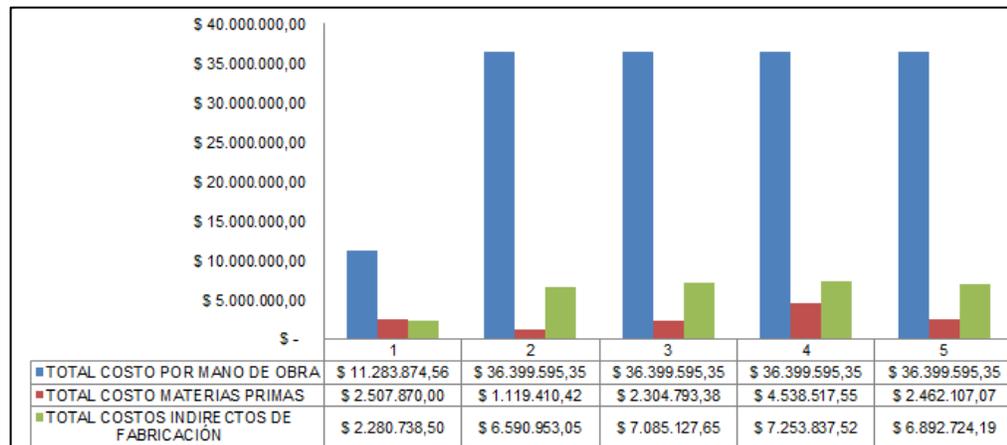
### 11.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Los costos de producción en los que incurrirá el Sistema Productivo diseñado en este trabajo se dividen en los siguientes tres componentes fundamentales:

- Costo de mano de obra: En este se presupuestaron los salarios de los tres recursos calculados en el balanceo de línea y su proyección se hizo a una tasa del 7% para los años 2017 a 2020.
- Costo de materias primas: En este se presupuestaron todas las materias primas necesarias para la producción de la lechuga y la manzanilla. Los datos de cantidades fueron extraídos del cronograma de compras presentado en el numeral 10.7.2 y los de precios con cotizaciones realizadas a proveedores locales. La proyección se hizo a una tasa del 4,89% para el 2017 y del 5% del 2018 a 2020, los anteriores porcentajes corresponden a las estimaciones realizadas del IPC por analistas locales y extranjeros publicadas por el Banco de la República <sup>84</sup>
- Costos indirectos de fabricación: Para este componente se incluyeron el costo del agua, luz, teléfono e internet y servicio de vigilancia. Las cantidades de agua fueron estimadas con base en el cronograma de siembras y cosechas y el árbol de producto de las especies, los demás costos fueron consultados en las tarifas publicadas por los diferentes prestadores de los servicios.

Los costos presentan el siguiente comportamiento a lo largo del horizonte de planeación, en donde se evidencia que el mayor costo corresponde al de mano de obra.

Figura 52 Costos de Producción del Sistema

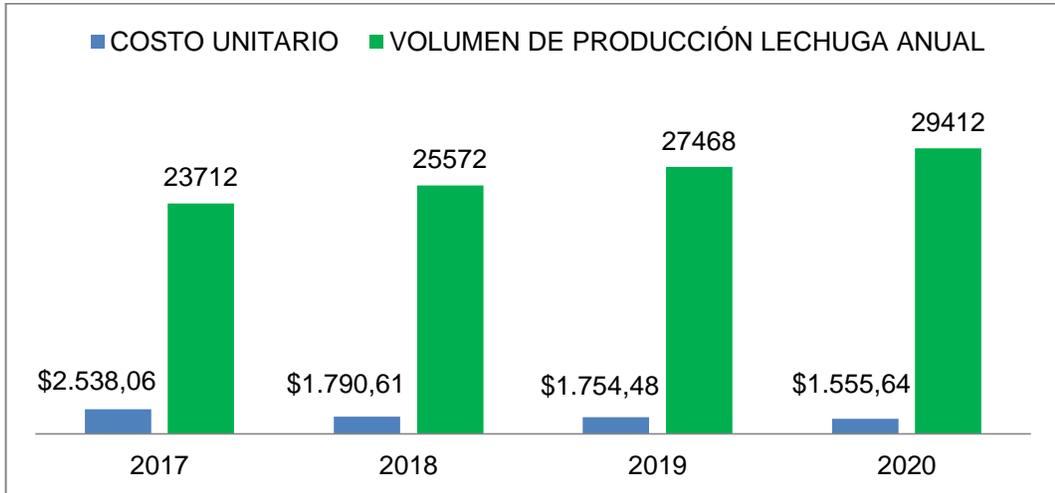


Fuente: La autora

<sup>84</sup> BANCO DE LA REPÚBLICA. Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros. [en línea] <<http://www.banrep.gov.co/es/encuesta-proyecciones-macroeconomicas>> [Consultado el 10 de Mayo de 2016]

Del cuadro anterior podemos extraer el comportamiento del costo unitario de la lechuga a lo largo del periodo de planeación.

Figura 53 Costo Unitario de la Lechuga Romana



Fuente: La autora

Del anterior comportamiento puede verse como en el primer año de producción la lechuga presenta el costo unitario más elevado, lo anterior se debe a que la producción de este año debe no solo soportar los costos de producción del año 2017 sino que debe soportar los costos provenientes desde el año 2016, los cuales obedecen a aquellos que son necesarios para poder suplir la demanda desde el primer mes del 2017. Por lo demás, a lo largo del restante periodo de planeación el costo unitario tiene un promedio de \$ 1,700 pesos en los años 2018 y 2019 hasta que finalmente baja a un costo unitario de \$ 1,555 pesos. De acuerdo con lo dicho por el experto en mercados orgánicos, el Sr. Richard Probst en el numeral 10.2 es posible que debido a la sobre oferta de este clase de especies vendidas de manera fresca el precio en el mercado tienda a bajar afectando de ese modo a los proveedores, por tanto el experto sugiere a productores y emprendedores que exploren otras opciones alrededor de la agregación de valor como: deshidratados, pasabocas, ensaladas preparadas en bandejas biodegradables o ingredientes para cosmética y fitofarmacia. De ser así, este trabajo puede servir como guía para que productores y emprendedores puedan producir sus propias materias primas, siendo éstas lechuga romana o manzanilla, y de ese modo conformar una estrategia de integración vertical hacia atrás.

Los costos calculados se presentan discriminados en la siguiente tabla:

Figura 54 Cálculos Costos de Producción

CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN POR AÑO DE PLANEACION					
Costo de mano de obra (3)	2016 (1)	2017	2018	2019	2020
Agricultor 1		IPC Pronosticado (2)			
Devengado		4,89%	5%	5%	5%
Salario básico	\$ 2.757.816,00	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65
Subsidio de transporte	\$ 310.800,00	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65
Total devengado	\$ 3.068.616,00	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29
Deducciones					
Pensión (4%)	\$ 122.744,64	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45
Salud (4%)	\$ 122.744,64	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45
Total deducciones	\$ 245.489,28	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90
Costo total Agricultor 1	\$ 3.314.105,28	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19
Agricultor 2					
Devengado					
Salario básico	\$ 2.757.816,00	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65	\$ 8.896.180,65
Subsidio de transporte	\$ 310.800,00	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65
Total devengado	\$ 3.068.616,00	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29	\$ 9.898.761,29
Deducciones					
Pensión (4%)	\$ 122.744,64	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45
Salud (4%)	\$ 122.744,64	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45	\$ 395.950,45
Total deducciones	\$ 245.489,28	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90	\$ 791.900,90
Costo total Agricultor 2	\$ 3.314.105,28	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19	\$ 10.690.662,19
Técnico en producción agrícola					
Devengado					
Salario básico	\$ 4.000.000,00	\$ 12.903.225,81	\$ 12.903.225,81	\$ 12.903.225,81	\$ 12.903.225,81
Subsidio de transporte	\$ 310.800,00	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65	\$ 1.002.580,65
Total devengado	\$ 4.310.800,00	\$ 13.905.806,45	\$ 13.905.806,45	\$ 13.905.806,45	\$ 13.905.806,45
Deducciones					
Pensión (4%)	\$ 172.432,00	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26
Salud (4%)	\$ 172.432,00	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26	\$ 556.232,26
Total deducciones	\$ 344.864,00	\$ 1.112.464,52	\$ 1.112.464,52	\$ 1.112.464,52	\$ 1.112.464,52
Costo total Agricultor 1	\$ 4.655.664,00	\$ 15.018.270,97	\$ 15.018.270,97	\$ 15.018.270,97	\$ 15.018.270,97
<b>TOTAL COSTO POR MANO DE OBRA</b>	<b>\$ 11.283.874,56</b>	<b>\$ 36.399.595,35</b>	<b>\$ 36.399.595,35</b>	<b>\$ 36.399.595,35</b>	<b>\$ 36.399.595,35</b>
Costo de materias primas					
Semillas de lechuga	\$ 50.000,00	\$ 52.570,71	\$ 55.337,59	\$ 55.337,59	\$ 55.337,59
Semillas de manzanilla	\$ 25.200,00	\$ 105.982,55	\$ 125.505,65	\$ 134.802,36	\$ 139.450,72
Perlita	\$ 406.000,00	\$ -	\$ -	\$ 433.846,68	\$ -
Vermiculita	\$ 551.000,00	\$ -	\$ -	\$ 588.791,93	\$ -
Fibra de coco	\$ 729.000,00	\$ -	\$ -	\$ 737.096,66	\$ -
Suelo encalado	\$ 477.420,00	\$ -	\$ 856.515,17	\$ 991.627,42	\$ 839.626,14
Cascarilla de arroz	\$ 51.750,00	\$ -	\$ 294.672,65	\$ 341.156,22	\$ 288.862,20
Estiércol de animal	\$ 75.000,00	\$ 157.712,12	\$ 138.343,97	\$ 221.350,35	\$ 166.012,76
Pasto seco	\$ 30.000,00	\$ 63.084,85	\$ 55.337,59	\$ 88.540,14	\$ 66.405,10
Ceniza	\$ 112.500,00	\$ 236.568,18	\$ 207.515,95	\$ 332.025,52	\$ 249.019,14
Bolsas plásticas empaque	\$ -	\$ 446.682,79	\$ 507.074,91	\$ 544.671,27	\$ 583.219,43
Cajas plastificadas embalaje	\$ -	\$ 56.809,22	\$ 64.489,91	\$ 69.271,42	\$ 74.173,98
<b>TOTAL COSTO MATERIAS PRIMAS</b>	<b>\$ 2.507.870,00</b>	<b>\$ 1.119.410,42</b>	<b>\$ 2.304.793,38</b>	<b>\$ 4.538.517,55</b>	<b>\$ 2.462.107,07</b>
Costos Indirectos de Fabricación					
Servicio de agua	\$ 628.711,85	\$ 2.098.406,21	\$ 2.356.130,97	\$ 2.524.840,85	\$ 2.163.727,51
Servicio de luz	\$ 683.218,65	\$ 1.436.691,52	\$ 1.512.306,86	\$ 1.512.306,86	\$ 1.512.306,86
Servicio de internet y teléfono	\$ 482.328,00	\$ 1.521.379,46	\$ 1.601.452,06	\$ 1.601.452,06	\$ 1.601.452,06
Servicio de vigilancia	\$ 486.480,00	\$ 1.534.475,87	\$ 1.615.237,76	\$ 1.615.237,76	\$ 1.615.237,76
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>\$ 2.280.738,50</b>	<b>\$ 6.590.953,05</b>	<b>\$ 7.085.127,65</b>	<b>\$ 7.253.837,52</b>	<b>\$ 6.892.724,19</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>\$ 16.072.483,06</b>	<b>\$ 44.109.958,82</b>	<b>\$ 45.789.516,38</b>	<b>\$ 48.191.950,43</b>	<b>\$ 45.754.426,61</b>

(1) De acuerdo a la planeación de producción para el año 2016 los costos fueron calculados desde el mes de septiembre

(2) Porcentaje tomado de las publicaciones de la firma Alianza Valores. Utilizado para proyectar todos los rubros menos el de costo de mano de obra

(3) El costo de mano de obra fue proyectado con un porcentaje del 7%

Fuente: Cálculos realizados por la autora

## 11.2 COSTOS DE INVERSIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

Finalmente se presenta un costo aproximado de lo que se debería invertir en infraestructura, herramientas y equipos e implementos de dotación para los trabajadores para que el sistema productivo diseñado sea instalado. Se aclara que al ser diseñado pensando en una zona urbana el siguiente costeo es una propuesta que tiene las siguientes características:

- Se realizó la cotización teniendo en cuenta el requerimiento en m<sup>2</sup> teniendo en cuenta los requerimientos de espacio presentados en la Tabla 75 si embargo estos pueden cambiar dependiendo del área urbana en la que sea instalado el sistema productivo siempre y cuando respete el mínimo espacio solicitado y las restricciones de cercanía. Por tanto, el costo puede variar dependiendo si el área urbana es propia, en arriendo, o si es una casa, un edificio propio, o si es un lote baldío.
- Se realizó la cotización para dos tipos de áreas, áreas bajo invernadero y áreas construidas. Para las áreas bajo invernadero se tomó el costo de construcción por m<sup>2</sup> publicado por la empresa Ambientes Agrícolas<sup>85</sup> y para las áreas construidas se tomó el costo por m<sup>2</sup> construido en la ciudad de Bogotá para una estructura de al menos seis pisos en concreto, con vigas, columnas y placas aligeradas el cual fue publicado por la revista Construdata en su edición número 178 correspondiente al mes de marzo a mayo del 2016<sup>86</sup>. Ambas cotizaciones fueron hechas bajo el supuesto de compra y no de arriendo.

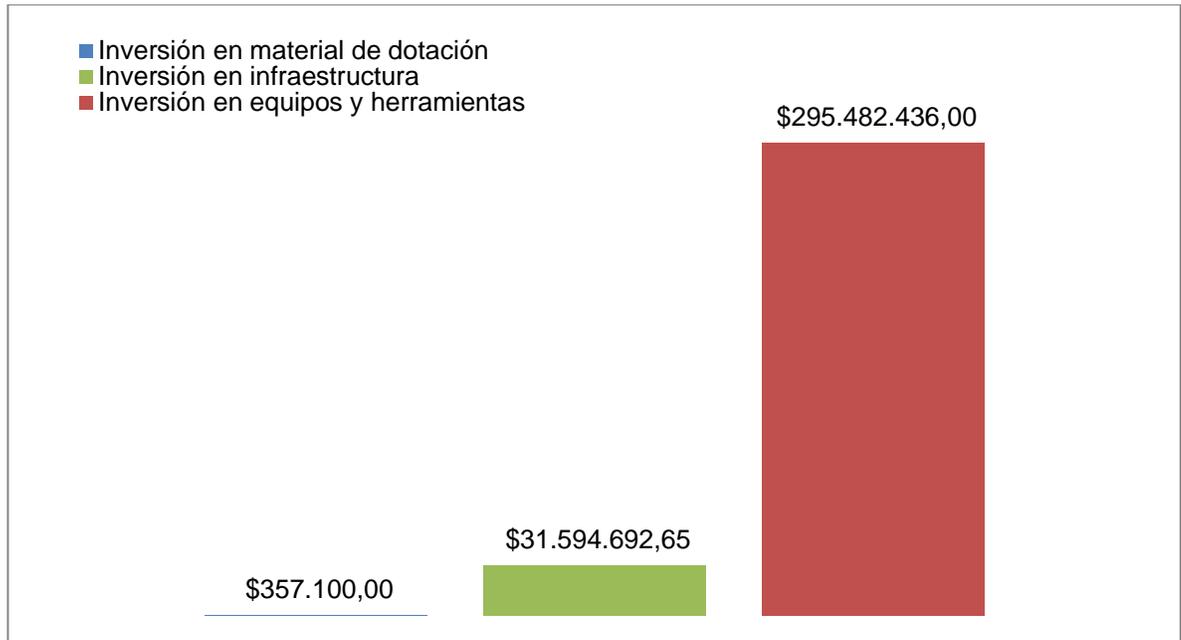
El comportamiento de la inversión fue el siguiente:

---

<sup>85</sup> AMBIENTES AGRÍCOLAS. Inversiones en cultivos bajo invernaderos. [en línea] <[http://www.larepublica.co/agronegocios/invernaderos-se-ponen-ono-con-la-tecnolog%C3%ADa-y-aumentan-la-productividad\\_73066](http://www.larepublica.co/agronegocios/invernaderos-se-ponen-ono-con-la-tecnolog%C3%ADa-y-aumentan-la-productividad_73066)> [Consultado el 02 de Mayo de 2016]

<sup>86</sup> CONSTRUDATA. Índices de costos. Revista Edición No 178 [en línea] <[http://www.construdata.com/Bc/Publicaciones\\_Construdata/Revista\\_Construdata/revista\\_construdata\\_edicion\\_178.asp](http://www.construdata.com/Bc/Publicaciones_Construdata/Revista_Construdata/revista_construdata_edicion_178.asp)> [Consultado el 02 de Mayo de 2016]

Figura 55 Costos de inversión



Fuente: La autora

En donde la inversión en equipos y herramientas es la más alta. Lo anterior es debido al alto costo de los módulos de siembra vertical, ya que estos deben ser importados, este costo representa un 96% del costo total. Sin este costo el monto total por equipos y herramientas sería de \$ 9,941,548 pesos. Se demuestra entonces la necesidad de desarrollar investigaciones alrededor de estructuras eficientes de siembra verticales.

Los costos calculados se presentan discriminados en la siguiente tabla:

Figura 56 Cálculos Costos de Inversión

Inversión en infraestructura	Requerimiento m2	Costo m2	Costo total
<b>Áreas bajo invernadero</b>			
Sistema de riego	96	\$ 3.679,95	\$ 353.275,16
Invernadero en guadua- Área de siembra	390	\$ 11.565,56	\$ 4.510.566,71
Invernadero en guadua- Área de semilleros	15,22	\$ 11.565,56	\$ 176.027,76
Invernadero en guadua- Área biopreparado	10,33	\$ 11.565,56	\$ 119.472,19
Área de compostaje	2,44	\$ 11.565,56	\$ 28.219,96
<b>Áreas construidas</b>			
Área de acopio de residuos vegetales	22,44	\$ 392.496,00	\$ 8.807.610,24
Área de acopio de lechuga	22,44	\$ 392.496,00	\$ 8.807.610,24
Área de poscosecha	22,40	\$ 392.496,00	\$ 8.791.910,40
<b>TOTAL INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA</b>			<b>\$ 31.594.692,65</b>
Inversión en materiales y herramientas	Cant. Unitarias	Costo unitario	Costo total
Contenedor de 10 pies para almacenamiento	2	\$ 6.000.000,00	\$ 12.000.000,00
Módulos de siembra vertical	5557	\$ 51.384,00	\$ 285.540.888,00
Compostera en polietileno	3	\$ 380.000,00	\$ 1.140.000,00
Pala	2	\$ 29.900,00	\$ 59.800,00
Balde 60 l	1	\$ 29.000,00	\$ 29.000,00
Regadera	2	\$ 22.900,00	\$ 45.800,00
Bandeja de germinación plástica	20	\$ 7.900,00	\$ 158.000,00
Juego piezas jardinería	1	\$ 9.948,00	\$ 9.948,00
Mesa de cultivo para semilleros	1	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00
Carretilla	1	\$ 89.900,00	\$ 89.900,00
Tanque plástico 2000 l	1	\$ 559.900,00	\$ 559.900,00
Tanque plástico 500 l	1	\$ 399.900,00	\$ 399.900,00
Motobomba presión 13 HP	1	\$ 720.000,00	\$ 720.000,00
Tanque plástico 60 l	3	\$ 24.000,00	\$ 72.000,00
Tela filtrante rollo	1	\$ 72.000,00	\$ 72.000,00
Mango de madera	1	\$ 2.900,00	\$ 2.900,00
Canastilla plástica	15	\$ 8.000,00	\$ 120.000,00
Carro para cargar canastillas	1	\$ 299.000,00	\$ 299.000,00
Mesa acero inoxidable	8	\$ 585.000,00	\$ 4.680.000,00
Cuchillo acero inoxidable	4	\$ 23.900,00	\$ 95.600,00
Machete acero inoxidable	2	\$ 18.900,00	\$ 37.800,00
Equipo de fumigación	1	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
<b>TOTAL INVERSIÓN EN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>			<b>\$ 295.482.436,00</b>
Inversión en material de dotación	Cant. Unitarias	Costo unitario	Costo total
Traje overol fumigación	1	\$ 52.000,00	\$ 52.000,00
Tapabocas para fumigar	1	\$ 8.500,00	\$ 8.500,00
Overol industrial	2	\$ 58.600,00	\$ 117.200,00
Botas de caucho	3	\$ 44.900,00	\$ 134.700,00
Guantes de trabajo	3	\$ 14.900,00	\$ 44.700,00
<b>TOTAL INVERSIÓN EN MATERIAL DE DOTACIÓN</b>			<b>\$ 357.100,00</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>			<b>\$ 327.434.228,65</b>

Fuente: Cálculos realizados por la autora

## CONCLUSIONES

1. Se diseñó un Sistema Productivo para unidades dedicadas a la siembra de lechuga y plantas aromáticas bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana en la ciudad de Bogotá. Este se constituye como una propuesta desde la Ingeniería Industrial que contribuye a fortalecer la formulación técnica de los proyectos promotores de horticultura orgánica urbana en esta ciudad.
2. Se caracterizaron los procesos de siembra de lechuga y plantas aromáticas que se producen bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana a través de la elaboración de un diagrama de ensamble de operaciones para cada especie.
3. Se diseñó el Sistema de Planeación y producción de lechuga y plantas aromáticas para una unidad de siembra que produce bajo la modalidad horticultura orgánica urbana a través de cronogramas de actividades de siembra y cosecha que muestran tiempos y cantidades.
4. Se diseñó la distribución en planta para una unidad productiva dedicada a la siembra de lechuga y plantas aromáticas producidas bajo la modalidad de horticultura orgánica urbana, de manera que esta se pueda adaptar a varios espacios urbanos siempre y cuando se cumplen sus requerimientos de espacio.

## RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta la gran cantidad de factores de variabilidad a la que están expuestos los inventarios de tipo perecedero que se encuentran en sistemas productivos de naturaleza agrícola, y sabiendo la importancia de este sector, se recomienda hacer mayores investigaciones sobre el tema que arrojen resultados aplicables para quienes trabajan en este tipo de cultivos día a día.
2. Teniendo en cuenta el análisis de costos presentados en el numeral 12.1 se recomienda a productores y emprendedores que exploren otras opciones alrededor de la agregación de valor de la Lechuga Romana con el fin de poder sobre pasar la restricción de mercado que se presenta en este momento.
3. Teniendo en cuenta el análisis de costos presentados en el numeral 12.2 donde se evidenció una alta restricción al acceso en tecnología de estructuras de siembra verticales se recomienda seguir realizando investigaciones en el tema para aplicaciones industriales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALVAREZ Aldair & MORENO Alfredo. Distribución de instalaciones: Métodos de solución y aplicaciones recientes. Revistas Unicordoba. 2013.
2. AMBIENTES AGRÍCOLAS. Inversiones en cultivos bajo invernaderos. [en línea]< [http://www.larepublica.co/agronegocios/invernaderos-se-ponen-tono-con-la-tecnolog%C3%ADa-y-aumentan-la-productividad\\_73066](http://www.larepublica.co/agronegocios/invernaderos-se-ponen-tono-con-la-tecnolog%C3%ADa-y-aumentan-la-productividad_73066)> [Consultado el 02 de Mayo de 2016].
3. Árias, Luis Alejandro, et al. Evaluación de tres métodos de control del Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L.) Agronomía Colombiana. 2007 p 132.
4. Arreondo, Soto Karina Cecilia, et al. Implementación de Balanceo de línea y reducción de defectos en una empresa médica. Revista Aristas: Ciencia e Ingeniería. Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería. UABC. 2013. p 4. .
5. ASUDHI, BID & FOMIN. Buenas prácticas agrícolas en cultivos urbanos con hidroponía simplificada. ASUDHI-BID/FOMIN. 2009. p.31.
6. BANCO DE LA REPÚBLICA. Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros. [en línea] <<http://www.banrep.gov.co/es/encuesta-proyecciones-macroeconomicas>> [Consultado el 10 de Mayo de 2016] .
7. CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Manual Lechuga. Bogotá D.C. Núcleo Ambiental SAS, 2015. p 10.
8. CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Manual Lechuga. Bogotá D.C. Núcleo Ambiental SAS, 2015. p. 13.
9. CASTRO, Restrepo D. Cultivo y producción de plantas aromáticas y medicinales. Ríonegro. Universidad Católica de Oriente, 2013. p 11.
10. CHAPMAN Stephen. Planificación y Control de la Producción. Pearson Educación de México S.A. México D.F. 2006. .
11. CHASE Richard, JACOBS Robert y AQUILANO Nicholas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A, 2005. p.578. .
12. CHASE Richard, JACOBS Robert y AQUILANO Nicholas. En: Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A, 2005. p.522.
13. CONSTRUDATA. Índices de costos. Revista Edición No 178 [en línea] < [http://www.construdata.com/Bc/Publicaciones\\_Construdata/Revista\\_Construdata/revista\\_construdata\\_edicion\\_178.asp](http://www.construdata.com/Bc/Publicaciones_Construdata/Revista_Construdata/revista_construdata_edicion_178.asp)> [Consultado el 02 de Mayo de 2016].
14. CUATRECASAS Lluís. Diseño Avanzado de procesos y plantas de producción flexible. Bresca Editorial , S.L Barcelona. 2009.

15. DELGADO Adolfo G. Determinación de la lámina de riego para el cultivo de la albahaca genovesa a partir de la variación del coeficiente multiplicador de la evaporación. Universidad del Valle, 2005 p. 63.
16. DESSENS Luis et al. Optimización de Colonia de Hormigas para resolver el problema de Distribución en Planta. Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial. 2011. .
17. EARTHGREEN. Catalogo Online. Ficha técnica Compostera Ref. SAC 500. [en línea] <<http://earthgreen.com.co/compostadores/compostador-sac-500>> [Citado en Abril 25,2016].
18. EL ESPECTADOR. Noticias de Economía. FAO Pide poner atención en Agricultura Familiar Colombiana. [en línea] <<http://www.elespectador.com/noticias/economia/fao-pide-poner-atencion-agricultura-familiar-colombia-articulo-613412>> [Consultado el 28 de Enero d.
19. FAO. Agricultura Urbana y Periurbana en América Latina y el Caribe: Una realidad. Publicaciones FAO. s.f .
20. FAO. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Capítulo 5: Medios y técnicas de producción. [en línea] <<http://www.fao.org/docrep/005/s8630s/s8630s07.htm>> [Citado en 27, de Abril de 2016].
21. FAO. Publicaciones Sala de Prensa. [en línea] <<http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2005/102877/index.html>> [Consultado en Febrero 10 de 2016].
22. FEDESARROLLO. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. La Imprenta Editores S.A. 2013. .
23. FLOREZ Carlos & POVEDA Javier. Aplicación de algunos métodos exactos y heurísticos para resolver el problema de balanceo de línea simple. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. 2009.
24. GONZALEZ RIVERA Laura Marcela. Casa huerta: Una propuesta de Agricultura Urbana. Universidad del Valle Departamento de Diseño Industrial. 2015.
25. GUANCHE Arturo. Planificación de cultivos hortícolas. Cabildo Tenerife. 2010. .
26. GUERRERO Juan Fernando & CUELLO Julio. Agricultura Orgánica. Publicaciones Corpoica. 2010.
27. GUTIERREZ Cardoso Estefanía. Sistema para la elaboración de huertas urbanas como auto abastecimiento alimenticio en los hogares vulnerables. Universidad ICESI. Departamento de Diseño. 2013.

28. HANKE J & REITSCH A. Pronósticos en los negocios. México D.F. Prentice Hall. En: p.163 .
29. HOMECENTER. Catalogo en línea. Pala Redonda #2 Con Cabo Colina. [en línea] <<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/148135/Pala-redonda--2-con-cabo>> [Citado en 26, Abril de 2016].
30. INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS. Condiciones Físico geográficas de Bogotá [en línea] <<http://institutodeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0110/0116-clima/index.htm>> [Citado en 13 de Marzo de 2016] .
31. JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS. Cartilla para el manejo integrado de fertilización, las plagas y las enfermedades en las Unidades Integrales de Agricultura Urbana en Bogotá. Publicaciones Jardín Botánico, 2011.
32. JÍMENEZ, Jaime. Aportes al manejo integrado de plagas en cultivos ecológicos de hortalizas con énfasis en cultivos de lechuga. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2007. p 19.
33. JÍMENEZ, Jaime. Aportes al manejo integrado de plagas en cultivos ecológicos de hortalizas con énfasis en cultivos de lechuga. Bogotá. Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, 2007. p 24.
34. MEYERS, Fred E. Estudios de tiempos y movimientos. Pearson Educación. 2000. p. 259.
35. NIEBEL Benjamin & Freivalds A. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo. Mc Graw Gil/Interamericana Editores. México D.F. 2009.
36. ORDOÑEZ Luis. Localización y distribución de plantas agroindustriales. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 2001.
37. PFENAGRI. Machete 6 pulgadas [en línea] <<http://www.pfenagri.cl/productos/ver-todos/96/machete-6-pulgadas.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016].
38. PFENAGRI. Cuchillo para lechuga. [en línea] <<http://www.pfenagri.cl/productos/ver-todos/92/cuchillo-para-lechuga.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016].
39. PHILLIPS April. Designing Urban Agriculture. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken New Jersey. 2013. p 38. .
40. PINZON Sebastián & SANTA LUNA Mario. Aplicación de métodos heurísticos en la resolución de problemas de balanceo de líneas con estaciones en paralelo. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial. 2013.

41. PYMERURAL. *Producción Orgánica de hortalizas de clima templado. Plántulas de Invernadero. Pronagro/SAG. 2011. p 9-10.*
42. RECKMANN A. Oscar. Fibra de coco Un sustrato con grandes ventajas. Revista Red Agrícola. [en línea] <<http://www.protekta.cl/dmdocuments/Art%C3%ADculo%20Fibra%20de%20Coco.pdf>> [Citado en, 29 de Abril de 2016].
43. ROJAS Gina Distribución en Planta para una oficina bancaria por medio de algoritmos genéticos. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Bogotá. 2005.
44. ROMERO Luis Enrique. Principios Básicos de los Sistemas de Producción. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. 2012.
45. RUAF. Distance Learning on Urban Agriculture. Course 3 Urban Agriculture Types.[en línea] < <http://moodle.ruaf.org/course/category.php?id=11> > [Consultado en Enero 08 de 2016] .
46. RUAF. Microtecnología para la Agricultura Urbana. Urban Agriculture Magazine – Spanish. [en línea] <<http://www.ruaf.org/publications/urban-agriculture-magazine-spanish>> [Consultado en Enero 28 de 2016].
47. SECRETARÍA DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE. Caracterización Socioeconómica de Bogotá y la Región. Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. p.10 .
48. SECRETARÍA DISTRITAL DE DESARROLLO ECONÓMICO. Ficha de Estadística Básica de Inversión Distrital Proyecto 754. Banco de Proyectos Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, 2013. .
49. SERIDA. Rotación de cultivos. Revista Tecnología Agroalimentaria CIATA Edición especial. 1998. [en línea] <<http://www.serida.org/pdfs/2020.pdf>> [Consultado el 30 de Abril de 2016] .
50. SGUA. Agricultura Urbana: Concepto y definición. Revista Agricultura Urbana No 7. 2001.
51. SIPPER Daniel & Baifin Robert. Planeación y Control de la producción. McGraw Hill Interamericana Editores S.A. México D.F. 1998. .
52. SUÑÉ Albert, GIL Francisco & ARCUSA Ignacio. Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. Ediciones Diaz de Santos S.A. 2004 .
53. SUÑÉ Albert, GIL Francisco y ARCUSA Ignacio. Manual Práctico de Diseño de Sistemas Productivos. España. Ediciones Díaz de Santos, 2004. p. 81.
54. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. En: Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Colombia, 2012. p.33.

55. VANYPLAS CATALOGO EN LINEA. Tanque 65 lt Vany. [en línea] <<http://www.vanyplas.com/tienda/232-tanque-65-lt-vany.html>> [Citado en 27, de Abril de 2016].
56. VANYPLAS. Catalogo en línea. Ponchera 60 lt Vany. [en línea] <<http://www.vanyplas.com/tienda/228-ponchera-60-lt-vany.html>> [Citado en, 26 Abril de 2016].
57. VAZQUEZ Mariano. Un nuevo algoritmo para la optimización de estructuras: el recocido simulado. [en línea] <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1084/1168>> [Consultado en Febrero 25 de 2016] .
58. VENEGAS Raúl & SIAU Gustavo. Conceptos, Principios y Fundamentos para el Diseño de Sistemas Sustentables de Producción. Agroecología y Desarrollo CLADES. 1994. .

