



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO  
AUTOSOSTENIBLE PARA LA GRANJA ESCUELA  
GRANIZAL**

Autor(es)

Safille Andrea García Henao

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Departamento Ingeniería Industrial  
Medellín, Colombia  
2021



PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO AUTOSOSTENIBLE  
PARA LA GRANJA ESCUELA GRANIZAL

**Safille Andrea García Henao**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al  
título de:

**Ingeniera Industrial**

Asesores (a):

Leidy Carolina Mesa Gallego

Ingeniera Industrial y Magíster en Ingeniería de Producción

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Departamento Ingeniería Industrial  
Medellín, Colombia

2021

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. OBJETIVOS .....	3
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Permacultura .....	5
2.3. Agricultura urbana .....	6
2.3.1. Periodo de Desarrollo de la Agricultura Urbana en Antioquia.....	8
2.4. Bases estructurales para la implementación de huertas urbanas.....	9
2.4.1. Impacto social de la implementación de huertas urbanas .....	10
2.5. Diseño de Sistemas Productivos .....	11
2.6. Granjas autosostenibles.....	14
2.6.1. Componente agrícola .....	15
2.6.2. Componente pecuario .....	15
2.6.3. Residuos agrícolas y pecuarios .....	16
3. METODOLOGÍA.....	17
3.1. Planear.....	17
3.2. Hacer .....	20
3.3. Verificar .....	21
3.4. Actuar.....	21
4. COMUNIDAD.....	22
5. UBICACIÓN, DIMENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL DE LA GRANJA ESCUELA GRANIZAL .....	28
5.1. Ubicación de la granja.....	28
5.2. Dimensiones de la granja.....	29
6. DISEÑO EN PLANTA ACTUAL.....	33
6.1. Factor material.....	33
6.2. Factor maquinaria.....	36
6.3. Factor hombre .....	36
6.4. Factor movimiento .....	36
7. PROPUESTAS PARA UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA AUTOSOSTENIBLE...38	

7.1.	Propuesta principal.....	38
7.1.1.	Factor material .....	38
7.1.2.	Factor maquinaria .....	44
7.1.3.	Factor hombre .....	44
7.1.4.	Factor movimiento .....	45
7.1.5.	Impacto de la propuesta principal .....	46
7.2.	Propuesta 2 .....	48
7.2.1.	Factor material .....	48
7.2.2.	Factor maquinaria .....	48
7.2.3.	Factor hombre .....	48
7.2.4.	Factor movimiento .....	49
7.2.5.	Impacto de la propuesta 2 .....	51
7.3.	Propuesta 3 .....	52
7.3.1.	Factor material .....	52
7.3.2.	Factor maquinaria .....	53
7.3.3.	Factor hombre .....	53
7.3.4.	Impacto de la propuesta 3 .....	54
7.4.	Diagrama flujo de procesos.....	54
8.	ESTUDIO ECONÓMICO .....	57
8.1.	Presupuesto de inversiones.....	57
8.1.1.	Presupuesto de inversiones propuesta principal .....	57
8.1.2.	Presupuesto de inversiones propuesta 2.....	60
8.1.3.	Presupuesto de inversiones propuesta 3.....	63
8.2.	Flujo de fondos (Ver Anexos 1,2 y 3).....	67
8.2.1.	Gallinero .....	67
8.2.2.	Invernadero .....	68
8.2.3.	Composteras Vegetales .....	68
8.2.4.	Cultivos.....	69
8.2.6.	Almacén de Herramientas e Insumos .....	69
8.2.7.	Salón de Usos Múltiples .....	69
8.2.8.	Paneles Solares.....	69
8.3.	Consideraciones a tener en cuenta de los procesos de la granja.....	70
8.3.1.	Consideraciones gallinero.....	70
8.3.2.	Consideraciones Fertilizante a partir de Gallinaza .....	71

8.3.3. Consideraciones Fertilizante Vegetal .....	72
CONCLUSIONES .....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS .....	79
<i>Anexo 1: Flujo de fondos de la propuesta principal.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 2: Flujo de fondos de la propuesta 2 .....</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 3: Flujo de fondos de la propuesta 3 .....</i>	<i>83</i>
<i>Anexo 4: Preguntas de la entrevista a Doña Gloria Bustamante.....</i>	<i>85</i>



## CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 : Factores esenciales en la agricultura urbana. Fuente: (Humboldt, 2012).....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 2 : : Ventajas de la implementación de las huertas urbanas. ....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 3: Esquema de un sistema abierto. Fuente: (Rios Ortiz, 2014).....</i>	<i>13</i>
<i>Ilustración 4: Área de cultivo de la huerta. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 5: Invernadero de la huerta (parte externa). Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 6: Invernadero de la huerta (parte interna). Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 7: Muro de concreto de la parte inferior de la huerta. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 8: Carreras participando en el proyecto de la huerta. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 9: Huerta similar a la Granja Escuela Granizal. Fuente: Elaboración propia ....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 10: Cultivo de otra huerta. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 11: Compostera manual de otra huerta. Fuente: Elaboración propia. ....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 12: Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 13: Saldo de caja propuesta principal. Fuente: Excel.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 14: Saldo de caja propuesta 2. Fuente: Excel.....</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 15: Saldo de caja propuesta 3. Fuente: Excel.....</i>	<i>84</i>

## CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1: Granja Escuela Granizal (flecha blanca) en Valle de Aburrá (perímetro blanco).</i>	
<i>Fuente: Google Earth .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2: Granja Escuela Granizal (perímetro celeste) en barrio Santo Domingo Savio.</i>	
<i>Fuente: Google Earth .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3: Granja Escuela Granizal. Vista desde ubicación Sur. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4: Granja Escuela Granizal. Perspectiva Isométrica. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 5: Perímetro y área de la granja. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 6: Perfilamiento del terreno para obtención de relieves. PV = Perfil Vertical.</i>	
<i>PH = Perfil Horizontal. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 7: Alturas en puntos extremos de un perfil horizontal. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8: Alturas en puntos extremos de un perfil vertical. Fuente: Google Earth .....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9: Distribución en planta actual. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10: Distribución en planta actual. Vista de Arriba. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 11: Distribución en planta actual. Vista Izquierda. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12: Distribución en planta actual. Vista derecha. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 13: Distribución en planta actual. Acercamiento a región superior (sin árboles).</i>	
<i>Fuente: Sketchup.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 14: Diagrama de recorrido para ingreso a la huerta. Fuente: Google Earth.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 15: Diagrama de recorrido para ingreso a invernadero y cultivos. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 16: Distribución en planta, propuesta principal. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 17: Ingreso de carga pesada por Calle 32. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18: Invernadero y Almacén de Herramientas e Insumos. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 19: Recolector Agua Lluvia. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 20: Precipitaciones en Santo Domingo. Fuente: (Weather Spark, 2020) .....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 21: Zona de Recreación. Perspectiva desde arriba. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 22: Zona de Recreación. Vista en planta. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 23: Zona de Recreación. Vista izquierda.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 24: Baño en zona de recreación. Vista en planta. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 25: Distancia entre Recolector Agua Lluvia y Baño. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 26: Diagrama de recorrido de la propuesta principal. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 27: Distribución en planta, propuesta 2. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 28: Diagrama de recorrido de la propuesta principal. Fuente: Sketchup .....</i>	<i>50</i>

*Figura 29: Gallinero. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup .....50*  
*Figura 30: Gallinero. Vista en planta. Fuente: Sketchup .....51*  
*Figura 31: Distribución en planta, propuesta 3. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup.....52*  
*Figura 32: Paneles Solares. Fuente: Sketchup.....53*



## CONTENIDO DE TABLAS

<i>Tabla 1: Mano de obra necesaria para implementación propuesta principal.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 2: Justificación de propuesta principal de distribución en planta para la granja.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 3: Mano de obra necesaria para implementación propuesta 2.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 4: Mano de obra necesaria para implementación propuesta 3.</i>	
<i>Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 5: Presupuesto de inversión propuesta principal. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 6: Presupuesto de inversión propuesta 2. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 7: Presupuesto de inversión propuesta 3. Fuente: Elaboración propia .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 8: Cantidad de alimento para gallinero. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 9: Flujo de fondos propuesta principal. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 10: Flujo de fondos propuesta 2. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 11: Flujo de fondos propuesta 3. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>83</i>

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal, diseñar una distribución en planta y de procesos que optimice el funcionamiento de la granja y que permita la articulación de los saberes, la integración de la comunidad e impacte en la calidad de vida de las personas que habitan el territorio y se apropian de él. Para hacerlo, se propusieron tres distribuciones en planta para la Granja Escuela Granizal ubicada en el barrio Santo Domingo Savio perteneciente a la Comuna 1 del Municipio de Bello. Estas distribuciones se diseñaron a partir de un enfoque sostenible para la Granja, dando beneficios Económicos, Sociales y Ambientales a la comunidad que goza de la utilización de este espacio de tierra. Para el modelamiento de la granja se utilizó el Software de diseño 3D Sketchup 2020.

La propuesta principal logró una disminución del movimiento de materiales y maximización en la utilización de los espacios de la granja, así como también una mayor eficiencia en la utilización de los recursos como el agua de lluvia y la biomasa. Esto impacta positivamente en los ejes económico y ambiental de la sostenibilidad. Por otro lado, la propuesta que incluye una zona de recreación pretende generar una dinámica que integra el tejido social debido a la creación de sentido de pertenencia además de un aumento de la educación y calidad de vida de la comunidad.

La propuesta 2 adiciona un gallinero de proporciones amplias, pensado para generar un flujo de ingresos que apoye las inversiones de la granja a través de la venta de fertilizante orgánico y huevos, así como también la alimentación de la comunidad local y el mejoramiento de la tierra por el alto contenido nutricional que posee el fertilizante a partir de estiércol de gallina. Esta propuesta apoya también la conexión entre jóvenes aprendices y adultos capacitados en la construcción y mantenimiento del gallinero y la comercialización de productos del mismo; esto ayuda a emplear a jóvenes en tareas constructivas y de aprendizaje colectivo que los aleje del camino de las drogas y la criminalidad. Por lo tanto, existe un impacto social asociado a esta propuesta.

Por último, la propuesta 3, adicionó la instalación de paneles solares para la reducción del consumo de energía eléctrica en la zona de recreación y en el funcionamiento del gallinero; se obtiene una reducción de costos asociada y un impacto ambiental positivo debido a la utilización de una energía alternativa

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería en general es importante para la humanidad por su capacidad de solucionar problemas y satisfacer las necesidades de una sociedad.

La ingeniería industrial en la actualidad se entiende como el conjunto de principios, reglas, normas, conocimientos teóricos y prácticos que se aplican profesionalmente para disponer de las bases, recursos y objetos, materiales y los sistemas hechos por el hombre para proyectar, diseñar, evaluar, planear, organizar, operar equipos y ofrecer bienes, y servicios, con fines de dar respuesta a las necesidades que requiere la sociedad. Como consecuencia no puede estar aislada a los cambios en los procesos generados por la globalización e internacionalización, caracterizados por el cambio de los estándares que de alguna forma afectan las realidades del país y por ende las realidades locales. (Valencia Giraldo, 1999)

Uno de los principales campos de la ingeniería industrial es el diseño y distribución en planta que tiene como objetivo hallar una correcta ordenación de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, la más segura y satisfactoria para los colaboradores de dicho sistema. Las ventajas que tiene una adecuada distribución son: reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo, mejora en la satisfacción del trabajador, incremento en la productividad, disminución en los retrasos, optimización del espacio, reducción del material en proceso y optimización de la supervisión.

La presente tesis tiene como objetivo aplicar las herramientas que nos ofrece la ingeniería industrial para proponer mejoras en la huerta *Granja Escuela Granizal* donde no sólo se hacen labores propias de esta, si no que se usa como un espacio para realizar diferentes actividades que integran y educan a la comunidad. Este espacio está ubicado en el barrio Carpinelo de la comuna 1.

Se pretende también apoyar a un grupo que ya se encuentra realizando intervención en este espacio para organizar la estructura y el funcionamiento de esta huerta no sólo para generar ingresos sino también como espacio que articule los saberes e integre a la comunidad para que su calidad de vida mejore considerablemente.

El barrio Carpinelo tiene una población de 10.409 habitantes, quienes pertenecen a 2.146 hogares que conforman el sector.

Según la Fundación Berta Martínez de Jaramillo, el barrio cuenta con 2,101 viviendas en donde el 6.3% de ellas no cuentan con conexión al acueducto municipal y el 22.6% no tiene conexión al alcantarillado.

La población se distribuye en 47% hombres y 53% mujeres en tanto que la distribución por actividades habituales realizadas por los habitantes se divide así: 2.275 personas están sin actividad, 2.681 se encuentran trabajando formal o informalmente, 200 están buscando trabajo, 3.545 son estudiantes, 1.659 se dedican exclusivamente a labores de hogar, 2 tienen renta y viven de ella, 37 son jubilados o pensionados y 10 no desempeñan ninguna actividad por ser discapacitados. Se observa que la mayoría de los habitantes del barrio, 7.934 personas, no cuentan con ingresos económicos.

Según la información anterior, es necesario el apoyo a la comunidad para mejorar su calidad de vida articulando diferentes actores como la misma comunidad. La Universidad de Antioquia que se ha interesado en brindarle apoyo por medio de practicantes y asesoría, entes gubernamentales y entes no gubernamentales como Salva Terra.

Esta tesis incluye también el diseño de los procesos y la distribución en planta de la huerta que sea adecuada para organizar todos los espacios que se pretenden incluir para los bio-preparados, el sistema de recolección de aguas lluvias, el ingreso a la huerta en la parte superior donde está la vía de acceso principal al barrio, la compostera, la reubicación del invernadero, reciclaje y el aula que será el espacio para la comunidad y la integración de saberes.

# 1. OBJETIVOS

## 1.1. Objetivo General

Diseñar la distribución en planta y de procesos que optimice el funcionamiento de la huerta y que permita la articulación de los saberes, la integración de la comunidad e impacte en la calidad de vida de las personas que habitan el territorio y se apropian de él.

## 1.2. Objetivos Específicos

- Recolectar información de los procesos que se han llevado en la granja y los entes que han participado en ellos.
- Identificar los resultados esperados y las necesidades de la comunidad respecto a la granja y la función que cumple en ésta.
- Analizar el funcionamiento actual del sistema y proponer alternativas para optimizar su funcionamiento y lograr su autosostenibilidad.
- Seleccionar la alternativa más adecuada, documentarla y entregarla al grupo colaborativo con el que se trabajará.
- Diseñar la distribución adecuada para la maquinaria y equipos utilizados en la granja para los procesos que intervienen en ésta.
- Identificar y documentar los flujos de materiales y los productos que salgan terminados después de todos los procesos.
- Desarrollar un modelo computacional de distribución de planta empleando el software de diseño SketchUp.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

En los últimos 50 años, las preocupaciones sobre los impactos sociales y ambientales negativos de la urbanización, la agricultura industrial y la extracción y el agotamiento de los recursos se han expandido dramáticamente (Ferguson & Lovell, 2014).

Una de las maneras de reducir el impacto de la extracción desmedida de recursos de la tierra se encuentra alineada con la visión de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Se trata de una visión de un mundo en que la alimentación sea nutritiva y accesible para todos y en el que la gestión de los recursos naturales preserve las funciones de los ecosistemas para respaldar la satisfacción de las actuales y futuras necesidades humana. Además, los agricultores, pastores, pescadores, silvicultores y otros pobladores de zonas rurales tienen la posibilidad de participar activamente en el desarrollo económico y gozar de sus beneficios, disponen de condiciones de empleo decentes y trabajan en un entorno de precios justos; las mujeres, los hombres y las comunidades rurales viven en un contexto de seguridad alimentaria y tienen control sobre sus medios de subsistencia, y acceso equitativo a recursos que utilizan en forma eficiente. (FAO, 2020a).

Una visión común de la Alimentación y la Agricultura Sostenibles debe abordar igualmente los aspectos sociales, económicos y ambientales para garantizar la sostenibilidad. Los principios que pueden orientar colectivamente el proceso de transición hacia una mayor sostenibilidad se resumen a continuación (FAO, 2020a):

1. Mejorar la eficacia en el uso de los recursos es crucial para la sostenibilidad de la agricultura.
2. La sostenibilidad requiere actividades directas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales.
3. Una agricultura que no logra proteger y mejorar los medios de vida rurales y el bienestar social es insostenible.

4. Reforzar la resiliencia de las personas, comunidades y ecosistemas es fundamental para una agricultura sostenible.
5. Una alimentación y agricultura sostenibles necesitan mecanismos de gobernanza responsables y eficaces.

La tierra es la base de la agricultura, y la ONU la define como “un área delineable de la superficie terrestre de la tierra, que abarca todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima o por debajo de esta superficie”(FAO, 2020a). El término "recursos de la tierra" abarca los componentes físicos, bióticos, ambientales, infraestructurales y socioeconómicos de una unidad de tierra natural, y la interacción entre los componentes de los recursos de la tierra es vital para determinar la productividad y la sostenibilidad de los agroecosistemas (FAO, 2020a).

Entre ahora y 2050, se prevé que la población mundial crezca desde cerca de 7 000 millones hasta 9 200 millones de personas, lo que exigirá un incremento del 60% de la producción mundial de alimentos de mantenerse las tendencias actuales. Teniendo en cuenta la disminución de la superficie de tierras sin utilizar con buen potencial agrícola, para satisfacer esa demanda será preciso aumentar de modo constante el rendimiento de los cultivos. Esos aumentos, a su vez, deben lograrse en el contexto de una creciente competencia por la tierra y el agua, el alza del precio de los combustibles y los fertilizantes y las repercusiones del cambio climático (FAO, 2011).

## **2.2. Permacultura**

La necesidad de una transición agroecológica es aparentemente inaplazable, para lograrlo, una herramienta que tiene un gran potencial para apoyar a esta transición es el concepto de permacultura (Ferguson & Lovell, 2014).

La permacultura fue fundada en la década de 1970 por Bill Mollison y David Holmgren y ahora tiene presencia en todos los continentes habitados. Los fundadores de Permacultura compartieron amplias preocupaciones ambientales y se enfocaban específicamente en la amenaza de escasez de energía para los sistemas agrícolas intensivos en energía (Ferguson & Lovell, 2014).

El término se originó como un acrónimo de la agricultura permanente y es definido por el creador David Holmgren como "paisajes diseñados concienzudamente que imitan los patrones y las relaciones que se encuentran en la naturaleza, a la vez que producen una gran cantidad de alimentos, fibra y energía para satisfacer las necesidades locales"(Ferguson & Lovell, 2014) .

La permacultura puede funcionar como un marco para integrar el conocimiento y la práctica en todas las disciplinas para apoyar la colaboración con grupos mixtos de investigadores, partes interesadas y usuarios de la tierra. La permacultura contribuye a una forma aplicada de alfabetización ecológica, proporcionando una síntesis popular y accesible de conceptos socio ecológicos complejos (Ferguson & Lovell, 2014).

En las últimas tres décadas, la permacultura ha crecido en paralelo con la agroecología, mostrando preocupaciones superpuestas mientras se desarrollan diferentes demarcaciones. La permacultura comparte con la disciplina de la agroecología un enfoque en la intersección de la ecología y la producción agrícola, una orientación normativa hacia la transición agroecológica y una asociación con movimientos populares que consisten principalmente en usuarios de la tierra (Ferguson & Lovell, 2014).

### **2.3. Agricultura urbana**

La permacultura es la filosofía a partir de la cual nace el desarrollo y la implementación de la agricultura urbana o huertas urbanas, la cual pretende dar solución al suministro de alimentos y de ingresos para las poblaciones más vulnerables debido al alza en los precios y otros factores de desabastecimiento (Ramos & Larreamendy, 2015).

Según (Ramírez, 2014), "La agricultura urbana es una práctica de producción agrícola de cultivos alimenticios, aromáticos, medicinales y condimentarías que se realiza dentro del perímetro de la ciudad en pequeños espacios dentro de las casas, a su alrededor y en espacios públicos acondicionados para ello; el destino de estos productos es el autoconsumo, el trueque y, a veces, la venta".

La pequeña agricultura en los espacios urbanos y periurbanos podrá solucionar parte del hambre y de la seguridad alimentaria, apoyando desde ahora a los pequeños productores para

que generen alimentos para las ciudades, y consecuentemente, empleo agrícola, como una fuente de ingresos para los más pobres (FAO, 2014).

Hoy en día, la agricultura urbana ha adquirido una gran importancia en países del Sur como estrategia de desarrollo, con múltiples prácticas, programas e investigaciones en marcha, lideradas por organismos internacionales como la FAO, según la cual la agricultura urbana da de comer a 700 millones de residentes en ciudades (FAO, 2020b). En contraposición, en las ciudades occidentales la agricultura urbana cumple funciones principalmente de ocio y, en algunos casos, de creación de empleo o incluso de inserción social (Gonzalez & Murphy, 2001).

Actualmente, la agricultura urbana representa más del 80% de explotaciones agrícolas en América Latina y el Caribe; provee a nivel de país entre el 27 y 67% del total de la producción alimentaria, ocupa entre el 12 y el 16% de la superficie agropecuaria y genera entre el 57 y el 77% del empleo agrícola de la región. Se prevé que para 2020, el 85% de los pobres en América Latina estarán concentrados en pueblos y ciudades, y el mundo urbano tendrá grandes dificultades para ofrecer trabajo formal y oportunidades de ingreso a su población (FAO, 2014).

En Londres, La Habana, Nueva York, Rosario (Argentina) se están desarrollando diversas campañas en torno a la alimentación, que señalan como herramientas principales la coordinación con los productores locales, así como la conservación y desarrollo de huertos urbanos comunitarios (Gomez, 2014).

Otras experiencias de agricultura urbana se han implementado en Latinoamérica, a partir del año 2000, bajo el marco del proyecto “agricultura urbana y alimentación de las ciudades de América Latina y el Caribe programa de gestión urbana (PGU-ALC/HABITAT-PNUD) con el apoyo del centro internacional de investigaciones para el desarrollo (CIID-Canadá) y el instituto de promoción de la economía social (IPES), en Camilo Aldao en Argentina, en el distrito metropolitano de Quito-ecuador, en Montevideo-Uruguay, en Texcoco-Méjico, en Villa el Salvador, Lima-Perú y en Venezuela (Ramírez, 2014).

### **2.3.1. Periodo de Desarrollo de la Agricultura Urbana en Antioquia**

Durante el periodo 2009 a 2011 se desarrolló en 107 municipios del departamento de Antioquia el proyecto de seguridad con buenas prácticas agrícolas y huertas familiares para Antioquia.

Este proyecto que se estableció gracias al convenio FAO – MANA y contó con dos componentes o líneas de trabajo (GÓMEZ, 2014):

- Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): capacitar sobre este tema a los campesinos mediante la metodología “Escuelas de Campo de Agricultores (ECA)” con el objetivo de poder acceder más fácilmente a los mercados internos y externos con productos inocuos y así mejorar los ingresos.
- Huertas Familiares Productivas (HFP): impulsar este tipo de modelo de producción de alimentos mediante huertas de aprendizaje con el fin de obtener alimentos sanos, nutritivos y a muy bajo costo contribuyendo de esta forma a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias vulnerables del departamento.

Los resultados presentados por la FAO fueron los siguientes:

- 12.053 familias de estratos socioeconómicos 1 y 2 establecieron las huertas caseras para autoconsumo.
- 650.759 metros cuadrados fue el área total cultivada en huertas.
- Se pasó de un promedio en el consumo de frutas y hortalizas de 115,9 gramos diarios a 385 gramos diarios.
- Se establecieron 31 Escuelas de Campo para Agricultores (ECA).
- 1.073 alumnos inscritos en las Escuelas de Campo para Agricultores (ECA) de los cuales se graduaron 743.
- 129 proyectos se emprendieron en BPA y BPM.
- 2.854 toneladas de alimentos producidos bajo la marca Cosechas del Campo.

Particularmente en Medellín y sus corregimientos, se ha venido desarrollando desde el año 2004 el proyecto Eco huertas Urbanas y ha sido impulsado por la Secretaría del Medio Ambiente y el Área metropolitana del Valle de Aburrá. Desde el momento se han capacitado a 8.485 personas. Uno de los resultados más satisfactorios es que se han dejado de llevar a los rellenos sanitarios más de 12 toneladas mensuales de residuos sólidos orgánicos. Estos han

venido siendo aprovechados satisfactoriamente en procesos de compostaje y lombricultivos para mejorar los suelos de las huertas familiares (GÓMEZ, 2014).

#### 2.4. Bases estructurales para la implementación de huertas urbanas

Bajo este sistema, los recursos disponibles, conocimientos tradicionales y técnicos, las herramientas e insumos se deben utilizar de tal manera que se promueva la participación comunitaria local y regional que consolide la conformación de redes de apoyo técnico, el intercambio de saberes, la producción de alimentos para autoconsumo y fortalezca el tejido social (Ramírez, 2014).

Para hacerlo, es necesario conocer y tener en cuenta los factores esenciales como ser: investigaciones, herramientas y medición de los impactos antes y después de la siembra en huertas urbanas (Ramos & Larreamendy, 2015). A continuación, vemos gráficamente estos factores:



*Ilustración 1 : Factores esenciales en la agricultura urbana. Fuente: (Humboldt, 2012)*

En la *ilustración 1* se observan los factores primordiales para cumplir con las exigencias de la agricultura urbana, estos también sirven de apoyo a la generación de ingresos de comunidades vulnerables (Ramos & Larreamendy, 2015).

Luego de la implementación de la huerta y la evaluación de resultados, es posible observar los efectos positivos que podrían obtenerse de la misma:



*Ilustración 2 : : Ventajas de la implementación de las huertas urbanas.  
Fuente: (Humboldt, 2012)*

En la ilustración 2 se demuestra la utilidad de aprender a cultivar a través de ventajas competitivas que contribuyen a generar ingresos en el proceso de las huertas urbanas. En el desarrollo de la Agricultura Urbana se tiene la asistencia técnica de personas especializadas en la siembra de huertas, y además la ventaja de aprender a reutilizar y reciclar, logrando así un aprovechamiento óptimo de los recursos (Altieri, M y Nicholls et al., 2000).

En este orden de ideas, la agricultura urbana y periurbana es una herramienta muy valiosa dentro de los programas de seguridad alimentaria, y básicamente está dirigida a mejorar la alimentación y las condiciones de vida de la población de pobreza estructural y bajo la línea de pobreza, a través de la promoción, establecimiento y seguimiento de huertas de producción hortícola intensiva a nivel familiar, escolar, comunitario e institucional (Sanchez & Andrea, 2008).

#### **2.4.1. Impacto social de la implementación de huertas urbanas**

Una de las motivaciones de la implementación de huertas urbanas es poder relacionarse socialmente, seguido de la satisfacción personal y el sentimiento de relación con las plantas y el medio natural. El trabajo del huerto se percibe como una alternativa de ocio que acerca a la naturaleza y un medio que favorece las relaciones personales en la ciudad. Esta importancia de la cercanía con la naturaleza coincide con el hecho de que la divulgación y la

concienciación ecológica se perciban como los impactos sociales principales provocados por los huertos (Gomez, 2014).

Además, las intervenciones en las labores de la agricultura urbana valorizan su rol al interior de sus hogares por el protagonismo que cobran para la alimentación de la familia, contribuye al rescate de la identidad cultural, a la creación de redes sociales y a la emergencia de nuevos liderazgos (Ramírez, 2014).

En cuanto a los efectos ambientales mejora la calidad del paisaje, promueve los entornos saludables, a través del aprovechamiento de los espacios urbanos para la producción de alimentos, plantas aromáticas y medicinales (Ramírez, 2014).

También contribuye con mejorar los patrones de consumo de alimentos sanos y a satisfacer las necesidades diarias de alimentación de las familias, mediante el autoconsumo y la autonomía de organizaciones sociales alrededor de iniciativas productivas (Ramírez, 2014)

## **2.5. Diseño de Sistemas Productivos**

Cuando se va a desarrollar una idea de negocio que implique el diseño y la instalación física, se debe tener en cuenta que la elaboración de un producto o la prestación de un servicio de calidad este directamente ligada a una buena distribución de planta, que minimice costos y aumente la efectividad del proceso.

El diseño de los sistemas productivos y la distribución en planta se ve afectada, entre otros aspectos, por algunos factores importantes y decisivos en el buen funcionamiento de la empresa, tales como el material, su almacenaje y su manejo; la adquisición y disposición de las maquinarias; el número suficiente de estas para satisfacer la demanda y el espacio que requieran para su funcionamiento; el hombre, como factor vulnerable que requiere contar con la máxima seguridad para reducir el riesgo para su salud y trabajar bajo excelentes condiciones; el movimiento, para reducir al máximo los tiempos muertos provocados por desplazamientos; la espera, para usar los espacios o tiempos de bodegaje estrictamente necesarios; el servicio, tendiente a garantizar las mejores condiciones para el personal, la maquinaria y el material; el cambio, con el fin de estar preparados para el nuevo futuro y las exigencias del mercado; y el factor edificio, para garantizar los espacios necesarios y

bien ubicados, que cumplan con los estándares normativos de higiene y seguridad y con la capacidad suficiente para operar una empresa. ( Ríos Ortíz, 2014)

Richard Muther, en su libro *Distribución en planta*, hace referencia a los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución agrupados de la siguiente manera (Muther, 1970) :

1. Factor *Material*: incluye diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
2. Factor *Maquinaria*: abarca equipo de producción y herramientas, y su utilización.
3. Factor *Hombre*: involucra la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
4. Factor *Movimiento*: engloba transporte inter o intradepartamental y el manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
5. Factor *Espera*: incluye los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
6. Factor *Servicio*: cubre el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.
7. Factor *Edificio*: comprende los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
8. Factor *Cambio*: tiene en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

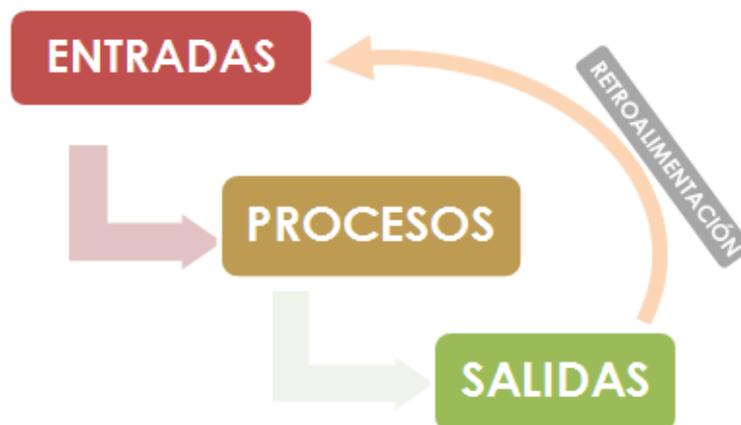
Todos estos factores deben ser analizados a la hora de realizar la distribución en planta, así no todos afecten a la misma, así se garantizará que se tenga un método sistemático y seguro de controlarse a sí mismo.

Además, si las industrias modernas desean seguir permaneciendo en el mercado deben incorporar la “producción limpia”, término que se ha impuesto en los últimos años del siglo XXI.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la producción limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva, integral a los procesos y productos con el fin de reducir los riesgos para el ser humano y el medio ambiente. Para aplicarla se debe tener en cuenta la conservación y uso eficiente de la materia prima, el agua y la energía, la disposición y eliminación de materiales que pueden ser tóxicos

o peligrosos y la disminución de las emisiones y los desechos. Todo esto con el fin de que sea acorde con el principio de “desarrollo sostenible”.

Para comprender todo lo relacionado a distribución de planta y diseño de procesos productivos, es necesario entender la empresa como sistema abierto que se compone de unas entradas, realiza unos procesos y de ahí se obtiene unas salidas sean productos o servicios y además hay una retroalimentación del ciclo para mejorar continuamente como se evidencia en la *ilustración 3*.



*Ilustración 3: Esquema de un sistema abierto. Fuente: (Rios Ortiz, 2014)*

El ingeniero que tiene a su cargo la distribución en planta de diseñarla para elaborar un producto o prestar un servicio al ritmo estipulado, disminuyendo costos y aumentando la efectividad del proceso.

Existen diferentes modelos, métodos y técnicas para abordar este tipo de proyectos, en esta tesis se aplicará la metodología del ciclo PHVA que consiste en planear, hacer, verificar y actuar (Gonzales Valdéz & Munayco Hernandez, 2014).

Según (Muther, 1970), una buena distribución en planta permite:

- Reducir el riesgo para la salud y aumentar la seguridad de los trabajadores.
- Elevar la moral y la satisfacción del obrero.
- Incrementar la producción.
- Disminuir los retrasos en la producción.
- Ahorrar área ocupada.
- Reducir el manejo de materiales.

- Utilizar más la maquinaria, la mano de obra y/o los servicios.
- Reducir el material en proceso.
- Acortar el tiempo de fabricación.
- Reducir el trabajo administrativo y el trabajo indirecto en general.
- Lograr una supervisión más fácil y mejor.
- Disminuir la congestión y la confusión.
- Disminuir el riesgo para el material o su calidad.
- Tener más facilidad de ajuste a los cambios de condiciones

La distribución en planta es el proceso sistemáticamente planeado que de manera holística y teniendo como base el método heurístico de la ingeniería toma decisiones sobre la mejor ubicación y ordenación de todos y de cada uno de los elementos que componen la empresa, considerando para ello todos los factores que la pudiesen afectar. (Ríos Ortiz, Diseño de sistemas productivos, 2014).

Una distribución eficiente y planificada de una granja autosostenible permitirá aumentar la productividad, disminuir el tiempo de ciclo, disminuir las pérdidas por desperdicios que serán reutilizados para el compostaje y biopreparados, aprovechar completamente los espacios para definir varios ejes de trabajo y la adecuación de un aula de aprendizaje y recreación y, además, diseñar adecuadamente las redes de alimentación de energía, agua e insumos requeridos.

## **2.6. Granjas autosostenibles**

Las granjas autosostenibles ofrecen ventajas como el uso eficiente de recursos disponibles, obtención de productos durante todo el año, autoabastecimiento, incorporación de familias en la producción, entre otras.

Para su adecuación, se deben tener en cuenta los siguientes componentes (Giraldo Giraldo, 2018):

### **2.6.1. Componente agrícola**

Se siembran hortalizas, plantas medicinales, leguminosas, cereales, adaptadas a las condiciones climáticas de la zona, también se pueden incorporar especies con propiedades insecticidas, teniendo en cuenta el ciclo de siembra y cosecha, riego y mano de obra.

- Hortalizas: son cultivos de ciclo corto, se pueden asociar con leguminosas o cereales.
- Árboles frutales: son útiles como cercas internas y rompevientos, pueden ser mora, fresa, tomate de árbol, lulo y aguacate.
- Leguminosas: Son vitales para la restauración de la fertilidad de los suelos, también se pueden utilizar como abono verde en la rotación de cultivos.
- Cereales: no solamente se usan para el consumo humano, sino también para la suplementación de la alimentación de los animales. Puede ser cultivo de maíz, arveja y frijón.
- Plantas medicinales y repelentes: algunas de ellas son la zábila, caléndula, poleo, manzanilla, yerbabuena, albahaca; también son usadas como repelentes de insectos por su intenso olor.

### **2.6.2. Componente pecuario**

Dentro de una granja autosostenible se pueden encontrar especies como vacas, cerdos, gallinas, conejos que ofrecen carne, leche, producen estiércol, controlan plagas y malezas.

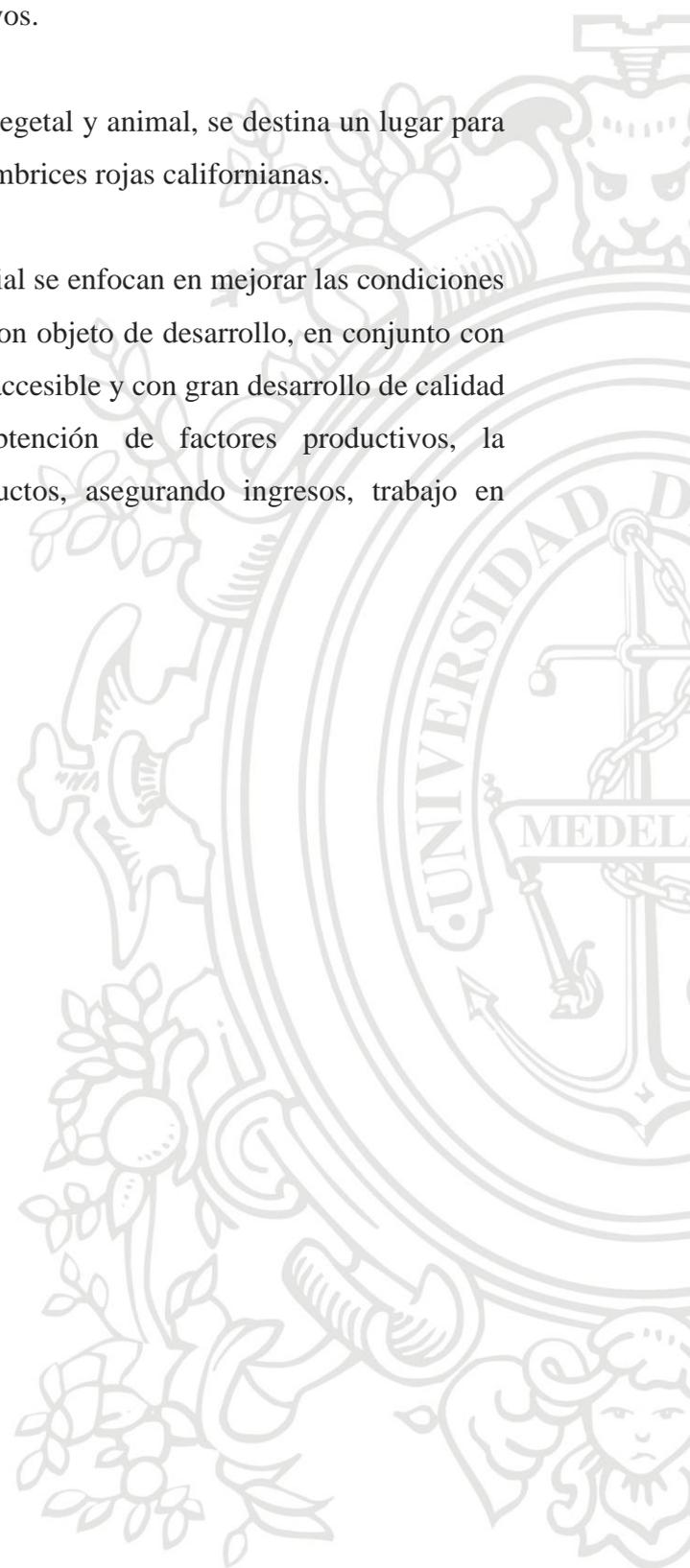
- Bovinos: mamíferos herbívoros, para su alimentación se usan residuos de cosecha como maíz. Pueden ser vacas lecheras, las crías hembras se venden o se dejan como novillas de reemplazo y los machos se crían hasta toros. Estos ayudan a mantener los ingresos de la granja.
- Cerdos: se alimentan de desechos domésticos, residuos agroindustriales y alimentos balanceados, combinado con concentrado y forrajes. Convierte muy rápido el alimento en carne y su proceso de engorde dura aproximadamente 5 meses.
- Aves: las gallinas no sólo producen carne y huevo, también controlan insectos y plagas cuando están sueltas, agilizan la obtención de compostaje. Se alimentan de pastos, granos como trigo, maíz, concentrado y algunas plantas.
- Conejos: se alimentan de pasto y concentrado. Se usan para el consumo y para su explotación ya que crece muy rápido y es muy resistente a las enfermedades.

### **2.6.3. Residuos agrícolas y pecuarios**

Algunos vegetales pueden usarse para la alimentación de los animales o para la compostera, el estiércol y otros desechos sirven para abonar cultivos.

La compostera se puede hacer de materia orgánica vegetal y animal, se destina un lugar para almacenarlos y procesarlos, se puede acelerar con lombrices rojas californianas.

Las granjas autosostenibles con emprendimiento social se enfocan en mejorar las condiciones socioeconómicas y culturales de comunidades que son objeto de desarrollo, en conjunto con el trabajo de las familias, aportará un trabajo digno, accesible y con gran desarrollo de calidad de vida. Éstas ofrecen un apoyo para la obtención de factores productivos, la comercialización confiable y segura de los productos, asegurando ingresos, trabajo en comunidad, conocimiento.



### 3. METODOLOGÍA

En esta tesis se utilizó la metodología PHVA, que se compone de 4 fases: planear, hacer, verificar y actuar.

#### 3.1. Planear

En esta fase, se recolectó información, se realizaron visitas a la granja escuela Granizal con el fin de conocer la comunidad, sus principales líderes y el lugar donde se realizaría el proyecto. Se hizo un recorrido por la huerta y se identificaron algunas necesidades donde se podría enfocar el objetivo del proyecto.

En la *ilustración 4*, se puede observar cómo se ve el cultivo actualmente desde el muro de concreto que hay en la parte inferior (*ilustración 7*); en la *ilustración 5*, se muestra el invernadero en la parte externa y en la *ilustración 6* en la parte interna.



*Ilustración 4: Área de cultivo de la huerta. Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 5: Invernadero de la huerta (parte externa). Fuente: Elaboración propia.*



*Ilustración 6: Invernadero de la huerta (parte interna). Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 7: Muro de concreto de la parte inferior de la huerta. Fuente: Elaboración propia*

También se realizó una reunión con los diferentes participantes del proyecto colaborativo que se está realizando en la granja, con el fin de relacionarnos y familiarizarnos con los objetivos de cada uno. Estuvieron presentes los líderes comunitarios, la autoridad que vela por su seguridad, los niños participantes del grupo granjeritos y algunos de los miembros de las familias que trabajan en ésta. Se identificaron las necesidades y expectativas de todos los participantes y se conocieron más detalles de la situación actual en todos los ámbitos, además de la historia que llevó a la construcción de dicho espacio. En la *ilustración 8*, se muestran las diferentes carreras de la Universidad de Antioquia que apoyan este proyecto, en esta reunión había por lo menos una persona de cada una.





*Ilustración 10: Cultivo de otra huerta. Fuente: Elaboración propia*

En la *ilustración 11*, se muestra una compostera manual realizada en la huerta mencionada anteriormente.



*Ilustración 11: Compostera manual de otra huerta. Fuente: Elaboración propia.*

### **3.2. Hacer**

Después de recolectar la información necesaria y de entrevistar a doña Gloria Bustamante, se identificaron las necesidades de la Granja Escuela Granizal, se realizó la distribución en planta actual y en base a esta, se hicieron 3 propuestas, una principal y otras dos con variaciones de esta. Se realizó el flujo de inversiones necesario para cada una y los ingresos y egresos que pueden generar.

### **3.3. Verificar**

De acuerdo a la entrevista realizada a la lideresa de la comunidad y de la Granja Escuela Granizal, se puede concluir que todas las propuestas de distribución en planta son adecuadas para implementarlas ya que generan impactos económicos, ambientales y sociales para la comunidad. Todas están debidamente estructuradas de acuerdo a los factores que se deben tener en cuenta en una distribución en planta como lo son materiales, maquinaria, hombre y movimientos, además del impacto que cada una genera. Este documento será compartido con las personas interesadas de la Granja Escuela Granizal para que tengan una base de las opciones que tienen si desean implementarlas.

### **3.4. Actuar**

El primer paso para la implementación de cualquiera de las 3, es que se proponga a la Alcaldía del municipio y a los entes que pueda interesar, la adecuación de la que sea más viable para la comunidad según su criterio, y que estos aprueben el presupuesto necesario para esto. Así, la comunidad tendrá un espacio para usos múltiples, además de una huerta autosostenible, donde incluso, los jóvenes pueden prestar servicio social y los estudiantes pueden hacer su alfabetización en este espacio.

#### 4. COMUNIDAD

La comunidad de Granizal es el más grande asentamiento de población desplazada del municipio de Bello. Se encuentra ubicada en la zona rural de este municipio, sin embargo, las relaciones y dinámicas sociales que establecen sus habitantes tienen mucha cercanía con los centros urbanos de Medellín y Bello. La comunidad ha definido siete sectores para su ubicación: El Regalo de Dios, Manantiales, Adolfo Paz, El Pinar, Altos de Oriente I y II, Sector el 7 y Portal del Oriente.

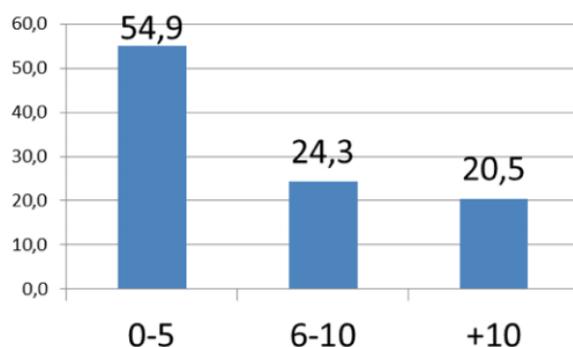
La Vereda se encuentra en el límite con los municipios de Medellín y Copacabana y conecta con la Región del oriente Antioqueño. La posición estratégica de la vereda Granizal ha sido aprovechada históricamente para la presencia de Actores Armados Ilegales.

En el año 2013 se realizó un perfil poblacional basado en encuestas realizadas a familias de Granizal, se presentaron los siguientes resultados (Giraldo Agudelo, Rodríguez Gómez, & Brand Monsalve, 2017):

Del total de las personas encuestadas, el 81% eran mujeres y el 19% eran hombres, esto se debe en gran medida a que las mujeres estaban en su hogar en el momento del censo por su responsabilidad en el hogar mientras que los hombres tienen mayor deber en la consecución de los recursos.

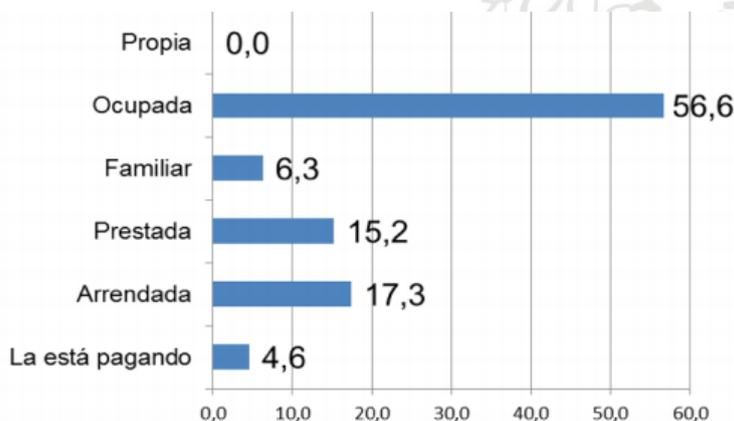
De todas las familias encuestadas, el 90,8% estaban en condiciones de desplazamiento y el resto llegó al territorio por razones diferentes.

Respecto al tiempo que llevan viviendo en Granizal, la *gráfica 1* muestra una mayor proporción en los últimos 5 años anteriores al 2013, lo que indica que los fenómenos de desplazamiento aumentaron en estos años, pues también hay desplazados de otros departamentos que han llegado ahí.



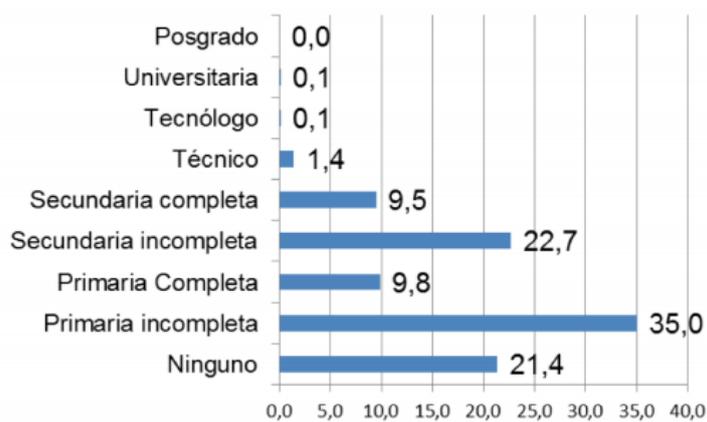
Gráfica 1: Distribución de la población según tiempo de ocupación (en años). Fuente: Revista Espacios

En cuanto a la habitación legal del predio, la mayor proporción está en la categoría de ocupada que corresponde a la apropiación del predio, además, los que pagan arriendo no cuentan con un contrato dado que no son viviendas legalmente constituidas, el resto vive en una vivienda prestada, de un familiar o está pagando el lote que adquirió de manera informal, así lo muestra la *gráfica 2*.



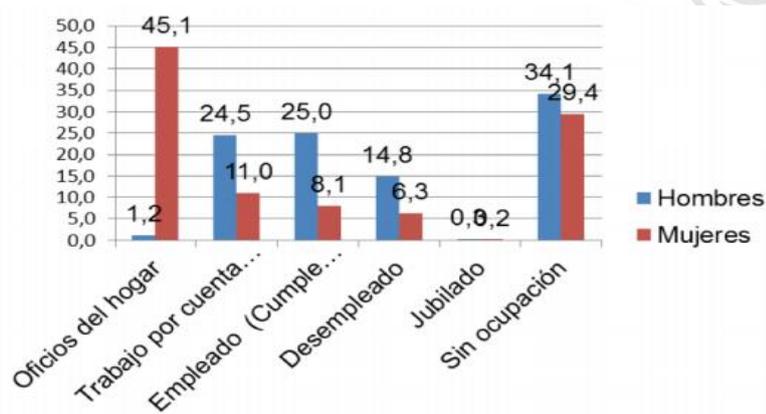
Gráfica 2: Distribución de la población según tenencia de la vivienda. Fuente: Revista Espacios

Según la *gráfica 3*, queda claro que el nivel educativo de las personas en Granizal puede considerarse bajo, ya que la mayor proporción tienen primaria incompleta seguido de secundaria incompleta.

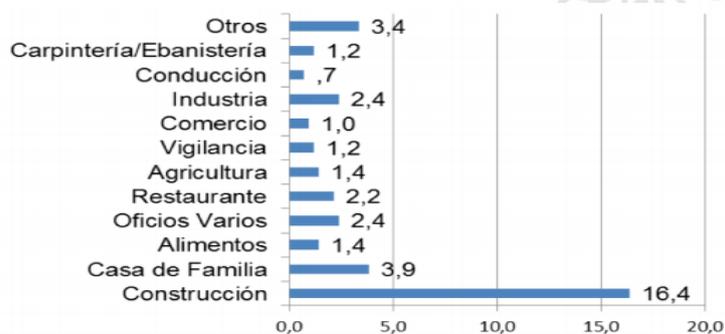


Gráfica 3: Distribución de la población según cantidad de personas por nivel de escolaridad. Fuente: Revista Espacios

Referente a la generación de ingresos, según la *gráfica 4*, la mayoría de las mujeres se dedican a oficios del hogar y los hombres no tienen ninguna ocupación. Adicionalmente, la población que si está empleada, se dedica en su gran mayoría, a la construcción como se observa en la *gráfica 5*.

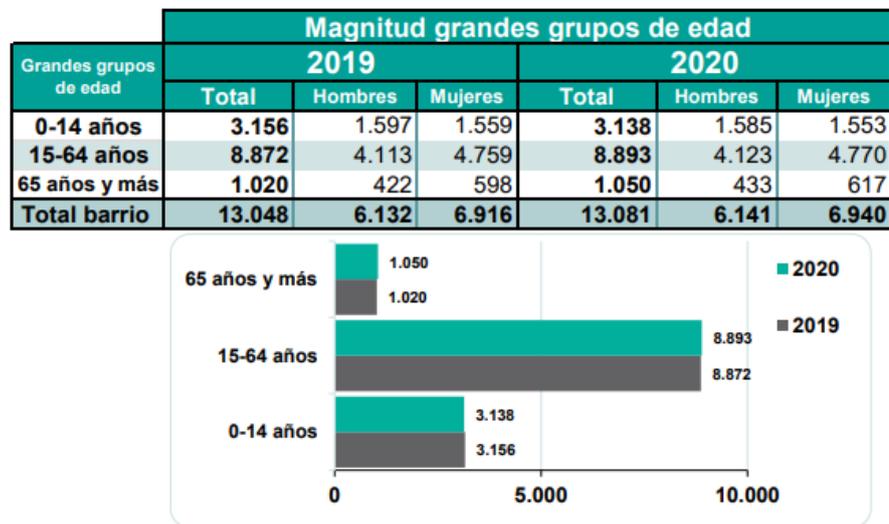


Gráfica 4: Distribución de la población según cantidad de personas por ocupación y sexo. Fuente: Revista Espacios



Gráfica 5: Distribución de la población empleada según área de empleo. Fuente: Revista Espacios

La alcaldía de Medellín realizó un perfil demográfico para los años 2019-2020, donde se mostró la cantidad de personas según el grupo de edad que hay actualmente en Granizal:



Gráfica 6: Magnitud de la población por grupos de edad. Fuente: Alcaldía de Medellín

En la *gráfica 6* se puede observar que la mayor cantidad de la población está entre los 15 y 64 años y que la tasa de crecimiento entre estos dos años no es muy alta.

Dentro de esta comunidad se encuentra la huerta *Granja Escuela Granizal*, espacio donde no sólo se cultiva si no que también se usa para la recreación de niños y adultos de la tercera edad.

Una de las principales lideresas es Doña Gloria Bustamante, a quién se entrevistó para conocer un poco más sobre la historia de la huerta (*Ver anexo 4*). Contó que desde el 2003, los habitantes de la comunidad tiraban basura y escombros en el espacio que hoy es la Granja Escuela Granizal. Gracias al presupuesto participativo pudieron enmallar en la parte que delimita con la calle principal de ingreso al barrio después de que un derrumbe afectara este espacio.

En el año 2012 comenzaron con las funciones de la huerta, integrando niños, personas de la tercera edad y familias que se dedicaron a cultivar y a cuidar este espacio.

8 familias son las que se benefician de la huerta, cada una tiene su cama donde cultiva para su consumo personal y cuando alguien lo requiere, le venden las cosechas sin ningún control de precio.

Entre los productos que cultivan actualmente está:

- Tomate
- Acelga
- Brócoli
- zucchini
- Cilantro
- Lechuga
- Maíz
- Frijol
- Plataneras de Murrapo

La huerta también es utilizada para que los niños vean películas en un proyector que se pone al aire libre, se les da refrigerios y en algunas ocasiones, talleres ambientales sobre los alimentos y separación de residuos que son dictados por instituciones que apoyan este proyecto.

Entre estas instituciones está la *Corporación Ambiente Social*, colegios como *Maria Cano y Fé y Alegría*, la *Universidad de Antioquia* con representantes de varias carreras que han aportado a este proyecto, y una de las más importantes que es *Salva Terra*.

Salva Terra es una fundación que promueve el desarrollo de los territorios a través de proyectos productivos agropecuarios, la gestión medio ambiental y la responsabilidad social en la construcción de medios de vida sostenible. Han sido un apoyo indispensable en el desarrollo que ha tenido la huerta, ya que ellos son quienes aportan los insumos necesarios para la siembra y cuidado de los cultivos, también construyeron el invernadero que hoy en día es utilizado para el cultivo de tomates y una parte como cuarto de herramientas.

Entre las principales necesidades que tiene la comunidad que se beneficia del proyecto Granja Escuela Granizal, está que los niños puedan tener un espacio para hacer algo productivo como leer, jugar, recibir talleres, cuando estén en vacaciones o en su tiempo de ocio; igualmente que los adultos de la tercera edad puedan realizar ejercicios. Las personas que trabajan en la huerta también requieren capacitación sobre manejo de alimentos y de los procesos de cultivo de los productos de siembran. Además, no se cuenta con servicios públicos para el riego de los cultivos ni para la iluminación.

Para suplir parte de estas necesidades, Doña Gloria expone alternativas en las que se ha pensado como la construcción de un aula en la parte donde está ubicado el invernadero ya que es la zona de menos inclinación en el terreno. Esta aula puede ser adaptada con las herramientas necesarias para que los niños tengan ese espacio para educarse y distraerse, también puede ser usado para que las personas que siembran en la huerta puedan recibir capacitaciones. Si esta mejora llegara a implementarse, se beneficiarían más o menos 120 niños que han asistido a talleres y 70 adultos de la tercera edad que esperan por un espacio adecuado para ellos.

Otra de las necesidades que se expone, es la apertura de una puerta para el ingreso a la huerta en la malla que queda en la vía de acceso principal al barrio, ya que para entregar los insumos que Salva Terra provee, se debe hacer por la única entrada a la huerta ubicada en un callejón al que se llega con un desplazamiento muy largo y al que además, no pueden ingresar los vehículos, por lo que el esfuerzo y el tiempo que se emplea para esta labor es muy alto.

## 5. UBICACIÓN, DIMENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL DE LA GRANJA ESCUELA GRANIZAL

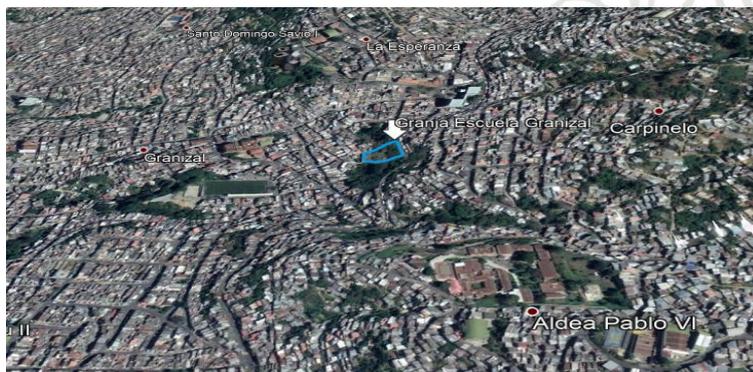
### 5.1. Ubicación de la granja

Para determinar la ubicación de la granja, se empleó Google Earth, a través del cual se delimitó el perímetro del terreno de la Granja Escuela Granizal que ocupa en el Valle de Aburrá como se observa en la *figura 1*.



*Figura 1: Granja Escuela Granizal (flecha blanca) en Valle de Aburrá (perímetro blanco). Fuente: Google Earth*

También se ubicó el perímetro visto desde el barrio Santo Domingo, delimitado en celeste en la *figura 2*.



*Figura 2: Granja Escuela Granizal (perímetro celeste) en barrio Santo Domingo Savio. Fuente: Google Earth*

En la *figura 3*, se observa el perímetro de la huerta desde la vista que Google Earth muestra en la ubicación Sur.



*Figura 3: Granja Escuela Granizal. Vista desde ubicación Sur. Fuente: Google Earth*

En la *figura 4*, se observa claramente, desde una perspectiva isométrica, el perímetro de estudio de la Granja Escuela Granizal que se utilizará para realizar las propuestas de distribución en planta.



*Figura 4: Granja Escuela Granizal. Perspectiva Isométrica. Fuente: Google Earth*

## **5.2. Dimensiones de la granja**

Para el Dimensionamiento de la granja se utilizó la herramienta Google Earth Pro. Este programa tiene la ventaja de calcular distancias entre puntos sobre terrenos irregulares y áreas

de polígonos trazados. Todo esto permite un modelamiento preciso tanto de las distancias reales entre diferentes puntos del perímetro de la granja, así como también de sus diferentes relieves. Este último punto es clave para un buen diseño de las distribuciones en planta propuestas, ya que las pronunciadas pendientes en diferentes direcciones de la granja hacen indispensable un diseño tridimensional que permita visualizar cómo se verán los objetos desde diferentes puntos de vista.

La *figura 5* muestra el perímetro de la Granja en metros y el área de la misma en metros cuadrados. Es importante aclarar que el polígono azul va “pegado” al relieve del terreno, lo que permite capturar valores reales de las dimensiones mostradas.



*Figura 5: Perímetro y área de la granja. Fuente: Google Earth*

Para la construcción del terreno en 3D se trazaron siete perfiles verticales y siete horizontales dentro del perímetro en estudio como se muestra en la *figura 6*.



Figura 6: Perfilamiento del terreno para obtención de relieves. PV = Perfil Vertical. PH = Perfil Horizontal.

Fuente: Google Earth

A continuación, se observaron y registraron las alturas de todos los puntos de intersección entre en estos perfiles. En la Figura 7 y Figura 8 se observan (recuadro blanco) alturas en puntos extremos de un perfil horizontal y uno vertical respectivamente.



Figura 7: Alturas en puntos extremos de un perfil horizontal. Fuente: Google Earth



Figura 8: Alturas en puntos extremos de un perfil vertical. Fuente: Google Earth

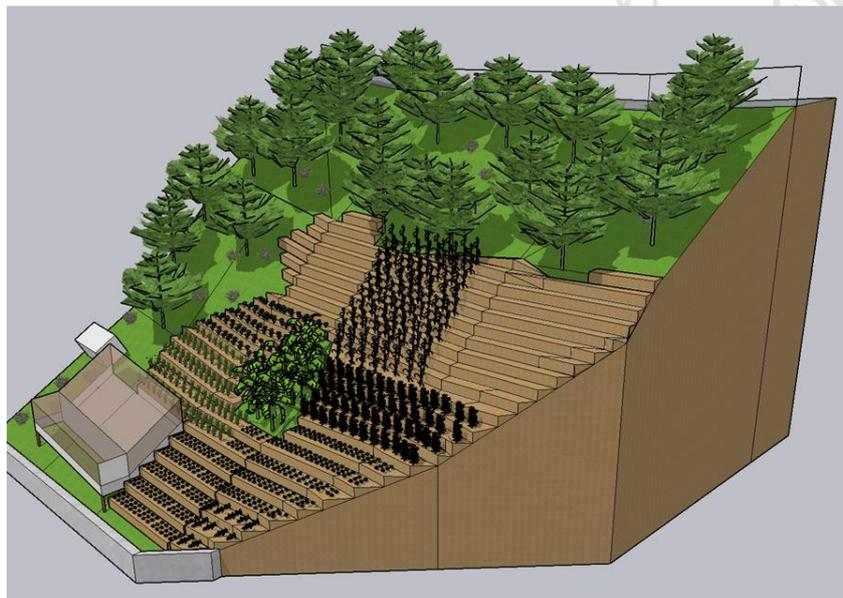
Con la altura de cada punto de intersección de los perfiles se crean planos de diferentes pendientes conectados por aristas de unión. De esta manera se logra aproximar el relieve del terreno tanto en dirección Este-Oeste (Perfiles Horizontales) como Sur-Norte (Perfiles Verticales).

Para modelar el terreno se utilizó el Software de diseño 3D Sketchup 2020

## 6. DISEÑO EN PLANTA ACTUAL

### 6.1. Factor material

La *Figura 9* muestra como están distribuidos los elementos dentro del perímetro en estudio en la actualidad. La comunidad cuenta con un invernadero, un antiguo gallinero de pequeñas proporciones, y siete tipos de cultivos entre los que se incluyen: tomate, acelga, brócoli, zucchini, cilantro, lechuga, maíz, fríjol y plataneras de murrapo. El área disponible para cultivo actualmente abarca 590 m<sup>2</sup>, el 36 % del área total que es 1655m<sup>2</sup> como se observó en la *figura 5*.



*Figura 9: Distribución en planta actual. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup*

En la *Figura 10* se aprecia una vista en planta (vista desde arriba) en la que se etiquetan cada uno de los elementos mencionados. El resto del área sin ocupar (992 m<sup>2</sup>) representa el 60 % del terreno, y este cubierto por vegetación boscosa y arbustos autóctonos. En la parte más alta y en dirección Este, la granja limita con la Calle 32.

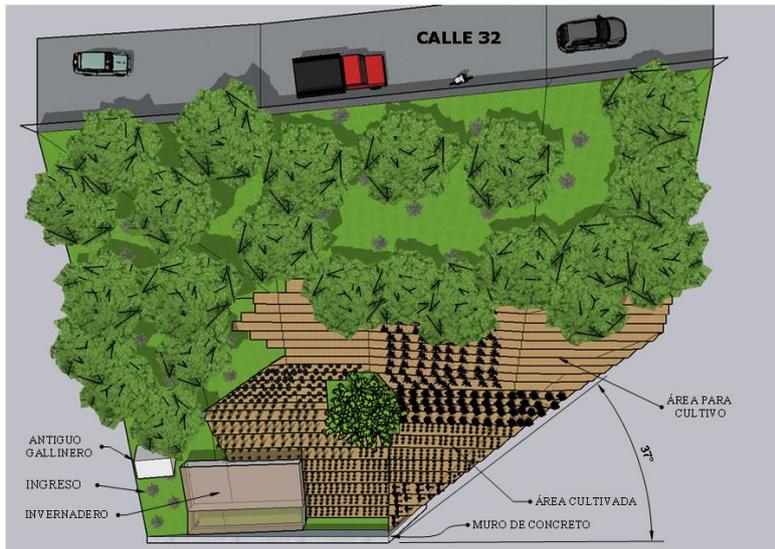


Figura 10: Distribución en planta actual. Vista de Arriba. Fuente: Sketchup

La Figura 11 es la vista desde la izquierda del terreno en la cual se observan las tres inclinaciones del mismo respecto a la horizontal. La región central es la más pronunciada ( $45^\circ$ ), lo que implica un desafío para la construcción de elementos nuevos o el traslado de los ya existentes, ya que, la inclinación es 50 % mayor que la zona más baja ( $30^\circ$ ). Por otro lado, la región superior tiene una inclinación de  $35^\circ$ , 17 % mayor a la región inferior; en esta última se encuentra actualmente el invernadero y el antiguo gallinero.

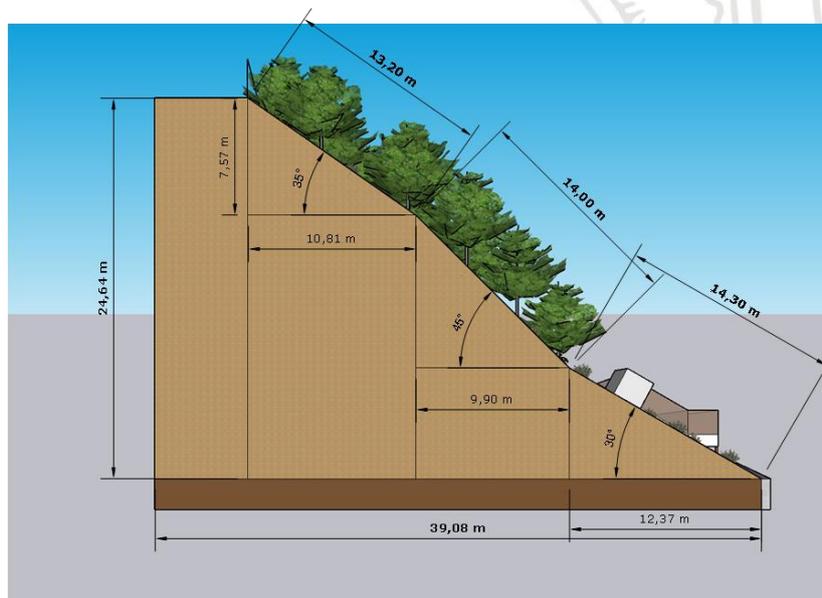
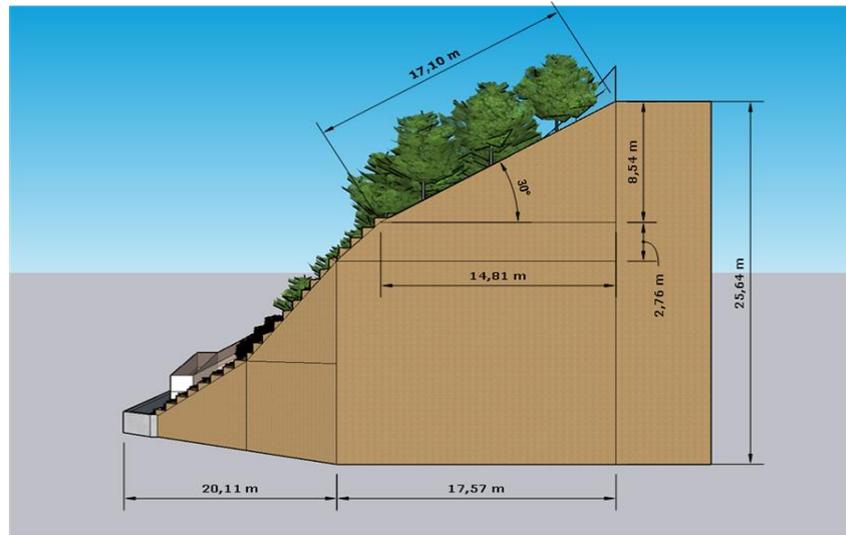


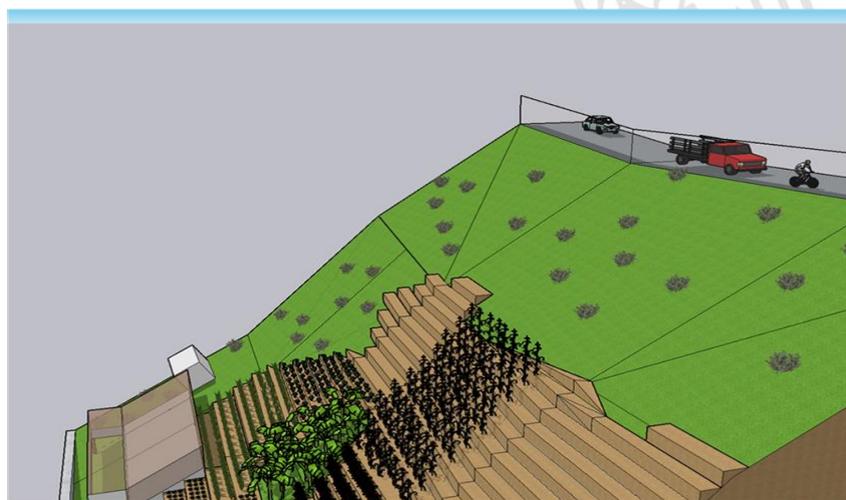
Figura 11: Distribución en planta actual. Vista Izquierda. Fuente: Sketchup

Viendo el terreno desde la derecha en la *Figura 12*, puede apreciarse que la inclinación en la región superior disminuye a  $30^\circ$ , mostrando que en dirección sur el relieve tiende a ser un poco menos pronunciado.



*Figura 12: Distribución en planta actual. Vista derecha. Fuente: Sketchup*

Además, la *Figura 13* nos permite ver que la parte central de la región superior del terreno posee un plano amplio que mantiene una elevación casi constante de sur a norte con una inclinación aproximada de  $30^\circ$  según lo analizado en las demás vistas. Concluimos de este primer análisis, que la región superior del terreno, sobre todo en la zona central y lateral derecha, son estratégicas para el traslado de elementos existentes o nuevas construcciones.



*Figura 13: Distribución en planta actual. Acercamiento a región superior (sin árboles). Fuente: Sketchup*

## 6.2. Factor maquinaria

Actualmente, la huerta sólo cuenta con 4 azadas que sirven para cavar la tierra, amasar o remover el terreno, 2 palas para excavar y hacer hoyos profundos, un par de regaderas y una manguera para el riego de los cultivos, un rastrillo para nivelar y remover la superficie del suelo antes de plantar y algunas herramientas pequeñas.

## 6.3. Factor hombre

Las mujeres de 8 familias son las encargadas de la huerta, cada una tiene asignada una cama de cultivos para su consumo personal y ventas en ocasiones, los fines de semana sus esposos e hijos les ayudan en las labores. La fundación Salva Terra envía un trabajador una vez a la semana para apoyar estas funciones y para la entrega de insumos.

## 6.4. Factor movimiento

Para ingresar a la huerta se debe bajar por la casa de la justicia de Santo Domingo aproximadamente dos cuadras, luego girar a la izquierda y recorrer una cuadra entre un callejón donde no hay acceso vehicular. En la *figura 14* se puede observar trazado en rojo. El desplazamiento es bastante largo teniendo en cuenta que también se ingresan por aquí los insumos que provee la fundación Salvaterra.



*Figura 14: Diagrama de recorrido para ingreso a la huerta. Fuente: Google Earth*

En la *figura 15*, se muestra el recorrido que se hace actualmente para llegar al invernadero, son aproximadamente 15 metros por un camino sobre el terreno que se ha formado por el

mismo tránsito de las personas, y se encuentra en la parte más baja del relieve en el lateral izquierdo, entre el muro de concreto que recubre el frente de la granja y el antiguo gallinero, luego se suben 5 metros como se muestra en color azul. Para llegar a los cultivos se realiza este mismo recorrido, pero cada familia ingresa a su cama correspondiente. En la parte de arriba el terreno es muy inclinado así que no se hace uso de él para cultivar.

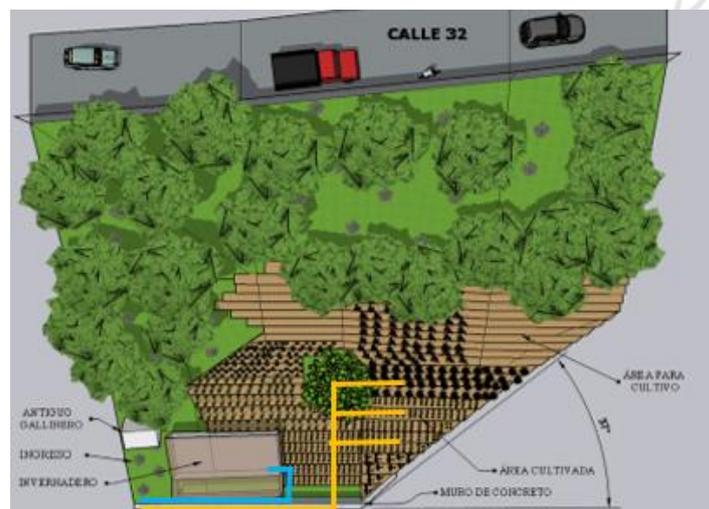


Figura 15: Diagrama de recorrido para ingreso a invernadero y cultivos. Fuente: Sketchup

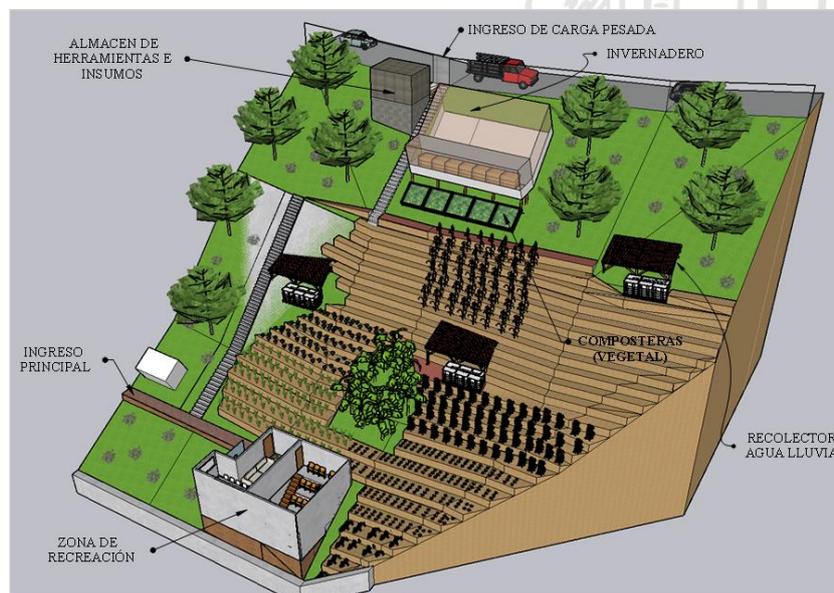
## 7. PROPUESTAS PARA UNA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA AUTOSOSTENIBLE

La presente sección tiene como finalidad proponer tres distribuciones en planta para la Granja Escuela Granizal ubicada en el barrio Santo Domingo Savio perteneciente a la Comuna 1 del Municipio de Bello. Estas distribuciones se diseñan a partir de un enfoque sostenible para la Granja, dando beneficios Económicos, Sociales y Ambientales a la comunidad que goza de la utilización de este espacio de tierra.

### 7.1. Propuesta principal

#### 7.1.1. Factor material

Como se mencionó anteriormente, la pendiente en la región superior es apenas de cinco grados mayor que donde se encuentra el invernadero actualmente, y comienza a nivelarse en dirección a la zona central de esta región; se considera entonces que esta superficie sería apropiada para el traslado del invernadero y se propone como nueva ubicación tal cual lo muestra la *Figura 16*.



*Figura 16: Distribución en planta, propuesta principal. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup*

A la derecha y muy cercano al invernadero se ubicará un almacén exclusivo para herramientas e insumos. Se habilitará un acceso en la parte superior para el ingreso de insumos y herramientas directamente desde la Calle 32 como lo muestra la *Figura 17*; una

rampa permitirá el ingreso al almacén ya sea a pie o con carretilla para el caso de cargas pesadas.

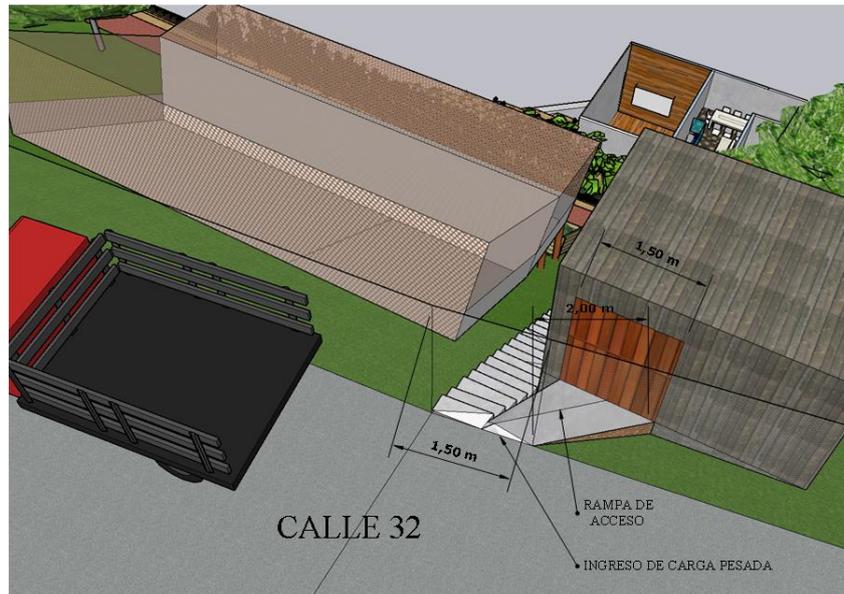


Figura 17: Ingreso de carga pesada por Calle 32. Fuente: Sketchup

Una escalera se extiende hasta la parte cultivada la cual permite un fácil descenso para ingresar al invernadero y descender a otras regiones de la granja. La Figura 18 muestra las dimensiones del almacén de herramientas e insumos y del invernadero.



Figura 18: Invernadero y Almacén de Herramientas e Insumos. Fuente: Sketchup

En la parte inferior y contiguo al invernadero, se colocan cinco composteras vegetales, las cuales están destinadas para la deposición de todo residuo orgánico de origen vegetal que se genere en la granja; por ejemplo: hojarasca, vegetales en descomposición, etc. Al mezclarlo con tierra y agua se genera un fertilizante natural que se puede utilizar posteriormente para aumentar el rendimiento de los cultivos.

En la región central se colocarán tres recolectores de agua de lluvia distribuidos de manera que cubran la extensa zona de área cultivable. Cada uno tiene una capacidad de almacenamiento de tres mil litros, sumando un total de nueve mil litros de agua de lluvia almacenable. La *Figura 19* muestra las características y dimensiones de cada recolector. La superficie recolectora tiene un área de aproximadamente 14 m<sup>2</sup>, sumando un total de 42 m<sup>2</sup> con los tres recolectores. Cada tanque de almacenamiento dispone de una capacidad de 1000 litros, siendo 9 mil litros la capacidad total considerando todos los recolectores.



*Figura 19: Recolector Agua Lluvia. Fuente: Sketchup*

Como muestra la *Figura 20*, los meses de mayo y octubre son los que registran mayores precipitaciones promedio con valores de 253 mm y 242 mm respectivamente, acumulados en un periodo de 31 días; considerando que un mm de precipitación equivale a un litro agua de lluvia por metro cuadrado de área, con la superficie disponible podrían captarse entre 10 mil y 11 mil litros de agua en periodo de 31 días durante los meses de mayores lluvias en Santo Domingo. Con 9 mil litros de capacidad de almacenamiento en los tanques solo se necesitaría

consumir unos dos mil litros mensuales mínimo durante estos periodos de altas lluvias para dar un máximo rendimiento a los recolectores y que no se desperdicie nada del agua captada.

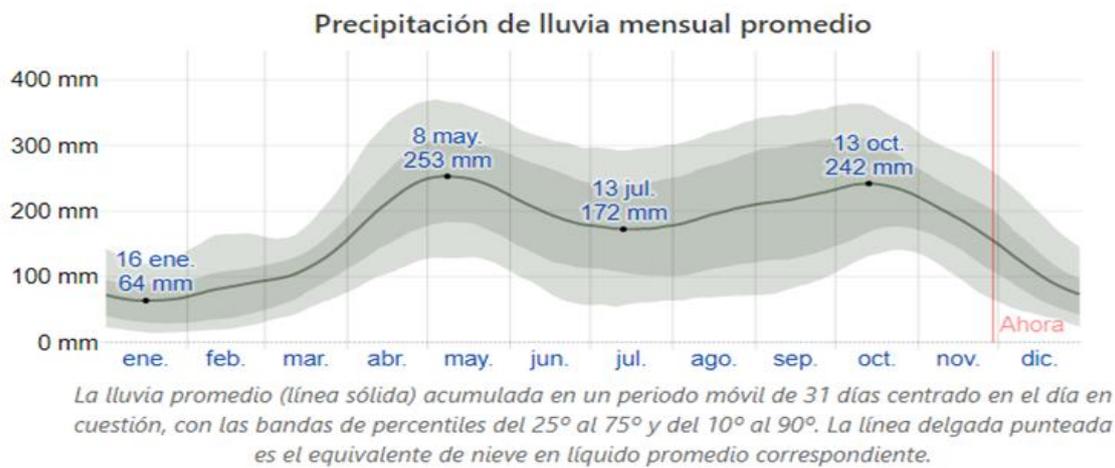


Figura 20: Precipitaciones en Santo Domingo. Fuente: (Weather Spark, 2020)

Con el fin de generar un impacto social positivo en la comunidad, se propone la construcción de una zona de recreación en la región inferior de la granja donde la pendiente es menor y la distancia al ingreso principal es pequeña como se aprecia en la *Figura 21*. Estará compuesta por un pequeño cine para proyección de películas con video beam (proyector de video) y una capacidad para 18 personas. Un Salón de Usos Múltiples (SUM) ubicado en la planta alta que se divide en un área de enseñanza para niños y otra para descanso o lectura.

La *Figura 21* muestra una vista en perspectiva de la zona de recreación con todos sus elementos. En la *Figura 22* y *Figura 23* se muestran la vista en planta y vista desde la izquierda respectivamente con todas sus dimensiones.

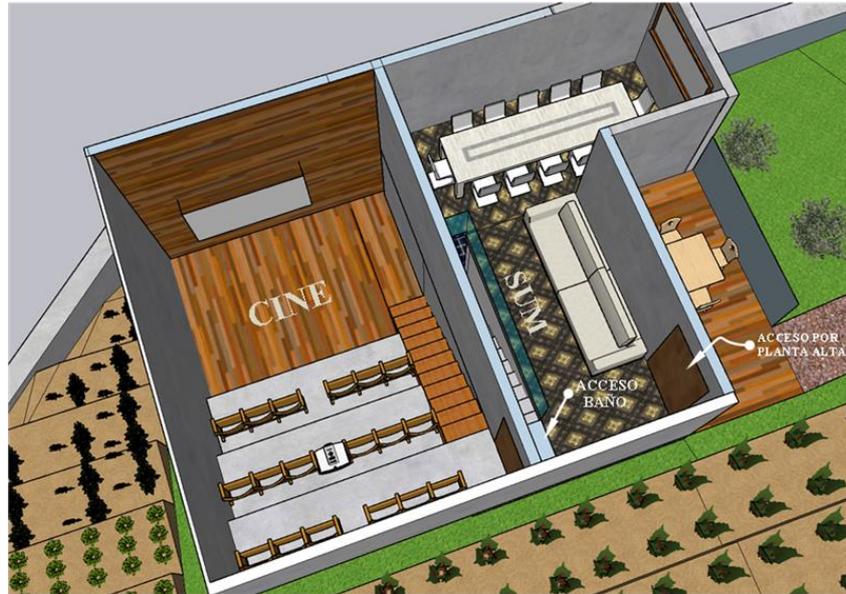


Figura 21: Zona de Recreación. Perspectiva desde arriba. Fuente: Sketchup



Figura 22: Zona de Recreación. Vista en planta. Fuente: Sketchup

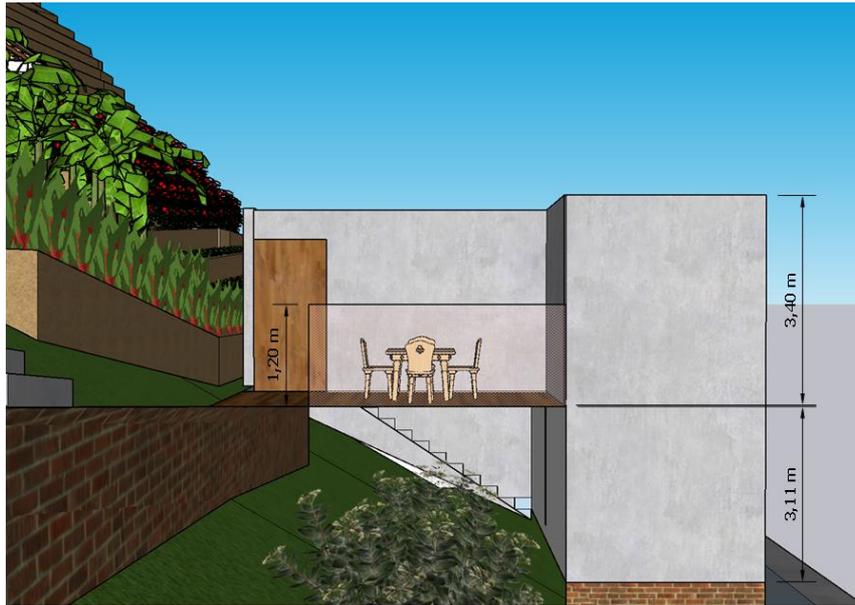


Figura 23: Zona de Recreación. Vista izquierda

En el SUM una escalera da acceso a un baño ubicado en la planta inferior tal cual se muestra en la Figura 24. El mismo se compone de dos inodoros y dos lavamanos y está ubicado justo debajo del área de enseñanza para niños.

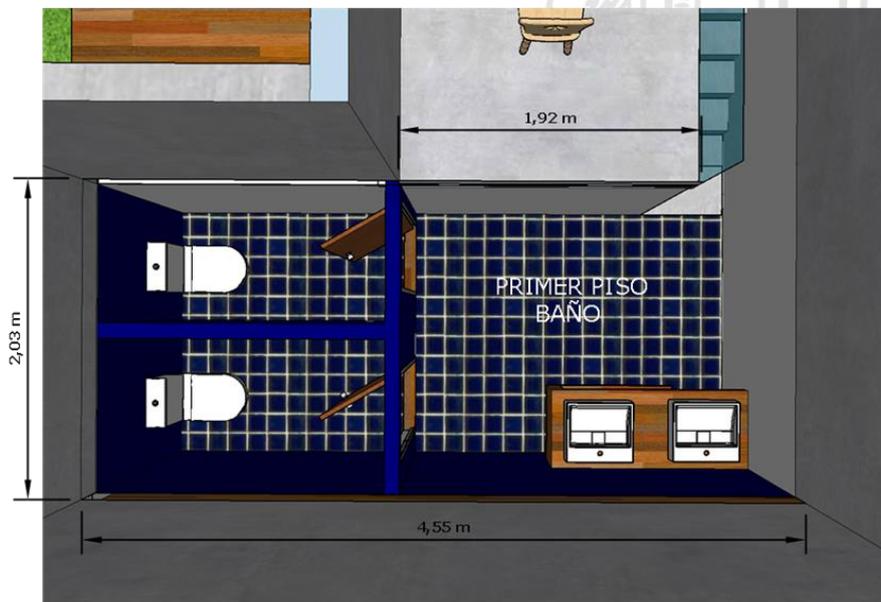


Figura 24: Baño en zona de recreación. Vista en planta. Fuente: Sketchup

Para disminución de utilización de agua en el funcionamiento del baño, se propone utilizar el agua de lluvia almacenada (cuando haya disponible, sino se utilizará la de EPM) para descarga del inodoro y utilización de lavamanos. Con una diferencia de altura mínima de 8,5

metros entre la salida de agua en el baño y los tanques de almacenamiento de agua de lluvia (Figura 25), se dispone de una presión aproximada de 1.00 kg/cm<sup>2</sup>. En caso de requerirse mayor presión se puede utilizar el acumulador que se encuentra a mayor altura.

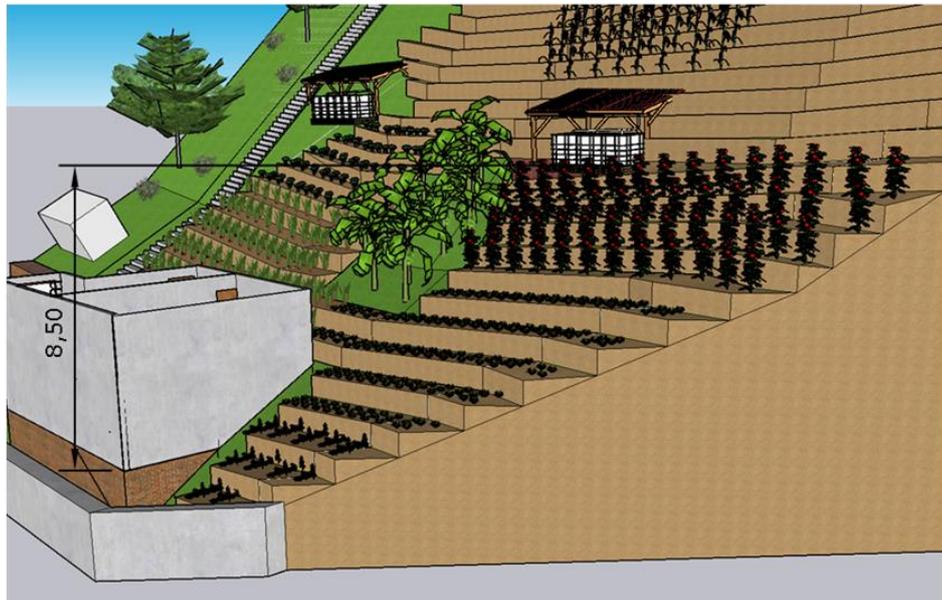


Figura 25: Distancia entre Recolector Agua Lluvia y Baño. Fuente: Sketchup

### 7.1.2. Factor maquinaria

La maquinaria pesada sería necesaria en la construcción del almacén de insumos y del salón de usos múltiples pero las constructoras cotizan por m<sup>2</sup> donde incluye mano de obra y maquinaria. Para los otros procesos, se necesitarán palas, azados, rastrillos, herramientas con las que cuenta actualmente la huerta.

### 7.1.3. Factor hombre

Para la implementación se deben realizar unos procesos que requieren de mano de obra, cada proceso tendrá una duración como se observa en la *tabla 1*.

PROCESO	CANTIDAD DE PERSONAS	DURACIÓN
Desmontaje actual del invernadero	2	4 horas
Limpieza del terreno del invernadero	1	8 horas
Nuevo montaje del invernadero	2	12 horas
Limpieza y preparación del terreno para la	1	4 horas

construcción del almacén de herramientas e insumos		
Construcción del almacén de herramientas e insumos	-	-
Apertura de la cerca actual	1	2 horas
Montaje de puerta	1	2 horas
Limpieza del terreno de las escaleras	1	2 horas
Calado del terreno de las escaleras	2	8 horas
Construcción de las escaleras	2	20 horas
Limpieza y allanado del terreno para los caminos de intergranja	1	4 horas
Construcción de los caminos de intergranja	2	4 horas
Limpieza y preparación del terreno para instalación de recolectores de agua lluvia	2	4 horas
Instalación de recolectores de agua lluvia	2	9 horas
Construcción del salón de usos múltiples	-	-
Instalación de composteras vegetales	2	8 horas

Tabla 1: Mano de obra necesaria para implementación propuesta principal. Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.4. Factor movimiento

Primeramente, hay que recordar que el ingreso de insumos, materiales y herramientas para el funcionamiento de la granja se lleva a cabo por el único acceso habilitado en la región inferior frente al invernadero. Sin embargo, existe un acceso por la Calle 32 en la parte superior de la granja que está bloqueado debido a que no hay un camino marcado, existe una pendiente pronunciada y una distancia muy larga a recorrer que dificulta el traslado de insumos y herramientas hasta el invernadero. Con esta propuesta, el recorrido sería mucho menor en distancia y tiempo como se muestra en la *figura 26*. En amarillo se muestra el desplazamiento desde la entrada hasta el salón de usos múltiples y en azul el recorrido hasta el invernadero y los cultivos que son los lugares que más se usan de la huerta.

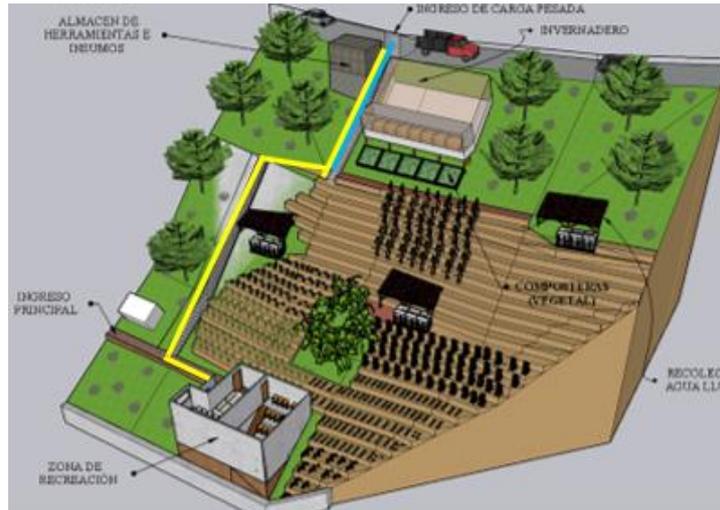


Figura 26: Diagrama de recorrido de la propuesta principal. Fuente: Sketchup

### 7.1.5. Impacto de la propuesta principal

En la *tabla 2*, se presenta la propuesta desglosada en intervenciones específicas, la oportunidad aprovechada, la debilidad o problema superado el impacto sostenible para la granja y la descripción del impacto. De esta manera se pretende dar una justificación a cada una de las decisiones tomadas para la propuesta principal presentada.

Intervención	Oportunidad Aprovechada	Debilidad o problema Superado	Impacto Sostenible	Descripción del Impacto
<b>Traslado Invernadero</b>	Relieve adecuado Cercanía a Calle 32	Alta distancia recorrida, es evidente en los diagramas de recorrido	Económico	Reducción de tiempos y costos de traslado
<b>Almacén Herramientas e Insumos</b>	Acceso superior para carga pesada	Desorganización Falta de espacio en invernadero	Económico	Reducción de tiempo para traslados Aumento de espacio en Invernadero
<b>Composteras Vegetales</b>	Residuos de cultivos y materiales orgánicos	Bajo rendimiento de cultivos Fertilizantes químicos	Económico Ambiental Social	Reducción de costos Disminución de químicos Aumento de

		Basura orgánica y aspecto desagradable		rendimientos Circularización de materiales Ingresos por venta de fertilizante orgánico
<b>Escaleras y Caminos</b>	Habilidades de construcción en pendientes	Dificultad de circulación y traslados	Económico Social	Reducción de tiempos Reducción de accidentes Aumento de eficiencia
<b>Recolectores de Agua Lluvia</b>	Altas precipitaciones Pendiente para riego por gravedad Diferencias de alturas generan presiones útiles Mayor cantidad de nutrientes en aguas de lluvias	Alto requerimiento de agua para cultivos Alto desperdicio de agua en baño	Ambiental Económico	Reducción uso agua potable Mejor agua para cultivos Menor emisión de aguas negras
<b>Zona de Recreación</b>	Espacio disponible Cercanía a la comunidad	Falta de espacio de esparcimiento Falta de un espacio cerrado	Social	Integración social Educación Esparcimiento Empleo

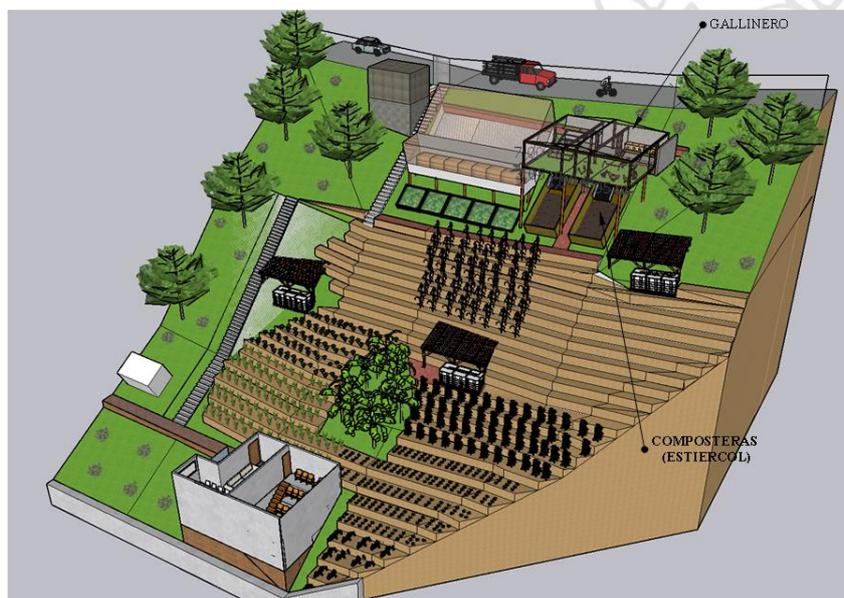
Tabla 2: Justificación de propuesta principal de distribución en planta para la granja. Fuente: Elaboración propia

Se procede a hacer la propuesta 2 y 3. Cada una mantiene la propuesta anterior exactamente como está y adiciona algo nuevo para mejorarla.

## 7.2. Propuesta 2

### 7.2.1. Factor material

La propuesta 2 considera la construcción de un gallinero de mayores dimensiones al antiguo gallinero. Estaría ubicado a la izquierda del invernadero y a su mismo nivel, tanto por nivel favorable en el terreno como también cercanía al ingreso de carga pesada y al almacén de herramientas e insumos. La *figura 27* muestra su ubicación en la granja.



*Figura 27: Distribución en planta, propuesta 2. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup*

### 7.2.2. Factor maquinaria

Como se mencionó en el factor maquinaria de la propuesta principal, la maquinaria pesada sólo sería necesaria para la construcción del almacén de insumos y herramientas y del salón de usos múltiples, procesos que estarían incluidos en esta propuesta, para la construcción del gallinero, se necesitarían herramientas que la huerta tiene actualmente.

### 7.2.3. Factor hombre

Para la implementación se deben realizar los mismos procesos de la propuesta principal y además el de la construcción del gallinero y compostera, cada proceso tendrá una duración como se observa en la *tabla 3*.

PROCESO	CANTIDAD DE PERSONAS	DURACIÓN
Desmontaje actual del invernadero	2	4 horas
Limpieza del terreno del invernadero	1	8 horas
Nuevo montaje del invernadero	2	12 horas
Limpieza y preparación del terreno para la construcción del almacén de herramientas e insumos	1	4 horas
Construcción del almacén de herramientas e insumos	-	-
Apertura de la cerca actual	1	2 horas
Montaje de puerta	1	2 horas
Limpieza del terreno de las escaleras	1	2 horas
Calado del terreno de las escaleras	2	8 horas
Construcción de las escaleras	2	20 horas
Limpieza y allanado del terreno para los caminos de intergranja	1	4 horas
Construcción de los caminos de intergranja	2	4 horas
Limpieza y preparación del terreno para instalación de recolectores de agua lluvia	2	4 horas
Instalación de recolectores de agua lluvia	2	9 horas
Construcción del salón de usos múltiples	-	-
Instalación de composteras vegetales	2	8 horas
Instalación de gallineros y composteras	2	24 horas

Tabla 3: Mano de obra necesaria para implementación propuesta 2. Fuente: Elaboración propia

#### 7.2.4. Factor movimiento

Como se observa en la *gráfica 28*, el desplazamiento para ingresar a la huerta disminuiría considerablemente al actual, ya que esta propuesta es una variación de la principal, el recorrido hacia el salón de usos múltiples y el invernadero está marcado en amarillo y azul

respectivamente, y en rojo se muestra el recorrido desde la entrada hasta el gallinero. En la parte de atrás de éste, hay un camino por el que se puede transitar como se evidencia la *gráfica x*.

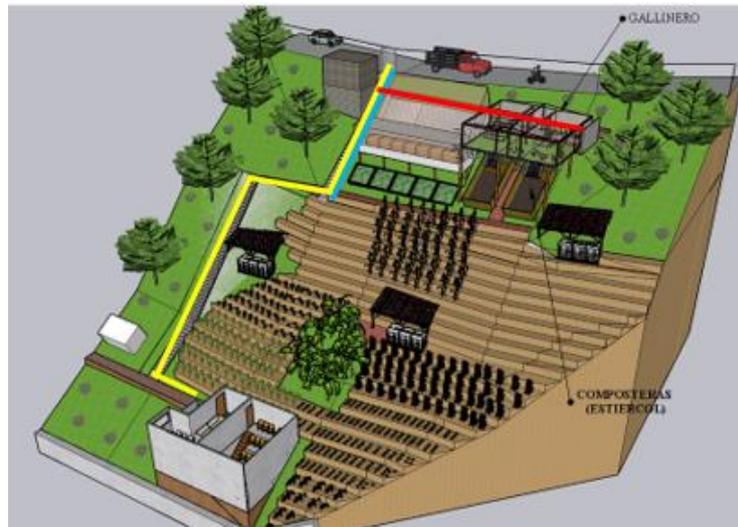


Figura 28: Diagrama de recorrido de la propuesta principal. Fuente: Sketchup

En la *figura 29*, podemos ver como se aprovecha el desnivel del terreno para crear dos rampas inclinadas que descargan el estiércol sobre unos contenedores donde posteriormente se llevara a cabo el proceso de compost.

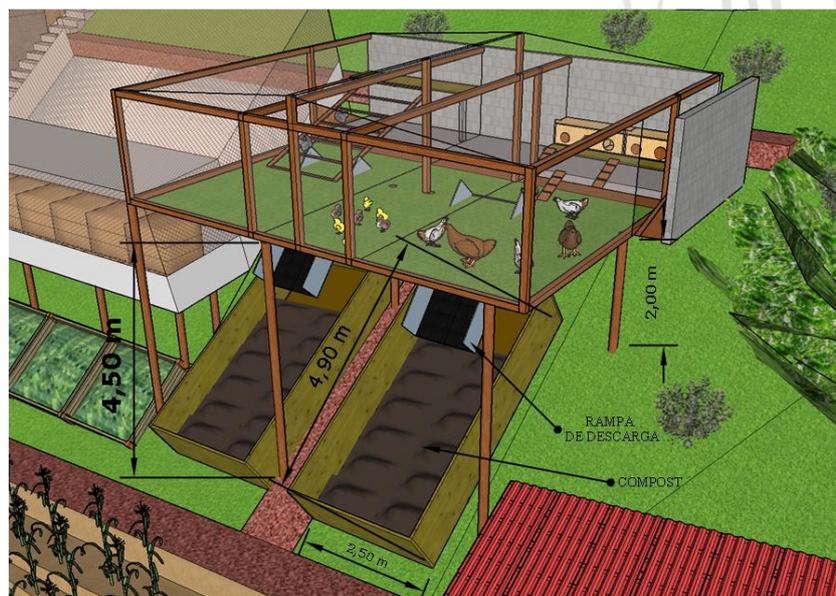
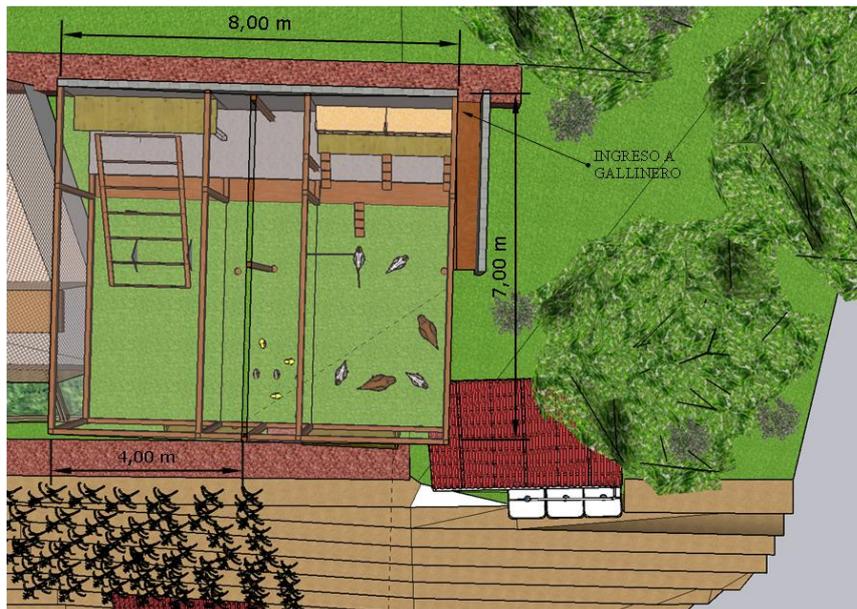


Figura 29: Gallinero. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup

La *figura 30* muestra una vista en planta con las dimensiones principales del gallinero.



*Figura 30: Gallinero. Vista en planta. Fuente: Sketchup*

#### **7.2.5. Impacto de la propuesta 2**

El gallinero es un elemento que si se sabe aprovechar podría tener un impacto en las tres esferas de la sostenibilidad. Por un lado, la reducción de costos por disponer de pollos y huevos en la huerta para consumo y potenciales ingresos por ventas a vecinos cuando la oferta supere la demanda. Por otro lado, el estiércol de gallina (gallinazo) tiene un alto valor nutricional que está bien cotizado en el mercado, ya que es valorado como un fertilizante con alto contenido de nutrientes para el suelo como lo son nitrógeno, fósforo y potasio. Incluso, este fertilizante es más concentrado en nutrientes que el estiércol de vaca. Entre algunas de las ventajas de la gallinaza frente a los abonos de origen químico se encuentran: un mejor intercambio y asimilación con el cultivo, ablanda y enriquece los suelos duros y favorece la retención del calor en la tierra por más tiempo (ECOPORTAL, 2018). Así, no solo sería útil como fertilizante en los cultivos de la granja, sino también una fuente potencial de ingreso que apoyen la amortización futura de las inversiones necesarias para el propio gallinero y otros elementos de la granja.

Por otro lado, se tiene un impacto ambiental ya que se reduce la utilización de fertilizantes químicos, sobre la tierra, y no se desperdicia la biomasa disponible en la gallinaza, lo que se traduce en una eficiencia en la utilización de los recursos de la naturaleza.

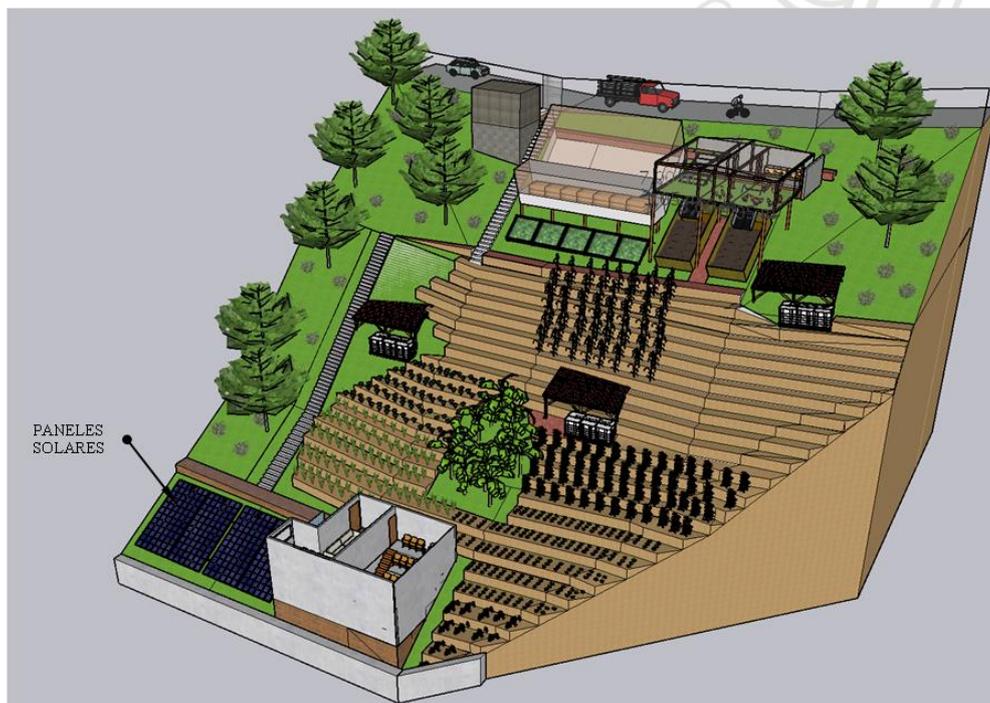
Al mismo tiempo se tiene un impacto social positivo, ya que, la construcción y mantenimiento del gallinero, así como también la comercialización de huevos, pollos y

fertilizantes crean una dinámica de trabajo entre los jóvenes y adultos con experiencia, lo cual favorece al aprendizaje colectivo y dan una motivación y sentido del trabajo y pertenencia en el lugar en el que habitan; esto tiene un impacto directo en la disminución del tiempo de ocio que podría llevar a los jóvenes al consumo de estupefacientes o criminalidad.

### 7.3. Propuesta 3

#### 7.3.1. Factor material

Por último, la propuesta 3 agrega a la propuesta 2, la adecuación de 2 paneles solares en la región inferior de la granja como se muestra en la *figura 31*. Posicionados estratégicamente en orientación oeste para una buena captación de energía solar desde el mediodía. Además, se ocupa un espacio que se encontraba sin uso y se posicionan cerca de la zona de recreación para la alimentación eléctrica de las luminarias y equipos que puedan utilizarse dentro de este espacio.



*Figura 31: Distribución en planta, propuesta 3. Vista Isométrica. Fuente: Sketchup*

La *figura 32* muestra que, según las dimensiones, se tiene unos 50 metros cuadrados de células fotovoltaicas para la captación de energía solar. Si tenemos en cuenta que con un panel solar comercial de 2 metros cuadrados con un rendimiento promedio (18 %) se obtienen unos 350 Watts, con 50 metros instalados se podrían tener 8,75 kW; en una vivienda

media se instalan un 5, 75 kW, así que esta potencia estaría sobrada para la zona de recreación y podría incluso alimentar casas aledañas a la granja.



Figura 32: Paneles Solares. Fuente: Sketchup

### 7.3.2. Factor maquinaria

Igual que en las dos propuestas anteriores, la maquinaria pesada sería usada para la construcción del salón de usos múltiples y del almacén de herramientas e insumos y esto estaría incluido en el costo de la construcción por m<sup>2</sup>, igual que la mano de obra. Para hacer la instalación de los paneles solares no se necesita maquinaria, sólo preparar el terreno con herramientas de las que la huerta dispone actualmente.

### 7.3.3. Factor hombre

Para la implementación se deben realizar los mismos procesos de las propuestas anteriores y además el de la instalación de los paneles solares, cada proceso tendrá una duración como se observa en la *tabla 4*.

PROCESO	CANTIDAD DE PERSONAS	DURACIÓN
Desmontaje actual del invernadero	2	4 horas
Limpieza del terreno del invernadero	1	8 horas

Nuevo montaje del invernadero	2	12 horas
Limpieza y preparación del terreno para la construcción del almacén de herramientas e insumos	1	4 horas
Construcción del almacén de herramientas e insumos	-	-
Apertura de la cerca actual	1	2 horas
Montaje de puerta	1	2 horas
Limpieza del terreno de las escaleras	1	2 horas
Calado del terreno de las escaleras	2	8 horas
Construcción de las escaleras	2	20 horas
Limpieza y allanado del terreno para los caminos de intergranja	1	4 horas
Construcción de los caminos de intergranja	2	4 horas
Limpieza y preparación del terreno para instalación de recolectores de agua lluvia	2	4 horas
Instalación de recolectores de agua lluvia	2	9 horas
Construcción del salón de usos múltiples	-	-
Instalación de composteras vegetales	2	8 horas
Instalación de gallineros y composteras	2	24 horas
Instalación paneles solares	2	2 horas

Tabla 4: Mano de obra necesaria para implementación propuesta 3. Fuente: Elaboración propia

#### 7.3.4. Impacto de la propuesta 3

Esta propuesta tiene un impacto económico debido a la reducción de costos de energía eléctrica y un impacto ambiental por utilización de una energía alternativa.

#### 7.4. Diagrama flujo de procesos

Existen dos cadenas productivas principales dentro del huerto, la de cultivos y la del gallinero. El proceso productivo completo de cada cadena recibe (para su funcionamiento) materiales y materia que son el desperdicio de otros procesos y actividades dentro de la granja y lo relacionado a ella. Al mismo tiempo, estos dos procesos principales generan

productos primarios para su consumo y comercialización, así como también residuos que se procesan y reingresan a los procesos.

En el caso del proceso productivo del gallinero existen dos inputs, el agua de lluvia para la hidratación de las gallinas y residuos domésticos orgánicos de la comunidad aptos para el consumo de las gallinas. Este proceso tiene como output el estiércol de gallina que posteriormente se utilizará como fertilizante para los cultivos locales y venta.

Para el proceso productivo de los cultivos también existen dos inputs, agua de lluvia para el riego de cultivos y fertilizante orgánico. Los outputs de este proceso son los cultivos aptos para la venta y el consumo y cultivos no aptos para el consumo junto con los residuos orgánicos de este proceso se utilizan posteriormente en un proceso de compostaje para la elaboración de fertilizante, el cual será utilizado para aumentar el rendimiento de los cultivos.

En la *ilustración 12*, puede verse como los residuos domésticos locales y el agua de lluvia son la materia prima que soportan el funcionamiento de los procesos productivos principales. De esta manera se reduce la utilización de materia prima virgen

Por otro lado, los residuos de estos procesos productivos principales se reutilizan en la elaboración de fertilizantes útiles para reingresarlos a los procesos originales, logrando reducir la emisión de estos residuos al medio ambiente.

En el diagrama de flujo de procesos mostrados en la *ilustración 12*, puede observarse lo explicado anteriormente.

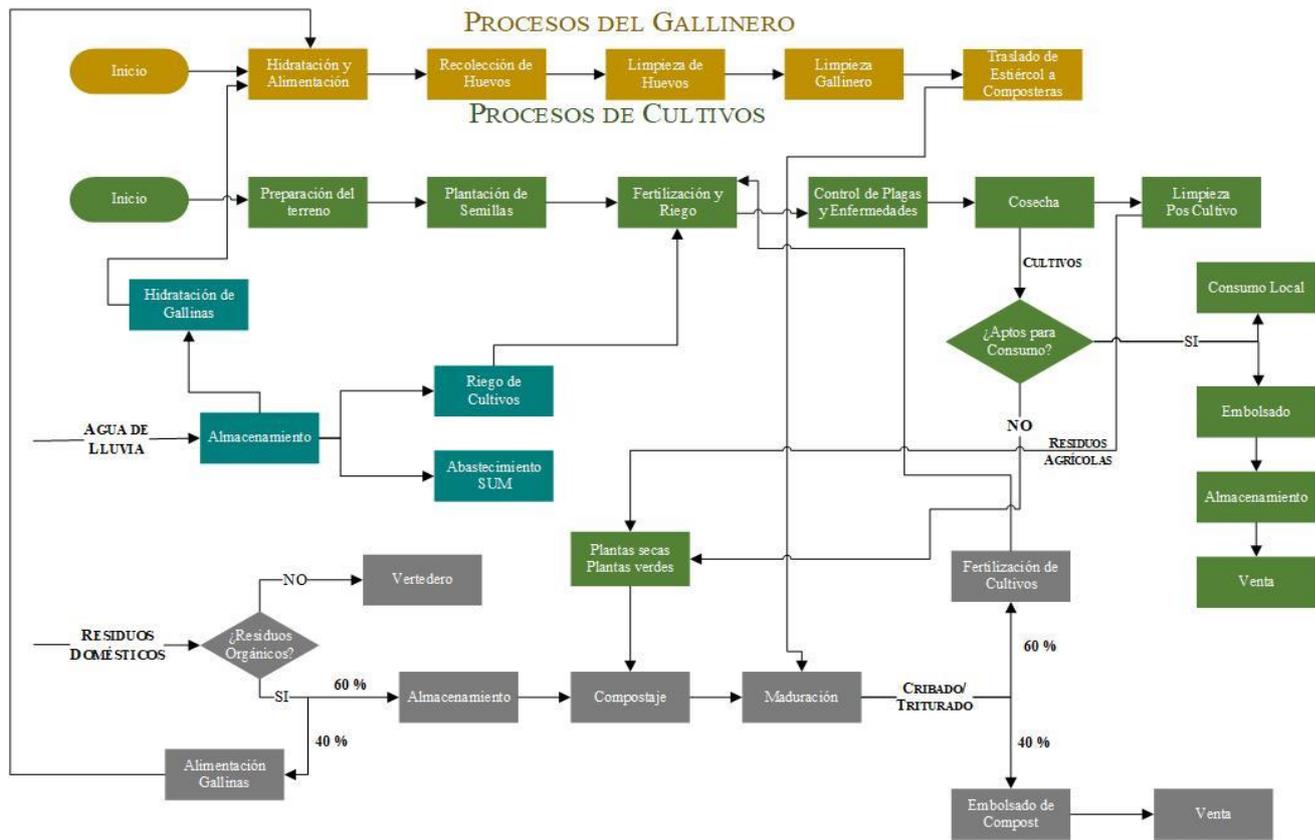


Ilustración 12: Diagrama de procesos. Fuente: Elaboración propia

## 8. ESTUDIO ECONÓMICO

### 8.1. Presupuesto de inversiones

El presupuesto de inversiones se lleva a cabo con el objetivo principal de que este proyecto pueda ser evaluado por la alcaldía de Bello y determinar su viabilidad respecto al desarrollo sostenible que se espera de estas áreas de la ciudad, y partir de aquí decidir si es posible llevar desplegar un proyecto de este tipo.

Para llevar a cabo el presupuesto de inversiones se revisaron los precios de mercado promedio de mano de obra de construcción y metro cuadrado terminado en Bello acorde al tipo de construcción propuesta en el Lay Out. Elementos como los recolectores de agua fueron tomados los valores de cada uno de sus materiales por separado para lograr una mayor precisión del valor final del equipo. En el caso de paneles solares se consultaron valores comerciales en páginas como Mercado Libre Colombia donde aparecen kits comerciales completos y sus especificaciones de potencia e instalación entre otros. Para el invernadero se tuvo en cuenta principalmente el traslado, ya que está montado actualmente en la Granja.

#### 8.1.1. Presupuesto de inversiones propuesta principal

La propuesta principal incluye procesos y compra de materiales que requieren una inversión. En la *tabla 5* se muestra desglosado cada uno con su respectivo precio y el valor total tanto del proceso a realizar como de la propuesta. Tener en cuenta que, para el costo de mano de obra, se sumaron las horas de cada operario en los procesos en los que era necesario más de uno para obtener el total de la inversión.

PRESUPUESTO DE INVERSIONES PROPUESTA PRINCIPAL (Sup. 1655 m <sup>2</sup> )						
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub total	Costo parcial
<b>TRASLADO INVERNADERO</b>						
1	Desmontaje actual invernadero	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>875.000</b>
2	Limpieza del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
3	Nuevo montaje	24	hs.	COP 20.000	<b>COP 480.000</b>	
4	Pilares madera	10	m	COP 7.500	<b>COP 75.000</b>	

<b>ALMACEN HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>						
5	Limpieza y preparación del terreno	4	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>6.080.000</b>
6	Construcción (de piso a techo)	12	m2	COP 500.000	<b>COP 6.000.000</b>	
<b>PUERTA ACCESO CARGA PESADA</b>						
7	Apertura en cerca actual	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>180.000</b>
8	Puerta de madera	1	m2	COP 100.000	<b>COP 100.000</b>	
9	Montaje	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	
<b>ESCALERAS</b>						
10	Limpieza terreno	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>2.360.000</b>
11	Calado de terreno	16	hs.	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
12	Hormigón	5	m3	COP 240.000	<b>COP 1.200.000</b>	
13	Construcción	40	hs.	COP 20.000	<b>COP 800.000</b>	
<b>CAMINOS DE INTERGRANJA</b>						
14	Limpieza y allanado del terreno	4,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>740.000</b>
15	Piedras de relleno	5,00	m3	COP 100.000	<b>COP 500.000</b>	
16	Construcción	8,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>						
17	Limpieza y preparación del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>5.400.000</b>
18	Tanques	9	un	COP 250.000	<b>COP 2.250.000</b>	
19	Chapa zinc	45	m2	COP 25.000	<b>COP 1.125.000</b>	
20	Caño PVC reforzado	9	m	COP 15.000	<b>COP 135.000</b>	
21	Perfiles madera 10 x 10 cm	35	m	COP 7.000	<b>COP 245.000</b>	
22	Perfiles madera 13 x 4 cm	80	m	COP 5.000	<b>COP 400.000</b>	

23	Perfiles madera 10 x 4 cm	125	m	COP 4.000	<b>COP 500.000</b>	
24	Canaleta recolectora	15	m	COP 15.000	<b>COP 225.000</b>	
25	Instalación	18,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 360.000</b>	
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>						
26	Manguera plástica para sistema de riego 16 mm x 3000 m	1	un	COP 3.200.000	<b>COP 3.200.000</b>	<b>3.200.000</b>
<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>						
27	Construcción (de piso a techo)	48	m2	1.000.000	<b>COP 48.000.000</b>	<b>54.070.000</b>
28	Puertas madera c/marco de madera	2	un	150.000	<b>COP 300.000</b>	
29	Materiales de cañería, cableado, llaves, iluminarias y protecciones (instalación eléctrica)	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
30	Materiales de cañería, grifería y juegos de baño (instalación sanitaria)	1	un	1.000.000	<b>COP 1.000.000</b>	
31	Mesa espacio educativo	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
32	Sillas espacio educativo	12	un	70.000	<b>COP 840.000</b>	
33	Sofá o sillas área de lectura o descanso	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
34	Tablero área educativa	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
35	Marcadores y borrador	1	un	30.000	<b>COP 30.000</b>	
36	Sillas cine	18	un	150.000	<b>COP 2.700.000</b>	
37	Pantalla para proyección	1	un	150.000	<b>COP 150.000</b>	
38	Mesa y sillas área de recreación externa	1	un	250.000	<b>COP 250.000</b>	
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>						
39	Madera de plywood con	35	m2	COP 25.000	<b>COP 875.000</b>	<b>1.195.000</b>

	nudos					
40	Tierra	4	m3	COP 0	<b>COP 0</b>	
41	Mano de obra instalación	16	m2	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
<b>VALOR PROPUESTA PRINCIPAL</b>					<b>COP</b>	
					<b>74.100.000</b>	

Tabla 5: Presupuesto de inversión propuesta principal. Fuente: Elaboración propia

### 8.1.2. Presupuesto de inversiones propuesta 2

La propuesta 2 incluye los mismos procesos y compra de materiales de la propuesta principal, a esta inversión se le debe agregar la construcción del gallinero y compostera. En la *tabla 6* se muestra desglosado cada uno con su respectivo precio y el valor total tanto del proceso a realizar como de la propuesta. Tener en cuenta que, para el costo de mano de obra, se sumaron las horas de cada operario en los procesos en los que era necesario más de uno para obtener el total de la inversión.

PRESUPUESTO DE INVERSIONES PROPUESTA 2 (Sup. 1655 m <sup>2</sup> )						
Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Sub total	Costo parcial
<b>TRASLADO INVERNADERO</b>						
1	Desmontaje actual invernadero	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>875.000</b>
2	Limpieza del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
3	Nuevo montaje	24	hs.	COP 20.000	<b>COP 480.000</b>	
4	Pilares madera	10	m	COP 7.500	<b>COP 75.000</b>	
<b>ALMACEN HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>						
5	Limpieza y preparación del terreno	4	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>6.080.000</b>
6	Construcción (de piso a techo)	12	m2	COP 500.000	<b>COP 6.000.000</b>	
<b>PUERTA ACCESO CARGA PESADA</b>						
7	Apertura en cerca actual	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>180.000</b>

8	Puerta de madera	1	m2	COP 100.000	<b>COP 100.000</b>	
9	Montaje	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	
<b>ESCALERAS</b>						
10	Limpieza terreno	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>2.360.000</b>
11	Calado de terreno	16	hs.	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
12	Hormigón	5	m3	COP 240.000	<b>COP 1.200.000</b>	
13	Construcción	40	hs.	COP 20.000	<b>COP 800.000</b>	
<b>CAMINOS DE INTERGRANJA</b>						
14	Limpieza y allanado del terreno	4,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>740.000</b>
15	Piedras de relleno	5,00	m3	COP 100.000	<b>COP 500.000</b>	
16	Construcción	8,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>						
17	Limpieza y preparación del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>5.400.000</b>
18	Tanques	9	un	COP 250.000	<b>COP 2.250.000</b>	
19	Chapa zinc	45	m2	COP 25.000	<b>COP 1.125.000</b>	
20	Caño PVC reforzado	9	m	COP 15.000	<b>COP 135.000</b>	
21	Perfiles madera 10 x 10 cm	35	m	COP 7.000	<b>COP 245.000</b>	
22	Perfiles madera 13 x 4 cm	80	m	COP 5.000	<b>COP 400.000</b>	
23	Perfiles madera 10 x 4 cm	125	m	COP 4.000	<b>COP 500.000</b>	
24	Canaleta recolectora	15	m	COP 15.000	<b>COP 225.000</b>	
25	Instalación	18,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 360.000</b>	
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>						
26	Manguera plástica para sistema de riego 16 mm x 3000 m	1	un	COP 3.200.000	<b>COP 3.200.000</b>	<b>3.200.000</b>

<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>						
27	Construcción (de piso a techo)	48	m2	1.000.000	<b>COP 48.000.000</b>	<b>54.070.000</b>
28	Puertas madera c/marco de madera	2	un	150.000	<b>COP 300.000</b>	
29	Materiales de cañería, cableado, llaves, iluminarias y protecciones (instalación eléctrica)	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
30	Materiales de cañería, grifería y juegos de baño (instalación sanitaria)	1	un	1.000.000	<b>COP 1.000.000</b>	
31	Mesa espacio educativo	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
32	Sillas espacio educativo	12	un	70.000	<b>COP 840.000</b>	
33	Sofá o sillas área de lectura o descanso	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
34	Tablero área educativa	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
35	Marcadores y borrador	1	un	30.000	<b>COP 30.000</b>	
36	Sillas cine	18	un	150.000	<b>COP 2.700.000</b>	
37	Pantalla para proyección	1	un	150.000	<b>COP 150.000</b>	
38	Mesa y sillas área de recreación externa	1	un	250.000	<b>COP 250.000</b>	
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>						
39	Madera de plywood con nudos	35	m2	COP 25.000	<b>COP 875.000</b>	<b>1.195.000</b>
40	Tierra	4	m3	COP 0	<b>COP 0</b>	
41	Mano de obra instalación	16	m2	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
<b>GALLINERO Y COMPOSTERAS</b>						
42	Perfiles madera 10 x 10 cm	68	m	COP 7.000	<b>COP 476.000</b>	<b>6.447.000</b>
43	Madera para piso	56	m2	COP 30.000	<b>COP 1.680.000</b>	

44	Pared de bloque hueco	24	m2	COP 2.500	<b>COP 60.000</b>
45	Tela para gallinero	96	m2	COP 6.000	<b>COP 576.000</b>
46	Pilares de madera	20	m	COP 7.500	<b>COP 150.000</b>
47	Chapa hierro para rampas	13	m2	COP 90.000	<b>COP 1.170.000</b>
48	Madera de plywood con nudos (composteras)	55	m2	COP 25.000	<b>COP 1.375.000</b>
49	Instalación	48	hs.	COP 20.000	<b>COP 960.000</b>
<b>VALOR PROPUESTA 2</b>					<b>COP 80.547.000</b>

Tabla 6: Presupuesto de inversión propuesta 2. Fuente: Elaboración propia

### 8.1.3. Presupuesto de inversiones propuesta 3

La propuesta 3 incluye los mismos procesos y compra de materiales de las propuestas anteriores, a esta inversión se le debe agregar la instalación de los paneles solares. En la tabla 7 se muestra desglosado cada uno con su respectivo precio y el valor total tanto del proceso a realizar como de la propuesta. Tener en cuenta que, para el costo de mano de obra, se sumaron las horas de cada operario en los procesos en los que era necesario más de uno para obtener el total de la inversión.

<b>PRESUPUESTO DE INVERSIONES PROPUESTA 3 (Sup. 1655 m<sup>2</sup>)</b>						
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Sub total</b>	<b>Costo parcial</b>
<b>TRASLADO INVERNADERO</b>						
1	Desmontaje actual invernadero	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>875.000</b>
2	Limpieza del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
3	Nuevo montaje	24	hs.	COP 20.000	<b>COP 480.000</b>	
4	Pilares madera	10	m	COP 7.500	<b>COP 75.000</b>	
<b>ALMACEN HERRAMIENTAS E INSUMOS</b>						
5	Limpieza y preparación del	4	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>6.080.000</b>

	terreno					
6	Construcción (de piso a techo)	12	m2	COP 500.000	<b>COP 6.000.000</b>	
<b>PUERTA ACCESO CARGA PESADA</b>						
7	Apertura en cerca actual	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>180.000</b>
8	Puerta de madera	1	m2	COP 100.000	<b>COP 100.000</b>	
9	Montaje	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	
<b>ESCALERAS</b>						
10	Limpieza terreno	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>2.360.000</b>
11	Calado de terreno	16	hs.	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
12	Hormigón	5	m3	COP 240.000	<b>COP 1.200.000</b>	
13	Construcción	40	hs.	COP 20.000	<b>COP 800.000</b>	
<b>CAMINOS DE ITERGRANJA</b>						
14	Limpieza y allanado del terreno	4,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 80.000</b>	<b>740.000</b>
15	Piedras de relleno	5,00	m3	COP 100.000	<b>COP 500.000</b>	
16	Construcción	8,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>						
17	Limpieza y preparación del terreno	8	hs.	COP 20.000	<b>COP 160.000</b>	<b>5.400.000</b>
18	Tanques	9	un	COP 250.000	<b>COP 2.250.000</b>	
19	Chapa zinc	45	m2	COP 25.000	<b>COP 1.125.000</b>	
20	Caño PVC reforzado	9	m	COP 15.000	<b>COP 135.000</b>	
21	Perfiles madera 10 x 10 cm	35	m	COP 7.000	<b>COP 245.000</b>	
22	Perfiles madera 13 x 4 cm	80	m	COP 5.000	<b>COP 400.000</b>	
23	Perfiles madera 10 x 4 cm	125	m	COP 4.000	<b>COP 500.000</b>	

24	Canaleta recolectora	15	m	COP 15.000	<b>COP 225.000</b>	
25	Instalación	18,00	hs.	COP 20.000	<b>COP 360.000</b>	
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>						
26	Manguera plástica para sistema de riego 16 mm x 3000 m	1	un	COP 3.200.000	<b>COP 3.200.000</b>	<b>3.200.000</b>
<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>						
27	Construcción (de piso a techo)	48	m2	1.000.000	<b>COP 48.000.000</b>	<b>54.070.000</b>
28	Puertas madera c/marco de madera	2	un	150.000	<b>COP 300.000</b>	
29	Materiales de cañería, cableado, llaves, iluminarias y protecciones (instalación eléctrica)	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
30	Materiales de cañería, grifería y juegos de baño (instalación sanitaria)	1	un	1.000.000	<b>COP 1.000.000</b>	
31	Mesa espacio educativo	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
32	Sillas espacio educativo	12	un	70.000	<b>COP 840.000</b>	
33	Sofá o sillas área de lectura o descanso	1	un	300.000	<b>COP 300.000</b>	
34	Tablero área educativa	1	un	100.000	<b>COP 100.000</b>	
35	Marcadores y borrador	1	un	30.000	<b>COP 30.000</b>	
36	Sillas cine	18	un	150.000	<b>COP 2.700.000</b>	
37	Pantalla para proyección	1	un	150.000	<b>COP 150.000</b>	
38	Mesa y sillas área de recreación externa	1	un	250.000	<b>COP 250.000</b>	
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>						
39	Madera de plywood con nudos	35	m2	COP 25.000	<b>COP 875.000</b>	<b>1.195.000</b>

40	Tierra	4	m3	COP 0	<b>COP 0</b>	
41	Mano de obra instalación	16	m2	COP 20.000	<b>COP 320.000</b>	
<b>GALLINERO Y COMPOSTERAS</b>						
42	Perfiles madera 10 x 10 cm	68	m	COP 7.000	<b>COP 476.000</b>	<b>6.447.000</b>
43	Madera para piso	56	m2	COP 30.000	<b>COP 1.680.000</b>	
44	Pared de bloque hueco	24	m2	COP 2.500	<b>COP 60.000</b>	
45	Tela para gallinero	96	m2	COP 6.000	<b>COP 576.000</b>	
46	Pilares de madera	20	m	COP 7.500	<b>COP 150.000</b>	
47	Chapa hiero para rampas	13	m2	COP 90.000	<b>COP 1.170.000</b>	
48	Madera de plywood con nudos (composteras)	55	m2	COP 25.000	<b>COP 1.375.000</b>	
49	Instalación	48	hs.	COP 20.000	<b>COP 960.000</b>	
<b>PANELES SOLARES</b>						
50	Limpieza y preparación del terreno	2	hs.	COP 20.000	<b>COP 40.000</b>	<b>26.160.000</b>
51	Equipo completo	2	un	COP 13.000.000	<b>COP 26.000.000</b>	
52	Instalación	4	hs.	COP 30.000	<b>COP 120.000</b>	
<b>VALOR PROPUESTA 3</b>					<b>COP 106.707.000</b>	

Tabla 7: Presupuesto de inversión propuesta 3. Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta que la inversión sería realizada por la Alcaldía del Municipio o algún ente interesado y no por la comunidad, ningún indicador financiero aplicaría, ya que los ingresos y beneficios son recibidos por la comunidad y no por la parte que hace la inversión. En el siguiente capítulo del flujo de fondos, se explica detalladamente de donde se obtendrían estos ingresos, además de algunos egresos que se tendrían, visto desde el punto de vista de la comunidad, sería rentable ya que no solo estarían supliendo sus necesidades para el consumo propio si no que podrían vender algunos de los productos obtenidos en los procesos. También los beneficios sociales y ambientales mencionados en las propuestas, son un indicador clave.

## **8.2. Flujo de fondos (Ver Anexos 1,2 y 3)**

El flujo de fondos se construye con el objeto de visualizar los beneficios económicos que se pueden lograr a partir de las inversiones públicas que pudieran tener lugar en la Granja. De esta manera reflejar, no solo los beneficios en la esfera social y ambiental por la implementación del proyecto, sino también el motor económico que representa para la comunidad gracias a los posibles modelos de negocios que pueden implementarse.

Para construir el flujo de fondos durante todos los meses del año es necesario conocer los ingresos y egresos mensuales derivados del funcionamiento y mantenimiento de la granja. Para esto, se debe pensar en los elementos principales que forman parte de la granja y que podrían ser inductores de costos e ingresos:

- Gallinero
- Invernadero
- Composteras Vegetales
- Cultivos
- Recolectores de Lluvia
- Almacén de Herramientas e Insumos
- Salón de Usos Múltiples
- Paneles Solares

Ahora se describirán los potenciales ingresos y egresos proveniente de cada uno de los elementos nombrados anteriormente. Cabe aclarar que la inversión necesaria para la construcción de un Gallinero, instalación de recolectores de lluvia, Almacén de Herramientas e Insumos, Salón de Usos Múltiples y Paneles Solares se consideran dentro de una potencial inversión pública por parte de la Alcaldía del Municipio, ya que no es necesario construir un flujo de fondos para darse cuenta que no es viable amortizar el monto de estas inversiones con los ingresos que pudiera generar la granja teniendo en cuenta que se desea que esta sea autosostenible. Por tal motivo, los ingresos y egresos considerados son teniendo en cuenta la previa construcción e instalación de estos elementos como un proyecto de apoyo por parte de las políticas públicas.

### **8.2.1. Gallinero**

Los ingresos se producen principalmente por la venta de huevos que exceden la demanda para consumo local, a pesar de que estos son usados principalmente para el consumo

personal, también se destinará una parte para la venta y el fertilizante obtenido a partir del excremento de gallina que ha sobrado luego de la fertilización de los cultivos locales.

En relación a los egresos, se originan por:

- La energía eléctrica necesaria para el calentamiento de los nidos durante la crianza de pollitas además de iluminar el gallinero en momentos donde deben comer. En caso de disponer paneles solares, esta energía no se obtendría de la red, lo que implica un ahorro de costos.
- Alimentación de pollitos y gallinas. Además de acelga, lechuga, fríjoles y otros residuos domésticos frescos como la cáscara de papa, las gallinas necesitan un alto contenido de maíz o soja para su mantenimiento. Así que este costo debería considerarse en caso de que el maíz sembrado localmente no sea suficiente para abastecerlas.
- Las gallinas ponedoras necesitan 14 horas de luz constante para poner huevos; otra fuente de egresos en el caso de no disponer de paneles solares.
- Materiales para alojamiento de pollitos durante los primeros días implican gastos de inversión.
- Materiales para construcción interna del gallinero cuando las gallinas son adultas.
- Materiales para el mantenimiento del gallinero durante el año, como cal para pintar las paredes del gallinero, cambio de viruta, cambio de elementos dañados, etc.
- Gastos de tratamiento sanitario de las gallinas; necesitan de una vacunación en varios momentos de la crianza y adultez para mantenerlas sanas contra enfermedades como el piojo, sarna y parásitos.

### **8.2.2. Invernadero**

Los cultivos aquí obtenidos son para consumo local por lo que no se piensa aún en potenciales ingresos. Los egresos incluyen gastos de mantenimiento general del invernadero, cambio de elementos dañados, semillas, etc.

### **8.2.3. Composteras Vegetales**

Los ingresos están representados por la venta del fertilizante orgánico que excede a la demanda para mantener los cultivos locales. Los gastos incluyen costos de mantenimiento, pero son insignificantes.

#### **8.2.4. Cultivos**

En este caso, los cultivos son destinados al consumo local de las 8 familias (unas 40 personas) que tienen a cargo la granja. En caso de existir excedentes puede considerarse un modelo de negocios para la venta a los demás vecinos a un precio competitivo en comparación los productos del mercado. De todas formas, se considerarán sólo los posibles egresos derivados de la producción de cultivos, dejando abierta la posibilidad de venta de los mismos. Éstos pueden incluir, semillas, insecticidas orgánicos, etc. El fertilizante será obtenido de la mismas composteras vegetales y animales por lo cual no se considera este gasto.

#### **8.2.5. Recolectores de Lluvia**

No se generan ingresos monetarios a partir de estos dispositivos, ya que fueron pensados para el ahorro costos por un consumo preferiblemente nulo de agua de la red para el riego de cultivos y abastecimiento del baño del Salón de Usos Múltiples. Los egresos incluyen gastos de mantenimiento general y recambio de elementos dañados por el paso del tiempo.

#### **8.2.6. Almacén de Herramientas e Insumos**

Este elemento del proyecto no genera ingresos, y tampoco egresos significativos. Éstos últimos podrían estar inducidos por la adquisición de elementos de labranza de la tierra y otras herramientas necesarias para el funcionamiento de la granja, pero dado que su vida útil es relativamente alta comparada con un año los gastos no son demasiado significativos.

#### **8.2.7. Salón de Usos Múltiples**

No hay ingresos monetarios que se generen en este elemento sino más bien egresos; entre ellos encontramos gastos de mantenimiento de mobiliario e insumos para la zona de dictado de clases y recreación, entre otros. Con la instalación de recolectores de agua y paneles solares no será necesario el abastecimiento externo de agua ni de energía eléctrica.

#### **8.2.8. Paneles Solares**

Es un inductor de costo de mantenimiento que pueda necesitarse en los elementos que lo conforman para su correcto funcionamiento, como ser baterías, cables, transformadores, conexiones, etc.

### 8.3. Consideraciones a tener en cuenta de los procesos de la granja

#### 8.3.1. Consideraciones gallinero

Para brindar una mejor calidad de vida a las gallinas se considerará un espacio necesario de 1 m<sup>2</sup> para 3 gallinas. De esta manera se evita el hacinamiento, disminuyendo probabilidad de enfermedades y aumentando el rendimiento y calidad de los huevos. Con una disponibilidad de 56 m<sup>2</sup> en el gallinero propuesto, menos 6 m<sup>2</sup> que se requieren para la colocación de bebederos y nidos, quedan 50 m<sup>2</sup> útiles para el cálculo; de esta manera, se podrían criar 150 gallinas con las condiciones adecuadas para el bienestar del animal y asegurando una buena calidad de huevos. Según la página 72 del libro *El Gallinero Ecológico de Vicente García-Menacho Osset*, se necesita un gallo para 10 a 12 gallinas. Con 13 gallos se podrían tener entonces entre 130 y 156 gallinas. Se elige disponer de 137 gallinas y 13 gallos para completar las 150 permitidas en nuestro espacio. Con 10 gallinas ponedoras, bien alimentadas y cuidadas se pueden obtener ½ docena de huevos por día casi por todo el año. Por lo que, con unas 137 se podrían obtener unos 80 huevos. Considerando 1 huevo por persona diario (lo sugerido por la OMS), se necesitaría la mitad de la producción de huevos para abastecer a la comunidad, y el resto (40 huevos) se pueden utilizar para vender como huevos orgánicos. Y este dinero destinarlo al mismo mantenimiento de las gallinas u otros gastos. Vendiendo cada huevo a un promedio de 350 COP por unidad se podrían obtener 14 mil COP diarios de ingresos por venta.

TIEMPO	CANTIDAD DE ALIMENTO	OBSERVACIÓN
Cría (2 primeros meses)	2 kg por pollito (para los 2 meses)	Si se da calor, agua limpia y alimento balanceado para pollitos se tendrá asegurado un buen comienzo para futuras ponedoras.
Recría (entre el 3° y 5° mes)	7kg por pollito (para los 3 meses)	Se pueden alimentar con cereales quebrados, restos de comida, pastos, hojas de verdura y semillas cocidas de habas, arvejas, soja; hasta lombrices y otros insectos.
Postura (a partir del 5° mes)	100 gramos por día por cada gallina	Alimentos balanceados, verdeo, restos de comidas, etc. En este período comienzan a poner huevos,

		por esta razón debemos alimentar bien a las gallinas, aproximadamente 15 gr. De los 100 gr tienen que ser proteínas para producir un huevo.
--	--	---

Tabla 8: Cantidad de alimento para gallinero. Fuente: Elaboración propia

En la *tabla 8*, se expone la cantidad de alimento necesario para el gallinero, para 150 pollitos durante 2 meses se requieren 150 kg de alimento balanceado por mes en los primeros dos meses. Para el 3er, 4to y 5to mes se requieren 350 kg por mes. A partir del 6to mes se requieren 465 kg por mes para las 137 gallinas y los 13 gallos. Hasta el 5to mes inclusive será necesario comprar alimento balanceado para el buen crecimiento de los pollitos y su fácil digestión. A partir del 6to mes se alimentarán un 30 % con vegetales como acelga y lechuga, frijoles de la huerta y restos de comida para proporcionarle vitaminas y proteínas; el 70 % restante será alimento energético como el maíz.

En el caso de no disponer de paneles solares se debe considerar que una gallina ponedora necesita unos 20 kWh al año en promedio, lo que sería para el caso estudiado unos 250 kWh/mes el consumo energético. El precio del kWh en Santo Domingo para el mes de noviembre 2020 según *los informes de EPM* es de 210 COP. Se necesitarían unos 52.500 COP para el calentamiento de las gallinas por mes.

### 8.3.2. Consideraciones Fertilizante a partir de Gallinaza

Para el caso del fertilizante orgánico a partir de gallinaza se debe considerar que cada pollo produce 150 gramos de gallinaza mientras que una gallina ponedora genera 100 gramos. De esta manera entre gallos y gallinas tendríamos una producción de 22 kg/mes de gallinaza en promedio los primeros 5 meses (cría de pollitos) y luego unos 15 kg/mes en promedio. Para la preparación de abono de gallinaza se mezcla la gallinaza con pasto de corte o cualquier material vegetal picado y agua en proporción de tres partes de gallinaza, una de pasto y una de agua. Se podrían obtener unos 5 kg de abono a partir de 3 kg de gallinaza. De esta manera en los primeros 5 meses se pueden generar 37 kg/mes de abono y luego disminuiría la producción a unos 25 kg/mes de abono. Un 30 % se destina a la utilización de la huerta y el resto se vende en el mercado local a un precio promedio de 3.500 COP por kg de abono. El abono de gallinaza demora unos 6 meses en obtenerse.

### 8.3.3. Consideraciones Fertilizante Vegetal

En las cinco composteras vegetales se tiene una capacidad de unos 6 m<sup>3</sup> para la generación de abono vegetal. Se calcula que un 70 % debe ser tierra y lo demás restos orgánicos de la granja y residuos domésticos de la comunidad. Con una densidad de unos 400 kg/m<sup>3</sup> para una buena aireación, se obtendrían 2400 kg en las 5 composteras. El proceso demora unos 3 meses en promedio. Por lo que recién a partir del 3 mes se tendría la primera producción para su venta y así sucesivamente cada 3 meses durante todo el año. Un precio competitivo serían unos 3.000 COP/kg de abono. Lo que serían unos 7,2 millones COP cada 3 meses, dando un ingreso mensual promedio de 2,4 millones. Puede observarse que en estas composteras vegetales se tiene un gran potencial de ingresos si se consigue que gran parte de la comunidad deposite separe sus residuos orgánicos. Como la necesidad de residuos orgánicos es de unos 1,8 metros cúbicos lo que representa unos 1000 kg y cada persona en promedio genera 400 gramos en promedio por día, se necesita el aporte de residuos de 2500 personas. Aquí se evidencia que los residuos orgánicos del proceso de cultivo nunca serían suficientes para abastecer la producción de las composteras vegetales. Pero entonces un modelo de negocio sería comprar los residuos orgánicos a 1.500 COP por kg a los habitantes cercanos a la granja, significando un ingreso de 3000 COP por familia por día aproximadamente. Esta motivación monetaria podría ayudar a que el modelo de negocio funcione, obteniéndose una rentabilidad de 1.500 COP/kg de abono. Finalmente 3,6 millones COP cada 3 meses sería el ingreso promedio.

## CONCLUSIONES

Se propuso una distribución en planta principal y dos adicionales para el diseño de una granja autosostenible en la Granja Escuela Granizal en Santo Domingo. El objetivo que se persigue es lograr un impacto positivo económico, ambiental y social. Por lo tanto, las decisiones tomadas en las disposiciones elegidas fueron pensadas según estos ejes fundamentales.

La propuesta principal logró una disminución del movimiento de materiales y maximización en la utilización de los espacios de la granja, así como también una mayor eficiencia en la utilización de los recursos como el agua de lluvia y la biomasa. Esto impacta positivamente en los ejes económico y ambiental de la sostenibilidad. Por otro lado, la construcción de una zona de recreación genera una dinámica que cohesiona el tejido social debido a la creación de sentido de pertenencia además de un aumento de la educación y calidad de vida de la comunidad.

La segunda propuesta adiciona un gallinero de proporciones amplias, pensado para generar un flujo de ingresos que apoye las inversiones de la granja a través de la venta de fertilizante orgánico, huevos y pollos, así como también la alimentación de la comunidad local y el mejoramiento de la tierra por el alto contenido nutricional que posee el fertilizante a partir de estiércol de gallina. Esta propuesta apoya también a la conexión entre jóvenes aprendices y adultos capacitados en la construcción y mantenimiento del gallinero y la comercialización de productos del mismo; esto ayuda a emplear a jóvenes en tareas constructivas y de aprendizaje colectivo que los aleje del camino a las drogas y la criminalidad. Por lo tanto, existe un impacto social asociado a esta propuesta.

Por último, la tercera propuesta, adiciona la instalación de paneles solares para la reducción del consumo de energía eléctrica en la zona de recreación y en casas aledañas a la granja; se obtiene de esta propuesta una reducción de costos asociada y un impacto ambiental positivo debido a la utilización de una energía alternativa.

Concluimos entendiendo que una granja autosostenible se comporta como un sistema de interconexión entre la tierra, los recursos y las personas, que trata de eficientizar la utilización de los recursos de la naturaleza para lograr beneficios económicos a través de la reducción de costos asociada; beneficios ambientales por una menor actividad extractiva para la producción de alimentos y menor emisión de desechos; y beneficios sociales que surgen a partir del trabajo en equipo, el aprendizaje colectivo, sentido de pertenencia, conciencia ambiental y respeto por la naturaleza que surgen en la construcción de este tipo de proyectos

dentro de una comunidad. Esto tiene otros impactos sociales directos asociados como la creación de empleo y educación, e impactos indirectos como la reducción del consumo de drogas, eventos delictivos y criminalidad.

De acuerdo al estudio económico que se realizó para la propuesta principal de la distribución en planta para que la granja sea autosostenible (*ver anexo 1*), se evidencia que los primeros tres meses presentan flujos de cajas cada vez más negativos debido a que la única fuente de ingresos de la granja son las composteras, las que comienzan a producir recién en abril, luego julio y por último en octubre. Son los 3 saltos que se dan por la venta de los 2500 kg de compost al mercado. Existe una altísima dependencia de este modelo de negocio para mantener los gastos en el tiempo y lograr unos 5 millones de ahorros para futuras inversiones. En caso de no vender la totalidad del compost generado, el periodo para empezar a evidenciar ganancias se puede extender hasta los 6 meses, lo que pondría en riesgo la economía de las familias encargadas de la granja. Además de existir un riesgo de pagar los costos por adquisición de residuos orgánicos para compost y luego no poder vender la totalidad producida. Se debe estudiar en detalle esta propuesta si se fuese a implementar.

En el flujo de caja de la propuesta 2 (*Ver anexo 2*), el aumento de pérdidas no es tan abrupto en los primeros 3 meses ya que en esta propuesta se cuenta con los ingresos provenientes de la venta de huevos. A partir de abril se evidencia un crecimiento que será escalonado luego en julio y en octubre debido a la venta de abono vegetal, pero además se tiene el apoyo de la venta de abono de gallinazo que diversifica el riesgo en dos modelos de negocios para fertilizantes y el apoyo por la venta de huevos. En esta propuesta se tienen 3 fuentes de ingresos que hacen frente a los costos fijos de funcionamiento y mantenimiento de la granja, disminuyendo el riesgo, aumentando los ingresos y dando un ahorro a fin de año más prometedor para futuras inversiones.

En la propuesta 3, se evidencia que los saldos negativos son menores en los primeros 3 meses, habiendo un aumento escalonado de los saldos positivos a partir de abril, luego en julio y por último en septiembre (*Ver anexo 3*). Es el mismo comportamiento de la propuesta 2, solo que aquí ya no debemos afrontar los costos energéticos del gallinero ni del Salón de Usos Múltiples ya que los paneles solares instalados tienen una capacidad de generación que excede incluso la demanda de estos lugares. Esta propuesta tiene, además, la posibilidad de plantear a futuro un modelo de negocio para venta de energía a nivel local o un costo muy bajo y accesible para los vecinos que aumente aún más los ingresos de la granja. Como se

observa en la gráfica, la capacidad de ahorro para final de año es de unos 8 millones de pesos, lo que convierte a esta propuesta en una de las más prometedoras para dar a la granja unas capacidades de supervivencia mucho mayores en el tiempo, así como también lograr aumentar los ingresos y de las familias que forman parte de la zona.

Cabe resaltar la labor que ha hecho la lideresa Gloria Bustamante, quien se ha encargado de conseguir el apoyo necesario para el desarrollo de la huerta, integrando niños, jóvenes y personas de la tercera edad, realizando actividades que han beneficiado a la comunidad. Gracias a ella, entidades, instituciones y fundaciones han aportado considerablemente a este proyecto.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M y Nicholls, C., Alan Chalmers, P. F., Sanmartín, J., Chalmers, A. F., Introductoria, N., La, S., La, N. D. E., Agroecolog, L., & Guzm, S. (2000). Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Diario de Campo*, 1–16.
- FAO. (2011). *Ahorrar para crecer: guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de*. Food & Agriculture Organi.
- FAO. (2014). Manual técnico para la implementación de huertas periurbanas. *Sistematización de La Experiencia de Fortalecimiento de Las Cadenas Productivas de La Agricultura Familiar En Zonas Periurbanas Del Departamento Central de Paraguay*.
- FAO. (2020a). *Alimentación y agricultura sostenibles | Antecedentes*.
- FAO. (2020b). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Ferguson, R. S., & Lovell, S. T. (2014). Permaculture for agroecology: Design, movement, practice, and worldview. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 34(2), 251–274. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0181-6>
- GÓMEZ, J. N. (2014). AGRICULTURA URBANA EN AMÉRICA LATINA Y COLOMBIA: PERSPECTIVAS Y ELEMENTOS AGRONÓMICOS DIFERENCIADORES. *Implementation Science*. <https://doi.org/10.4324/9781315853178>
- Gomez, M. (2014). Agricultura familiar y huertos urbanos. *Ambienta*, 107.
- Gonzalez, M., & Murphy, C. (2001). Urban Agriculture in the City of Havana: A Popular Response to a Crisis. *Growing Cities, Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda*.
- Humboldt, A. (2012). Seminario Internacional de Agricultura Urbana y Periurbana. In *VI Congreso de Agricultura Tropical*.
- Ramírez, B. (2014). *Agricultura Urbana Y Huertas Familiares: Propuesta De Desarrollo Y Tejido Social En El Asentamiento Poblacional Esfuerzos De Paz I De La Comuna 8 De Medellín*.

Ramos, A. K., & Larreamendy, V. A. (2015). Viabilización huertas urbanas en la UPZ San Cristóbal Norte parte Oriental. *Facultad de Ciencias Jurídicas Políticas y Económicas*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Sanchez, L., & Andrea, J. (2008). *Agricultura Urbana En Bogotá: Implicaciones En La Construcción De Una Ciudad Sustentable*.

(s.f.).

Ríos Ortíz, E. L. (2014). *Diseño de Sistemas Productivos*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Gonzales Valdéz, L. A., & Munayco Hernandez, P. G. (2014). *Análisis y diseño de sistema de mejora continua en la empresa Bill Jim Sport mediante la metodología PHVA*. Recuperado el Abril de 2020, de [https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20141\\_8.pdf](https://www.usmp.edu.pe/PFII/pdf/20141_8.pdf)

Krick, E. V. (1982). *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería*. México: Limusa.

Muther, R. (1970). En *Distribución en planta* (págs. 15-18). España: Hispano Europea.

Rodríguez, J. M. (2012). El método científico de toma de decisiones. *IEEM Revista de Negocios*, 44-50.

Giraldo Agudelo, L., Rodriguez Gómez, J., & Brand Monsalve, E. G. (2017). Demographic characterization of people displaced at Vereda Granizal in Bello Municipality, Antioquia. *Espacio*, 8.

Giraldo Giraldo, S. (2018). *GRANJA TIPO AUTOSOSTENIBLE PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS EN LA VEREDA SAN ESTEBAN DEL MUNICIPIO DE GRANADA*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22606/1/GRANJA%20TIPO%20AUTOSOSTENIBLE%20PARA%20EL%20APROVECHAMIENTO%20DE%20RECURSOS%20EN%20LA%20VEREDA%20SAN%20ESTEBAN%20DEL%20MUNICIPIO%20DE%20GRANADA.pdf>

ECOPORTAL. (2018). *Cómo transformar gallinaza en abono orgánico*. <https://www.ecoport.net/paises/como-transformar-gallinaza-en-abono-organico/>

Weather Spark. (2020). *Clima promedio en Santo Domingo, Colombia*.  
<https://es.weatherspark.com/y/22524/Clima-promedio-en-Santo-Domingo-Colombia-durante-todo-el-año>

Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. España: Hispano Europea.

Valencia Giraldo, A. (1999). *Ejercicio de la ingeniería en Colombia y en el mundo*. ACOFI.



## ANEXOS

### *Anexo 1: Flujo de fondos de la propuesta principal*

FLUJO DE FONDOS - GRANJA ESCUELA GRANIZAL - DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PROPUESTA PRINCIPAL													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
<b>SALDO DE CAJA</b>	-COP 470.000	-COP 940.000	-COP 1.410.000	COP 1.720.000	COP 1.250.000	COP 780.000	COP 3.910.000	COP 3.440.000	COP 2.970.000	COP 6.100.000	COP 5.630.000	COP 5.160.000	COP 6.000.000
Saldo inicial de caja	COP 0												
<b>FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS</b>													
<b>INGRESOS</b>													
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>													
Cobros por venta de Fertilizante Vegetal	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 21.600.000,00
<b>TOTAL INGRESOS OPERATIVOS</b>	COP 0	COP 0	COP 0	COP 7.200.000	COP 0	COP 0	COP 7.200.000	COP 0	COP 0	COP 7.200.000	COP 0	COP 0	COP 21.600.000
<b>EGRESOS</b>													
<b>INVERNADERO</b>													
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>													
Compra de residuos orgánicos	COP 0	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 10.800.000
Mantenimiento General y traslados de material	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>CULTIVOS</b>													
Semillas	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
Protección de cultivos	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>													
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>ALMACEN DE HERRAM. E INSUMOS</b>													
Elementos de labranza	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 1.200.000
Herramientas	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>													
Insumos dictado de clases	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
Energía eléctrica	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 840.000
Insumos de recreación	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
<b>TOTAL EGRESOS OPERATIVOS</b>	COP 470.000	COP 470.000	COP 470.000	COP 4.070.000	COP 470.000	COP 470.000	COP 4.070.000	COP 470.000	COP 470.000	COP 4.070.000	COP 470.000	COP 470.000	COP 15.600.000,0

*Tabla 9: Flujo de fondos propuesta principal. Fuente: Elaboración propia.*



Ilustración 13: Saldo de caja propuesta principal. Fuente: Excel.

**Anexo 2: Flujo de fondos de la propuesta 2**

FLUJO DE FONDOS - GRANJA ESCUELA GRANIZAL - DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PROPUESTA 2														
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL	
<b>SALDO DE CAJA</b>	-COP 412.500	-COP 825.000	-COP 1.242.500	COP 1.940.000	COP 1.522.500	COP 1.690.000	COP 4.957.500	COP 4.625.000	COP 4.292.500	COP 7.560.000	COP 7.227.500	COP 7.395.000	COP 8.235.000	
Saldo inicial de caja	COP 0													
<b>INGRESOS DE EFECTIVO OPERATIVO</b>														
<b>INGRESOS</b>														
<b>GALLINERO</b>														
Ingresos por Ventas de Huevos	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	\$ 5.040.000,00
Ingresos por Venta de Abono Gallinaza	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 500.000	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 500.000	\$ 1.000.000,00
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>														
Cobros por venta de Fertilizante Vegetal	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 21.600.000,00
<b>TOTAL INGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 920.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 920.000</b>	<b>COP 27.640.000</b>	
<b>EGRESOS</b>														
<b>GALLINERO</b>														
Alimentación	COP 280.000	COP 280.000	COP 285.000	COP 285.000	COP 285.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 2.815.000
Energía eléctrica para calentamiento y luz	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 52.500	COP 630.000
Mantenimiento General	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
<b>INVERANDERO</b>														
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>														
Compra de residuos orgánicos	COP 0	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 0	COP 10.800.000
Mantenimiento General y traslados de material	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>CULTIVOS</b>														
Semillas	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
Protección de cultivos	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>														
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>ALAMACEN DE HERRAM. E INSUMOS</b>														
Elementos de labranza	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 1.200.000
Herramientas	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>														
Insumos dictado de clases	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
Energía eléctrica	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 70.000	COP 700.000
Insumos de recreación	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
<b>TOTAL EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>COP 832.500</b>	<b>COP 832.500</b>	<b>COP 837.500</b>	<b>COP 4.437.500</b>	<b>COP 837.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 4.352.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 4.352.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 752.500</b>	<b>COP 19.405.000,0</b>

Tabla 10: Flujo de fondos propuesta 2. Fuente: Elaboración propia.



*Ilustración 14: Saldo de caja propuesta 2. Fuente: Excel.*

### Anexo 3: Flujo de fondos de la propuesta 3

FLUJO DE FONDOS - GRANJA ESCUELA GRANIZAL - DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PROPUESTA 2													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
<b>SALDO DE CAJA</b>	-COP 340.000	-COP 680.000	-COP 1.025.000	COP 2.230.000	COP 1.885.000	COP 2.125.000	COP 5.465.000	COP 5.205.000	COP 4.945.000	COP 8.285.000	COP 8.025.000	COP 8.265.000	COP 8.265.000
Saldo inicial de caja	COP 0												
<b>FLUJOS DE EFECTIVO OPERATIVOS</b>													
<b>INGRESOS</b>													
<b>GALLINERO</b>													
Ingresos por Ventas de Huevos	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	COP 420.000	\$ 5.040.000,00
Ingresos por Venta de Abono Gallinaza	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 500.000	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 0	COP 500.000	\$ 1.000.000,00
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>													
Cobros por venta de Fertilizante Vegetal	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 7.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 21.600.000,00
<b>TOTAL INGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 920.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 7.620.000</b>	<b>COP 420.000</b>	<b>COP 920.000</b>	<b>COP 27.640.000</b>
<b>EGRESOS</b>													
<b>GALLINERO</b>													
Alimentación	COP 280.000	COP 280.000	COP 285.000	COP 285.000	COP 285.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 200.000	COP 2.815.000
Mantenimiento General	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
<b>INVERANDERO</b>													
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>COMPOSTERAS VEGETALES</b>													
Compra de residuos orgánicos	COP 0	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 3.600.000	COP 0	COP 0	COP 10.800.000
Mantenimiento General y traslados de material	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>CULTIVOS</b>													
Semillas	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
Protección de cultivos	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
<b>RECOLECTORES DE LLUVIA</b>													
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>ALAMACEN DE HERRAM. E INSUMOS</b>													
Elementos de labranza	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 100.000	COP 1.200.000
Herramientas	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>													
Insumos dictado de clases	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 30.000	COP 360.000
Insumos de recreación	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 20.000	COP 240.000
<b>PANELES SOLARES</b>													
Mantenimiento General	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 50.000	COP 600.000
<b>TOTAL EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>COP 760.000</b>	<b>COP 760.000</b>	<b>COP 765.000</b>	<b>COP 4.365.000</b>	<b>COP 765.000</b>	<b>COP 680.000</b>	<b>COP 4.280.000</b>	<b>COP 680.000</b>	<b>COP 680.000</b>	<b>COP 4.280.000</b>	<b>COP 680.000</b>	<b>COP 680.000</b>	<b>COP 19.375.000,0</b>

Tabla 11: Flujo de fondos propuesta 3. Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 15: Saldo de caja propuesta 3. Fuente: Excel.

***Anexo 4: Preguntas de la entrevista a Doña Gloria Bustamante***

1. ¿Cuál es su nombre y que papel tiene dentro de la comunidad?
2. ¿Cómo comenzó la huerta?
3. ¿Cómo era este espacio antes de ser una huerta?
4. ¿Qué actividades se hacen dentro de ella?
5. ¿Cuántas familias se benefician de la huerta y que función cumplen dentro de ella?
6. ¿Qué se cultiva en la huerta?
7. ¿Cómo nació el proyecto Granja Escuela Granizal?
8. ¿Qué personas y entidades participan en él aparte de las familias que cultivan?
9. ¿Qué es Salva Terra y de qué forma ha aportado a la huerta?
10. ¿Qué necesidades se identifican dentro de la Granja Escuela Granizal?
11. ¿Cómo considera usted que se pueden suplir esas necesidades?
12. Si se implementaran las mejoras que se han pensado, ¿Cuántas personas podrían beneficiarse de ellas?