

LA INGENIERÍA CONCURRENTE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E  
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS HIDROPÓNICOS EN TEJADOS Y TERRAZAS  
VERDES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN VILLANUEVA CASANARE

CASTRO MORENO AURA CRISTINA

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA  
FACULTA DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ COLOMBIA

2017

LA INGENIERÍA CONCURRENTE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E  
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS HIDROPÓNICOS EN TEJADOS Y TERRAZAS  
VERDES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN VILLANUEVA CASANARE

CASTRO MORENO AURA CRISTINA

Asesor del trabajo

ECHAVARRÍA SALAMANCA OSCAR OSWALDO

Trabajo de grado para optar al título como  
Profesional en Ingeniería industrial

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
BOGOTÁ COLOMBIA

2017

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

## Dedicatoria

Este trabajo de grado lo dedico a Dios y a mis padres  
A dios por darme primeramente la vida, perseverancia y fortaleza para logara alcanzar esta tan  
anhelada meta de muchas que están por venir y humildad para afrontar cada dificulta en este  
paso tan significativo en mi vida.  
A mis padres por estar siempre en cada experiencia buena y mala, para brindarme apoyo y  
fortaleza, por educarme con principios y ser una persona íntegra.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer, a mis padres por apoyarme para cumplir este sueño, también a mis profesores: Nelson Vladimir Yepes Gonzales, Alexander Reyes Moreno y Oscar Oswaldo Echavarría Salamanca, por brindarme el acompañamiento en el transcurso del desarrollo del proyecto.

## Resumen

El desarrollo de la seguridad alimentaria está dado a partir de la disponibilidad de alimentos inocuos y nutritivos que conforman las características de calidad exigidas, con ello se deben establecer nuevas técnicas y metodologías de producción para eliminar los diferentes riesgos a los que están expuestos los alimentos comúnmente, de tal forma se impulsa la sostenibilidad a partir de utilización de espacios disponibles en los hogares como en las terrazas. Los techos verdes son un método que se utiliza para lograr un impacto positivo en el medio ambiente y en las familias ya que estos proporcionan alimentos para su propio consumo.

Los Techos verdes es un proyecto que va enfocado a las comunidades de bajos recursos, se quiere lograr que al implementarlo los resultados van hacer la recolección de vegetales para el sostenimiento en donde se podrá disminuir un poco el nivel de desnutrición en las familias del municipio de Villanueva. Para esto se investigará el método más adecuado en el cual se pueda sembrar alimentos optimizando recursos, y se plantea detallar todos los requerimientos necesarios para lograr su ejecución posterior.

Al implementar las diferentes metodologías de los techos verdes (directo, indirecto, intensivo, semi-intensivo, extensivo) ayudan a que cada edificación tenga una utilización adecuada de los espacios marginales buscando en sí el mayor beneficio para la población como lo puede ser el estudio e implementación de un techo verde extensivo que desde diferentes puntos de vista es muy ventajoso ya que requiere poco mantenimiento y se realiza en lugares poco accesibles como en tejado de una vivienda sin patio o terraza. El proyecto tiene un impacto ambiental positivo sin incurrir en altos costos de materia prima y mano de obra desarrollándolo en espacios reducidos como lo son los patios, terrazas y tejados en el cual se busca y se desarrolla la metodología adecuada de techos verdes, estos ayudan a la disminución o disipación de la isla de calor que se viene acrecentando en los sectores urbanos. Es conveniente pensar en el futuro del medio ambiente y en las nuevas generaciones debido a la cantidad de consecuencias que puede traer el cambio climático como la acumulación de gases de invernadero, la isla de calor provocada por la alta tasa de construcciones que absorben el calor, un clima poco estable etc. y demás consecuencias que afectan la salud y bienestar de la población.

Para esto también se realizará un instructivo en el que se informará cada paso para la elaboración de los techos verdes para que así la población pueda implementarlos con una metodología sencilla, práctica y didáctica con un apoyo y soportado de la Universitaria Agustiniiana con el “semillero Proyecto LEGIOS”.

Palabras claves: Seguridad alimentaria, ingeniería concurrente e hidroponía, metodologías, techos verdes, consumo, complementar con el desarrollo del trabajo.

## Abstract

The development of food security is given from the availability of safe and nutritious food that make the quality characteristics required thereby must develop new techniques and production methods to eliminate the various risks to which they are exposed foods commonly, so sustainability is driven from use of spaces available in homes and on the terraces. Green roofs are a method used to make a positive impact on the environment and families as these provide food their own consumption.

Green roofs is a project which is focused on the low-income communities in this is to ensure that the implement the results will make harvesting of plants to sustain them where they may slightly lower the level of malnutrition in families in the municipality of Villanueva. For this the most appropriate method in which to grow food optimizing resources will be investigated, and raises detail all the necessary requirements to achieve later execution by implementing different methodologies (direct, indirect, intensive, semi- intensive, extensive) green roofs help each building has a proper use of marginal spaces seeking itself the greatest benefit for the population as may be the study and implementation of an extensive green roof from different points of view is very advantageous because it requires little maintenance and is done in inaccessible places such as roof of a house without patio or terrace. The project has a positive environmental impact without incurring high cost of raw materials and labor to develop it in small as are patios, terraces and roofs which is sought and the appropriate methodology of green roofs develop, these spaces help the decrease or dissipation of heat island that has been increasing in urban areas. It is convenient to think of the future of the environment and future generations due to the amount of consequences that can bring climate change as the accumulation of greenhouse gases, the heat island caused by a climate unstable etc. And other consequences that affect the health and welfare of the population.

For this an instruction in which each step in the development of green roofs be informed so that people can implement a simple, practical and teaching methodology with support and supported the University Agustiniiana with the “hotbed Project will also be held légiós”

Keywords: Food security, concurrent engineering and hydroponics, methodologies, green roofs, consumption, complemented with the development work.

## Glosario

Hidroponía: técnica agrícola que permite producir plantas sin emplear el suelo. (GRUPO XAXENI S de R.L, s.f).

Seguridad alimentaria: existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana. (FAO, 2011).

Simultaneidad: Es la propiedad de dos o más eventos que tienen lugar al mismo tiempo y, por lo tanto, coinciden en el tiempo (en un marco de referencia). (Grupo de colaboradores , 2015).

## Contenido

Introducción .....	13
1. Identificación del problema .....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Descripción del problema .....	16
1.3 Formulación del problema .....	20
1.4 Sistematización del problema .....	20
2. Justificación .....	22
3. Objetivos .....	24
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos específicos .....	24
4. Marco referencial .....	25
4.1 Antecedentes de la investigación.....	25
4.2 Marco teórico .....	29
4.2.1 ¿Qué es el cultivo hidropónico?.....	29
4.2.2 Tipos de cultivo hidroponía. ....	30
4.2.3 Implementación de un cultivo hidropónico. ....	31
4.2.4 Cultivo orientador tejados y terrazas verdes.....	33
4.2.4 Ingeniería concurrente. ....	35
4.2.4.1 La aplicación de métodos de la Ingeniería concurrente.....	35
4.2.4.2 Etapas de la ingeniería concurrente.....	36
4.2.5 Definición de seguridad alimentaria.....	39
4.2.5.1 Teorías sobre la seguridad alimentaria.....	39
4.3 Marco conceptual.....	40
4.4 Marco legal .....	40

5. Marco metodológico .....	43
5.1 Tipo de investigación .....	43
5.2 Sistema de hipótesis .....	44
5.3 Sistemas de variables .....	44
5.4 Tamaño poblacional y muestra .....	44
5.5 Metodología utilizada .....	45
5.6 Proceso metodológico .....	46
6. Resultados de la investigación .....	49
6.1 Análisis de la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare .....	49
7. Diseño de la propuesta de cultivos hidropónicos en tejados y terrazas en Villanueva Casanare .....	56
7.1 Rendimiento .....	56
7.2 Capacidad de prueba .....	57
7.3 Fabricabilidad .....	57
7.4 Servicio .....	60
7.5 Costo .....	61
7.6 Calidad .....	61
7.7 Validación del diseño propuesto de cultivos hidropónicos en tejados y terrazas en Villanueva Casanare .....	62
7.7.1 Verificar .....	63
7.7.1 Revisar .....	63
7.7.2 Producir .....	64
7.7.3 Probar .....	65
8 Evaluación de la propuesta desde lo técnico, operativo, social y ambiental .....	67
8.1 Técnico .....	67
8.2 Operativo .....	68

8.3 Social.....	68
Nota: Autoría propia. ....	70
8.4 Ambiental.....	70
8.5 Análisis costo beneficio .....	71
8.5.1 Costo del proyecto. ....	72
8.5.2 Costo-beneficio.....	72
Conclusiones .....	77
Recomendaciones .....	78
Referencias.....	79
Lista de tablas .....	85
Lista de figuras.....	86
Anexos .....	89

## Introducción

Se definen como Techos Verdes los jardines o zonas verdes instalados en los tejados o cubiertas de edificaciones, disminuyendo el impacto ambiental que generan todas las grandes obras o construcciones dentro de las ciudades. Los techos verdes sirven para compensar el efecto de isla de calor que se produce en las ciudades el cual es un fenómeno que se da, debido a la gran acumulación de construcciones como edificios, calles, puentes, entre otros, la reducción o desaparición de zonas verdes y la contaminación elevada lo cual genera retención de calor y un impacto ambiental negativo. Por lo tanto, se busca desarrollar una iniciativa, implementando el sistema en las diferentes edificaciones de esta comunidad

De igual forma traerá impactos positivos a la salud de los habitantes, mejora en la alimentación y dieta balanceada con productos agrícolas realizados tanto de manera tradicional, como por medio de cultivos hidropónicos y aeropónicos, mejora en la estética de las estructuras, aportes a la disminución del consumo y captación del agua, aprovechamiento de espacios marginales y aislamiento acústico. Junto con otros impactos a escala urbana como el aumento de la biodiversidad que puede apoyar la prevención de inundaciones por retención de caudales lluvia y provee de oxígeno al sector, mitigando la polución del aire.

Los Techos verdes es un proyecto que va enfocado a las comunidades de bajos recursos, se quiere lograr que al implementarlo los resultados van hacer la recolección de vegetales para el sostenimiento, en donde se podrá disminuir un poco el nivel de desnutrición en las familias del municipio de Villanueva. Para esto se investigará el método más adecuado en el cual se pueda sembrar alimentos optimizando recursos, y se plantea detallar todos los requerimientos necesarios para lograr su ejecución posterior.

El proyecto busca mejorar la calidad de vida en las familias vulnerables del municipio de Villanueva Casanare, mediante la implementación de techos verdes en el mercado, disminuyendo el impacto ambiental que generan todas las grandes obras o construcciones dentro de las ciudades. Los techos verdes sirven para compensar el efecto de isla de calor que se produce en las ciudades el cual, es un fenómeno que se da debido a la gran acumulación de construcciones como edificios, calles, puentes entre otros, y a la reducción o desaparición de zonas verdes y a la contaminación elevada.

Al implementar las diferentes metodologías de los techos verdes (directo, indirecto, intensivo, semi-intensivo, extensivo) ayudan a que cada edificación tenga una utilización adecuada de los

espacios marginales buscando en sí el mayor beneficio para la población como lo puede ser el estudio e implementación de un techo verde extensivo que desde diferentes puntos de vista es muy ventajoso ya que requiere poco mantenimiento y se realiza en lugares poco accesibles como el tejado de una vivienda sin patio o terraza.

Para esto también se realizará un instructivo en el que se informará cada paso para la elaboración de los techos verdes, para que así la población pueda implementarlos con una metodología sencilla, práctica y didáctica soportado por la Universitaria Agustiniense el “semillero LEGIOS” y su director Alexander Reyes Moreno M.B.A. En la actualidad diferentes países buscan sustituir los métodos y técnicas de cultivar por modelos más eficientes mediante una herramienta que accede a esto como la ingeniería concurrente; por medio de esta herramienta se busca instruir a las familias del municipios de Villanueva Casanare, diferentes temas que tienen que ver con la ingeniería industrial; para el diseño, construcción e implementación de sistemas hidropónicos en tejados y terrazas verdes, apoyados en la problemática de inseguridad alimentaria y problemas como: cambio climático, escasez de agua, degradación del suelo etc. Con apoyo del semillero ya mencionado y su director.

## 1. Identificación del problema

### 1.1 Antecedentes del problema

A nivel mundial un número inadmisiblemente de personas presentan un alto nivel de escasez de alimentos, para poder tener una vida saludable. Los resultados más recientes arrojan que unos 795 millones de personas de todo el mundo están subalimentados (2014-2016), (véase tabla 1).

Tabla 1.

*La subalimentación en el mundo, 1990-92 a 2014-16*

	Número (millones) de personas subalimentadas y prevalencia (%) de la subalimentación									
	1990-92		2000-02		2005-07		2010-12		2014-16*	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
<b>TODO EL MUNDO</b>	<b>1.010,6</b>	<b>18,6</b>	<b>929,6</b>	<b>14,9</b>	<b>942,3</b>	<b>14,3</b>	<b>820,7</b>	<b>11,8</b>	<b>794,6</b>	<b>10,9</b>
<b>REGIONES DESARROLLADAS</b>	<b>20,0</b>	<b>&lt; 5,0</b>	<b>21,2</b>	<b>&lt; 5,0</b>	<b>15,4</b>	<b>&lt; 5,0</b>	<b>15,7</b>	<b>&lt; 5,0</b>	<b>14,7</b>	<b>&lt; 5,0</b>
<b>REGIONES EN DESARROLLO</b>	<b>990,7</b>	<b>23,3</b>	<b>908,4</b>	<b>18,2</b>	<b>926,9</b>	<b>17,3</b>	<b>805,0</b>	<b>14,1</b>	<b>779,9</b>	<b>12,9</b>
<b>África</b>	<b>181,7</b>	<b>27,6</b>	<b>210,2</b>	<b>25,4</b>	<b>213,0</b>	<b>22,7</b>	<b>218,5</b>	<b>20,7</b>	<b>232,5</b>	<b>20,0</b>
África septentrional	6,0	< 5,0	6,6	< 5,0	7,0	< 5,0	5,1	< 5,0	4,3	< 5,0
África subsahariana	175,7	33,2	203,6	30,0	206,0	26,5	205,7	24,1	220,0	23,2
África austral	3,1	7,2	3,7	7,1	3,5	6,2	3,6	6,1	3,2	5,2
África central	24,2	33,5	42,4	44,2	47,7	43,0	53,0	41,5	58,9	41,3
África occidental	44,6	24,2	35,9	15,0	32,3	11,8	30,4	9,7	33,7	9,6
África oriental	103,9	47,2	121,6	43,1	122,5	37,8	118,7	33,7	124,2	31,5
<b>América Latina y el Caribe</b>	<b>66,1</b>	<b>14,7</b>	<b>60,4</b>	<b>11,4</b>	<b>47,1</b>	<b>8,4</b>	<b>38,3</b>	<b>6,4</b>	<b>34,3</b>	<b>5,5</b>
América Latina	58,0	13,9	52,1	10,5	38,8	7,3	31,0	5,5	26,8	< 5,0
América central	12,6	10,7	11,8	8,3	11,6	7,6	11,3	6,9	11,4	6,6
América del Sur	45,4	15,1	40,3	11,4	27,2	7,2	n.s.	< 5,0	n.s.	< 5,0
Caribe	8,1	27,0	8,2	24,4	8,3	23,5	7,3	19,8	7,5	19,8
<b>Asia</b>	<b>741,9</b>	<b>23,6</b>	<b>636,5</b>	<b>17,6</b>	<b>665,5</b>	<b>17,3</b>	<b>546,9</b>	<b>13,5</b>	<b>511,7</b>	<b>12,1</b>
Asia meridional	291,2	23,9	272,3	18,5	319,1	20,1	274,2	16,1	281,4	15,7
Asia occidental	8,2	6,4	14,0	8,6	17,2	9,3	18,4	8,8	18,9	8,4
Asia oriental	295,4	23,2	221,7	16,0	217,6	15,2	174,7	11,8	145,1	9,6
Asia sudoriental	137,5	30,6	117,6	22,3	103,2	18,3	72,5	12,1	60,5	9,6
Cáucaso y Asia central	9,6	14,1	10,9	15,3	8,4	11,3	7,1	8,9	5,8	7,0
<b>Oceanía</b>	<b>1,0</b>	<b>15,7</b>	<b>1,3</b>	<b>16,5</b>	<b>1,3</b>	<b>15,4</b>	<b>1,3</b>	<b>13,5</b>	<b>1,4</b>	<b>14,2</b>

Nota: Tomado de FOA 2015.

También se puede ver que los avances en cuanto a la seguridad alimentaria sigue siendo desigual entre diferentes regiones, en donde se ha disminuido la subalimentación mundial, a medida que pasa el tiempo se puede ver la mejora que se refleja gracias a los avances contra el hambre en el mundo (véase figura 1).

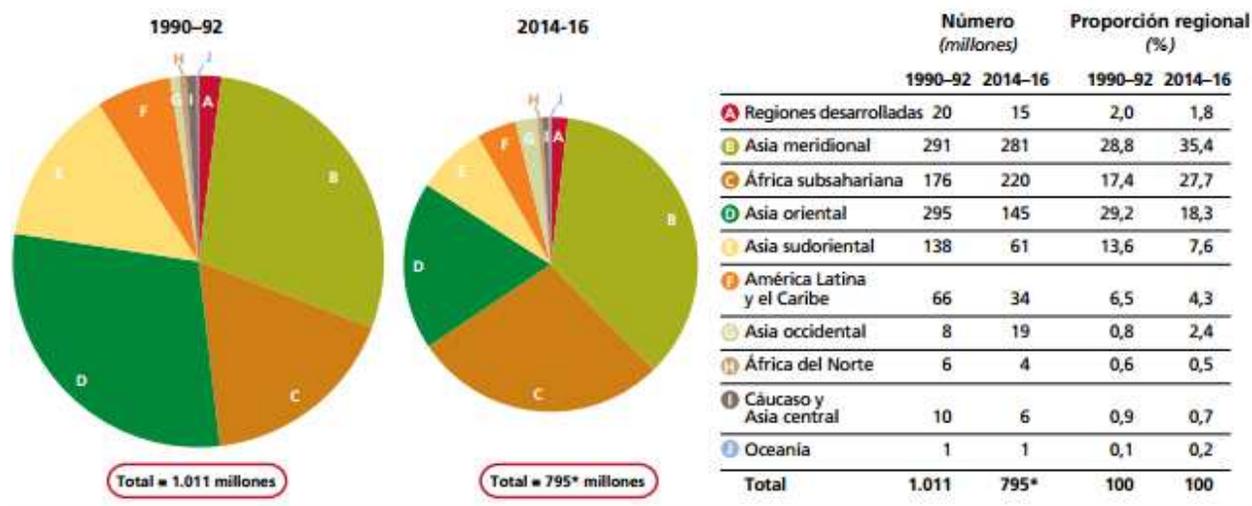


Figura 1. Evolución de la distribución del hambre en el mundo: número y proporción de personas subalimentadas por región, 1990-92 y 2014-2016. Nota: Tomado de FOA 2015.

En Colombia se viene presentando problemas de inseguridad alimentaria debido a la falta de recursos económicos dentro del núcleo familiar, por problemas ecológicos, eventos naturales, acumulación de gases de efecto invernadero.

En la (ENSIN, 2010); la Encuesta Nacional de la Situación en Colombia, pudo lograr la identificación de la prevalencia de inseguridad alimentaria en los hogares colombianos en donde se puede analizar que se incrementa en un 1,9% en comparación de la cifra que arroja la (la Encuesta Nacional de la Situación en Colombia, 2005). (véase Figura 2), esto permite que las entidades del gobierno deban tomar cartas en el asunto debido a que el incremento de cinco años es muy relevante.

## 1.2 Descripción del problema

En el departamento del Casanare a pesar de que tiene riquezas en recursos hídricos y mineros, también cuenta con extensión territorial con muchas posibilidades de producción de cultivos para el autoabastecimiento de la región. Aunque, se presenta una situación bastante preocupante de hambre que se evidencia con los datos que arrojó el estudio plan de seguridad alimentaria y nutricional de Casanare 2011-2020. (véase tabla 2); el estudio fue realizado en el año 2006; en

donde se puede ver que el 80% de la población presenta un grado de inseguridad alimentaria, y que en unos municipios es mayor que otros.

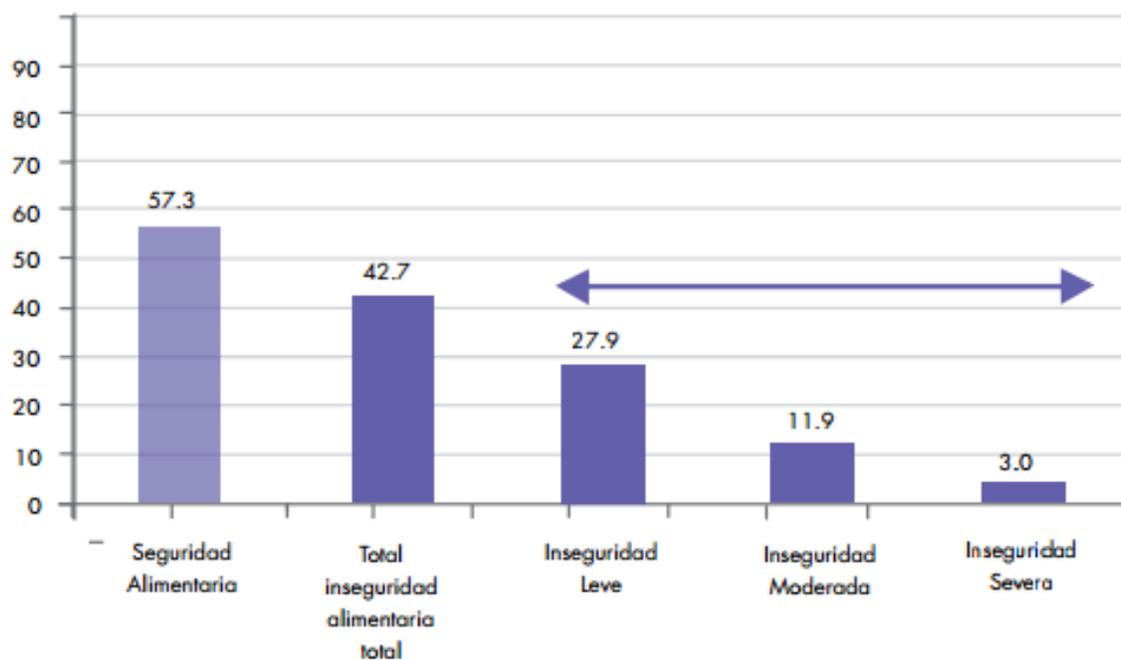


Figura 2. Prevalencia de la inseguridad alimentaria en los hogares. Nota: Tomado de (Encuesta Nacional de la Situación en Colombia) ENSIN 2010.

Todos los municipios del departamento fueron inspeccionados, arrojaron que presentan inseguridad alimentaria, pero existen casos con un nivel muy alto como el municipio de Sácama el cual presenta que el 20% de la población en inseguridad alimentaria severa, esto hace que llame la atención a las entidades gubernamentales

Tabla 2.  
Grados de inseguridad alimentaria de la población.

Municipio		SEGURID				Total
		a:seg	b:ins le	c:ins hm	d:ins hs	
Aguazul	Recuento	7	90	9		106
	% de MUN	6.6%	84.9%	8.5%		100.0%
Chameza	Recuento	8	14	2		24
	% de MUN	33.3%	58.3%	8.3%		100.0%
Hato Corozal	Recuento	10	35	5		50
	% de MUN	20.0%	70.0%	10.0%		100.0%
La Salina	Recuento	3	3	16	1	23
	% de MUN	13.0%	13.0%	69.6%	4.3%	100.0%
Mani	Recuento	11	58	7		76
	% de MUN	14.5%	76.3%	9.2%		100.0%
Monterrey	Recuento	14	63	4	1	82
	% de MUN	17.1%	76.8%	4.9%	1.2%	100.0%
Nunchia	Recuento	1	20	1		22
	% de MUN	4.5%	90.9%	4.5%		100.0%
Orocúe	Recuento	1	34	2	1	38
	% de MUN	2.6%	89.5%	5.3%	2.6%	100.0%
Paz de Ariporo	Recuento	17	80	2	2	101
	% de MUN	16.8%	79.2%	2.0%	2.0%	100.0%
Pore	Recuento	26	58	4		88
	% de MUN	29.5%	65.9%	4.5%		100.0%
Recetor	Recuento	1	16	1		18
	% de MUN	5.6%	88.9%	5.6%		100.0%
Sabana Larga	Recuento	7	41	5	1	54
	% de MUN	13.0%	75.9%	9.3%	1.9%	100.0%
Sácama	Recuento		2	21	6	29
	% de MUN		6.9%	72.4%	20.7%	100.0%
San Luis de Palenque	Recuento	9	15	3		27
	% de MUN	33.3%	55.6%	11.1%		100.0%
Támara	Recuento	12	41			53
	% de MUN	22.6%	77.4%			100.0%
Tauramena	Recuento	23	53	4	1	81
	% de MUN	28.4%	65.4%	4.9%	1.2%	100.0%
Trinidad	Recuento	17	45	11	3	76
	% de MUN	22.4%	59.2%	14.5%	3.9%	100.0%
Villanueva	Recuento	36	80			116
	% de MUN	31.0%	69.0%			100.0%
Yopal	Recuento	31	109	13	3	156
	% de MUN	19.9%	69.9%	8.3%	1.9%	100.0%
Total	Recuento	234	857	110	19	1220
	% de MUN	19.2%	70.2%	9.0%	1.6%	100.0%

a: seguridad alimentaria  
b: inseguridad leve  
c: inseguridad hambre moderada  
d: inseguridad hambre severa

Nota: Tomado de Parra, Yadira.2006

La situación de pobreza en este caso se analizó por medio del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI); el cual incluyó 5 indicadores que son: disponibilidad de agua potable, hacinamiento, calidad de la vida, capacidad económica a través del jefe del hogar y asistencia de los niños en edad escolar al sistema educativo. (Véase figura 3)

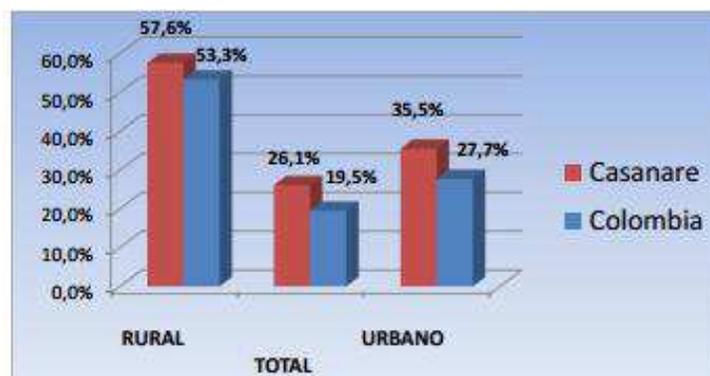


Figura 3. Prevalencia de la inseguridad alimentaria en los hogares. Nota: Tomado de “plan de seguridad alimentaria y nutricional de Casanare” con base en datos DANE, proyecciones 2010

Los resultados indican que el Casanare manifiesta una situación difícil en comparación con el nivel nacional. Se puede observar que el 35,5% de la población se encuentra con Necesidades Básicas Insatisfechas, en cambio en Colombia esta cifra se reduce al 27,7%. La situación se puede estar presentando debido al desempleo, el cual resulta ser más notoria en el Casanare que en Colombia que tiene un cifra de 12%, esto genera muchas preguntas debido a que el Casanare es el primer productor de petróleo. También se presenta insuficiente e inestable disponibilidad alimentaria e incremento de precios de alimentos, la situación problema se identifica mejor en el siguiente árbol de problema (véase figura 4).

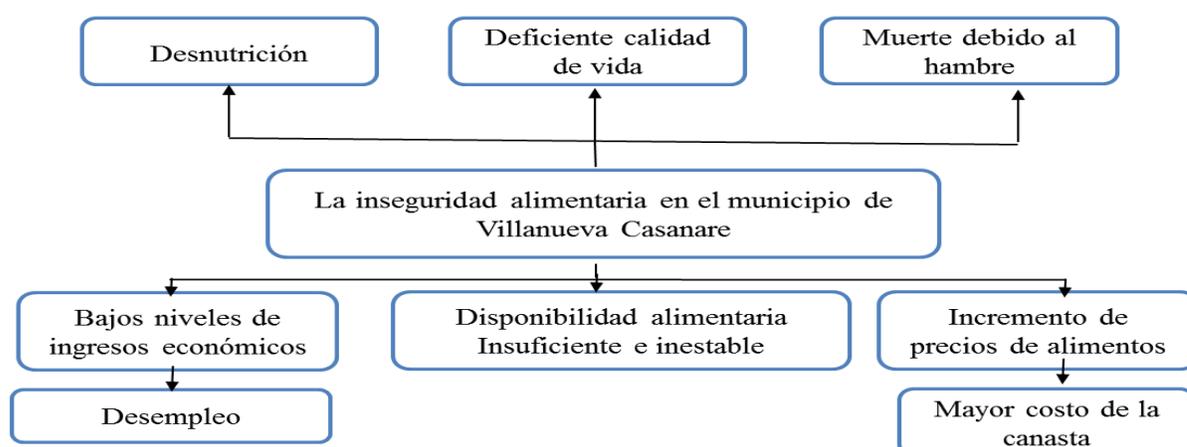


Figura 4. Análisis del problema. Nota: Autoría propia.

El índice (NBI) de necesidades básicas insatisfechas de necesidades básicas insatisfechas en el municipio de Villanueva Casanare; corresponde en el año 2005 a 33.09% el cual disminuyo notablemente en comparación con el porcentaje del año 1993 correspondiente a 45.9%. Tomado de (Clavijo; jimenez; et al., 2010).

El nivel de pobreza en el municipio de Villanueva Casanare; se hizo uso del instrumento que tiene el gobierno nacional de identificación de personas beneficiarias de subsidios y el SISBEN. El estudio fue realizado por el DANE en el año 2008. (Véase tabla 3).

Tabla 3.

*Nivel de pobreza municipio de Villanueva Casanare*

MUNICIPIO	TOTAL POBLACIÓN REGISTRADA EN EL SISBÉN	NIVEL DE POBREZA			% POBLACIÓN POBRE
		1	2	1+2	
VILLANUEVA	25.228	14.952	8.886	23.838	94,49%

Nota: Tomado de Dane 2008

Una solución a la problemática de alimentación a nivel mundial, se está dando a través de la hidroponía y aeroponía, como medios que ayudan a desarrollar cultivos donde no se puede contar con los medios necesarios para desarrollar cultivos tradicionales, ya sea por falta de espacio o por que la naturaleza no lo permite.

### 1.3 Formulación del problema

¿La implementación de cultivos hidropónicos mediante la ingeniería concurrente y la investigación acción participación (IAP) en la comunidad de Villanueva (Casanare) permiten mitigar la inseguridad alimentaria, en el marco de herramientas que posibiliten solucionar dicho problema?

### 1.4 Sistematización del problema

Teniendo en cuenta la formulación del problema se generan preguntas muy precisas las cuales son:

- ¿Cómo diseñar y mantener cultivos hidropónicos mediante ingeniería concurrente?
- ¿Qué alimentos se pueden desarrollar mediante la tecnología de cultivo hidropónico y las condiciones ambientales de la comunidad de Villanueva?
- ¿Cuáles son las características que se deberán tener en cuenta para la inocuidad de los alimentos?
- ¿Cómo implementar la filosofía de ingeniería concurrente en el diseño de cultivos hidropónicos con la metodología de techos y terrazas verdes?

## 2. Justificación

Actualmente el mundo que vivimos es muy industrializado y los seres humanos poco se preocupan por un futuro ambiental, el cual incurre en un cambio climático afectando el entorno cotidiano. Debido a esto se decidió investigar unas metodologías de implementación de techos verdes observando el diseño, planeación, ejecución y control considerando los beneficios conseguidos en sus entornos y la forma que han cultivado frutas, verduras y flores, de manera que se pueda acoplar e iniciar programas que fomenten el aseguramiento de la biodiversidad de las especies locales y se enfoquen en la forma de generar una acción de propagación de estas.

El proyecto tiene un impacto ambiental positivo sin incurrir en altos costos de materia prima y mano de obra desarrollándolo en espacios reducidos como lo son los patios, terrazas y tejados en el cual se busca y se desarrolla la metodología adecuada de techos verdes, estos ayudan a la disminución o disipación de la isla de calor que se viene acrecentando en los sectores urbanos. Es conveniente pensar en el futuro del medio ambiente y en las nuevas generaciones debido a la cantidad de consecuencias que puede traer el cambio climático como la acumulación de gases de invernadero, la isla de calor provocada por la alta tasa de construcciones que absorben el calor, un clima poco estable etc. y demás consecuencias que afectan la salud y bienestar de la población.

En Colombia actualmente presenta una migración de las zonas rurales a las ciudades por diferentes motivos, por lo cual se ve un incremento de la población urbana de manera que existe una gran preocupación por el incremento del consumo de energías no renovables y construcciones hechas en materiales que aumentan la isla de calor y generan una inestabilidad en el clima urbano y local. Ante este panorama se deben implementar proyectos los cuales mitiguen este aspecto, por esta razón hace ya unos años se implementan programas de agricultura urbana, que consiste en aprovechar espacios marginales para crear huertos en las edificaciones.

Actualmente en el país hay una cantidad reducida de proyectos en pro del cambio positivo del clima local, y la implementación y desarrollo de estos trae en si una serie de beneficios para el clima, las especies locales, la salud de los habitantes, disminución de la inseguridad alimentaria y demás.

La creación de cultivos urbanos supone una colaboración de la población en la transformación de espacios urbanos y de promoción de actividades relacionadas, con campañas comunitarias con

un enfoque como: cultivos urbanos se convierte en una ciudad de alta competencia económica, social y ambiental respecto a nuestra visión.

En una integración entre el campo y la ciudad, entre la naturaleza y la urbe, mejorando la calidad del aire disminuyendo la contaminación.

Las comunidades con un alto nivel de vulnerabilidad relacionada con este fenómeno climático, al implementar estos cultivos lo que pretenden es responder a las diferentes necesidades de los habitantes de localidades en las ciudades con un desarrollo específico en la población del municipio de Villanueva Casanare.

El enfoque de esta investigación es que la población vulnerable pueda tener un medio ambiente sano con un clima estable aportando a las especies locales generando en muchos casos el sostenimiento de su hogar propagando una mentalidad ecológica en la población urbana y así concientizar a la comunidad de que no se requiere mucho esfuerzo para mitigar los cambios climáticos.

El propósito del proyecto es generar un impacto social y ambiental para que así las familias puedan generar desarrollar y aportar a la disminución de la isla de calor generando un ambiente familiar sano libre de contaminaciones y en algunos casos una sostenibilidad alimentaria para la familia, también generar un impacto ambiental más ecológicos en su entorno.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Diseñar, construir e implementar sistemas de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes mediante la Ingeniería Concurrente orientados a la seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare.
- Desarrollar el diseño de cultivos hidropónicos en tejados y terrazas en Villanueva Casanare, mediante la filosofía de ingeniería concurrente.
- Validar el diseño propuesto de cultivos hidropónicos en tejados y terrazas en Villanueva Casanare.
- Evaluar la propuesta desde lo técnico, operativo, social y ambiental.

## 4. Marco referencial

### 4.1 Antecedentes de la investigación

Un primer trabajo de (Valbuena, 2012). Lleva por título: “implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de Honda, Tolima” se realizó un estudio en el cual se observa como los techos verdes disminuyen y ayudan a equilibrar el clima al interior y exterior de la vivienda, logrando que el clima de la vivienda disminuya de 33 grados a 32 en promedio ya que este sistema ayuda a retener la temperatura y a aislar el calor en esta región del país. Dependiendo en que horarios se realizó el muestreo como en horas de la mañana era más cálido el ambiente y en horas del mediodía donde se acostumbra a observar las temperaturas más altas y en la tarde la disminución de la temperatura del ambiente “se muestra las temperaturas del ambiente en los tres escenarios los valores del exterior y los de la zona sin techo verde son muy parecidas, aunque la temperatura del exterior fue la más baja en la hora de la mañana (6:00 a.m.) y la más alta al medio día. Los registros del techo verde estuvieron por debajo de todo casi todo el tiempo de muestreo excepto en las horas de la mañana. Los picos más altos de temperatura son al medio día donde se evidencia la mayor diferencia, o disminución de temperatura del techo verde”.

En un segundo trabajo pertenece a los estudiantes (Guerrero & Gámez, 2014). De la universidad Militar nueva Granada que tiene como título, “evaluación y pre diseño de techos verdes para la reutilización de aguas lluvias en la universidad militar nueva granada sede Bogotá”. El cual debido a la poca resistencia estructural del edificio no se puede implementar este sistema debido al peso y a la normatividad de la ciudad, se debería buscar las alternativas al uso de materiales para minimizar el peso o buscar las regiones del edificio adecuadas para este ya que las condiciones climáticas debilitan con el tiempo la estructura del edificio. El objetivo general de este trabajo fue reconocer y representar en la infraestructura de la universidad las excelentes condiciones para realizar un diseño elemental de un revestimiento verde que cumpliera con los requisitos ambientales.

En la investigación se ejecutó una metodología teniendo una secuencia de pasos los cuales fueron primero unas visitas a todas las entidades que tienen conocimiento de techos verdes y realizaron las solicitudes, una segunda parte, inspección de campo con permisión de las

directivas de la universidad y se adquirieron registros fotográficos. Este trabajo arrojó resultados no satisfactorios debido a que la resistencia estructural no estaba dada para soportar la capacidad vegetal favorecida para este tipo de cubiertas. Se llegó a la conclusión que si es posible la ejecución de captación de agua lluvia para otros fines, las estructuras de residencias, departamentos, etc. Puede tener otras funcionalidades respecto a su interacción con los recursos naturales.

Un tercer trabajo de (Minke, 2004). Quien realizó “techos verdes, planificación, ejecución, consejos prácticos”, esto podría mejorar decisivamente el clima polucionado de los países tales como (Canadá, Islandia y Escandinavia); el cual se reduciría considerablemente las variaciones de temperatura y porcentajes de humedad, el objetivo sería lograr un clima urbano, ajardinar entre 10 % y un 20 % de todas las superficies techadas, logrando así una superficie resistente en cuanto a el agua y a las raíces.

Un cuarto trabajo pertenece a la estudiante (Sánchez, 2012). De la universidad nacional autónoma de México, lleva por título: “Manual para el diseño e instalación de una azotea verde”. La ciudad urbanizada en las ciudades verdes, la normatividad es escasa a nivel internacional y aún más nacional. El objetivo general de esta investigación fue generar un documento con las bases necesarias para el diseño e instalación de una azotea verde, sin importar el tipo de estructura. La metodología que se utilizó fue para la revisión estructural, se tuvo el análisis de varios componentes como: características de los materiales, análisis de las cargas, peralte mínimo y cortante de la losa acero de refuerzo y se pudo llegar a los resultados la afectación de las edificaciones al medio ambiente, y se pudo concluir que las azoteas verdes brindan beneficios los cuales son: fiscales, ambientales, mejoramiento de la calidad del aire, regulación de la humedad estos son los de mayor importancia.

Un quinto trabajo de (Garduño, 2011). Quien realizó “Modelo de Producción de Forraje Verde Mediante Hidroponía”. La problemática que plantearon era que la población mexicana no podía autoabastecer el ganado, esto se debía a que no contaban con un forraje adecuado a sus condiciones alimentarias. El objetivo de este trabajo fue producir de manera sostenible y sustentable, un forraje (cebada y avena), a partir de la técnica de la hidroponía para satisfacer las necesidades de alimentación de ganado ovino y bovino. La metodología utilizada que se realizó fue la siguiente; sistemas suaves, un ciclo de planeación, acción y retroalimentación dicha metodología consta de 7 pasos:

1. Analizar la situación del problema
2. Expresar la situación mediante diagramas
3. Seleccionar la manera de ver la situación
4. Construir el modelo conceptual
5. Comparara los modelos conceptuales
6. Identificar cambios deseables y factibles
7. Recomendaciones para tomar acciones para mejorar

Los resultados que arrojó la investigación fueron, se cumplió con las expectativas planteadas, logrando el objetivo de producir el forraje verde con la aplicación de la hidroponía con características de crecimiento, tiempo y buena calidad. se concluyo que hubo un significado importante de ahorro en cuanto al tiempo y dinero, evitando utilizar los químicos para poder obtener natural semilla y el agua utilizada en el riego.

Un sexto trabajo pertenece a las estudiantes (Aguirre & Morera, 2014). De la pontificada universidad javeriana, quienes realizaron “Modelación Hidrológica de techos verdes productivos”. El Objetivo general de esta investigación fue implementación de techos verdes en toda el área de la (PUJB), que pudiera mitigar el escurrimiento de agua. Los problemas de manejo del agua, como son las inundaciones, inestabilidad de taludes, deslizamientos y también la carencia de los productos de consumo masivo los resultados arrojaron que el comportamiento generado solo en la cubiertas de la universidad para ver obtener la magnitud real de la mitigación de cada uno de los caudales con la implementación de los techos verdes. Los modelos que se desarrollaron en este trabajo son únicamente adaptados únicamente a la configuración de techos verdes productivos con los que cuenta la universidad Javeriana.

Un séptimo trabajo de (Ruiz, 2010). Estudiante de universidad católica popular de Risaralda, quien realizo “HYDROHOME”. Con el objetivo general de diseñar un cultivo hidropónico de albaca, cilantro y orégano, para ser ubicado en la viviendas colombianas. se plantío una un problema el cual fue el usos de fertilizantes y pesticidas químicos en la agricultura ha generado productos transgénicos, los cual puede poner en peligro la salud de las personas, tras esto ha generado preocupación a los consumidores. Los resultados obtenidos fue la selección de la mejor

alternativa muy dinámica y tiene un diseño industrial. El diseño es factible para convertirse en un proyecto piloto para cultivar todo tipo de hortalizas en un futuro.

Un octavo trabajo pertenece a (Alvarado & Solano, 2011). Estudiantes de la universidad Nueva Esparta, Venezuela; quienes realizaron “Desarrollo de un prototipo de Sistemas de Control de Aireado, Nivel de Agua, Movimiento de Nutrientes y Luz por Medio de un PLC y Control y Visualización del Tiempo Estimado para la Cosecha del Cultivo por Medio de un PIC, para Cultivos Hidropónicos de Raíz Flotante en Aplicaciones de Agricultura Familiar Urbana”. El objetivo general de esta investigación fue Desarrollar de un prototipo de Sistemas de Control de Aireado, Nivel de Agua, Movimiento de Nutrientes y Luz por Medio de un PLC y Control y Visualización del Tiempo Estimado para la Cosecha del Cultivo por Medio de un PIC, para Cultivos Hidropónicos de Raíz Flotante en Aplicaciones de Agricultura Familiar Urbana. La problemática se observó debido a que las técnicas de la hidroponía no se tenía mucho conocimiento de uso de esa tecnología, para esto se necesita el desarrollar y adaptar nuevas técnicas y avances de la hidroponía para que los productos tengan una buena calidad y en condiciones inocuas. La metodología; se realizó una investigación la cual se realizó un diagnóstico del problema, presentar una solución de carácter tecnológico y una implementación en una infraestructura tecnológica. Los resultados fueron muy factibles para la investigación a pequeño, mediano y grande escala, la hidroponía es una técnica muy práctica y sencilla debido a que no se necesita diferentes trasplantes durante el desarrollo de la plata, ahorra tiempo, productos y dinero.

Un noveno trabajo de (Zielnski, S; Garcia Collante, M. A;Vega Paternina, J.C et al, 2012). Quienes realizaron “Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Martha”. Con el Objetivo la implementación de la tecnologías de techos verdes en el sector hotelero. La problemática no solo es social y económico, sino también ambiental, Especialmente en aquellas ciudades de los países en vías de desarrollo. La metodología que se desarrollo fue por medio de información detallada información la cual fue secundaria, y estuvo complementada con información primaria esencialmente (entrevistas y encuestas). Los resultados obtenidos fueron exitosos porque se pudo lograr conocer aquellas barreras para implementar los techos verdes en el rodadero y estos son: Los factores naturales; lo cual el clima es considerado un factor crítico para el resultado exitoso de los sistemas de cubiertas verdes, factores económicos; el costo de la instalación de estos sistemas es una de las principales barreras para la

implementación a volúmenes grandes, factores psicológicos; se puede observar que la adaptación de la tecnología es causa de la falta de conocimiento por parte de profesionales que tienen relación con los edificios. Las conclusiones que se lograron ver fueron; la principal es la barrera económica las cuales son las más comunes. se logra confirmar que los techos verdes se puede utilizar como una herramienta viable y de gestión ambiental.

El décimo y último trabajo pertenece a (Cortés Torres, J.E; Mancilla López, L.P; Álvarez Uribe, M.C et al, 2007). Llevo por título: “caracterización socioeconómica y seguridad alimentaria de los hogares productores de alimentos para el autoconsumo, Antioquia – Colombia”. El cual tenía como objetivo; describir el contexto socioeconómico u de seguridad alimentaria en hogares que producen alimentos para el autoconsumo en Antioquia, Colombia. La problemática se pudo observar gracias a (Dirección Seccional de Salud De Antioquia) las cifras el cual arrojaron en el 2003 que el Departamento de Antioquia, la población rural en miseria y pobreza fue del 78,7%, y el 45,5% en la zona urbana. La investigación fue de tipo descriptiva de prevalencia se determinó una muestra representativa de hogares productores de alimentos para el autoconsumo (2004); para la recolección de la información se aplicó en cada hogar una encuesta en la cual se aplicaron variables como: demográficas y sociodemográficas. Se obtuvieron resultados como: Los hogares urbanos productores de alimentos representaron un tamaño dos veces mayor de las mujeres jefes de hogares, en comparación a el tamaño encontrado en el área rural. En conclusión la mayoría de los hogares productores para el autoconsumo el 70,0% se encuentran en inseguridad alimentaria y nutricional moderada tienen como cabeza de familia a personas que se desempeñan como jornaleros agropecuario, también se pudo concluir que la ubicación geográfica un factor que influye en la inseguridad alimentaria y nutricional.

## **4.2 Marco teórico**

### **4.2.1 ¿Qué es el cultivo hidropónico?.**

Para (Sánchez I. , 2016). Es un método que se basa principalmente en la aplicación de sales o soluciones nutritivas directamente en las raíces de las plantas a través del agua para que éstas se desarrollen de una manera correcta.

#### 4.2.2 Tipos de cultivo hidroponía.

Para (VERDEGEN, 2017). Existen seis tipos de cultivos hidropónicos los cuales son:

- Sistema Hidropónico de mecha o pabilo  
Esta técnica es una de las más simples, ya que no requiere de bombas para transportar la solución nutritiva desde del depósito hasta las bandejas de crecimiento. En vez de eso, las plantas reciben la solución nutritiva mediante mechas o pabilos. (VERDEGEN, 2017).
- Sistema Hidropónico NTF “La técnica de la película de nutriente”  
La NTF consiste en crear una película recircular de solución nutritiva. Dado que el flujo de solución es constante, no requiere de timers, además de que generalmente no requiere de sustrato la solución nutritiva es bombeada desde un deposito hacia bandejas de crecimiento o tubos de PVC con plantas, donde entra en contacto con las raíces antes de regresar al depósito (VERDEGEN, 2017).
- Sistema hidropónico de raíz flotante. En este método, las plantas se encuentran en una lámina que flota sobre la solución nutritiva, de modo que sus raíces están sumergidas dentro de la solución. Una bomba de aire le proporciona a las raíces oxígeno necesario para su óptimo desarrollo (VERDEGEN, 2017).
- Sistema Hidropónico Aeroponía. Esta técnica es la que las raíces se encuentran suspendidas en el aire, dentro de un medio oscuro, y se nebulizan con solución nutritiva cada pocos minutos (VERDEGEN, 2017).
- Sistema Hidropónico de flujo y reflujo. Es un sistema de flujo y reflujo se inunda temporalmente las charolas de crecimiento con solución nutritiva y luego ésta es drenada de vuelta al depósito, el flujo se provoca mediante una bomba conectada a un timer que se activa varias veces al día (VERDEGEN, 2017).
- Sistema Hidropónico por goteo  
En estos sistemas de riego, un timer controla una bomba que hace que la solución nutritiva gotee sobre la parte inferior de las plantas (VERDEGEN, 2017).

### 4.2.3 Implementación de un cultivo hidropónico.

A continuación se pueden observar en la (tabla 4) los pasos para implementar un cultivo hidropónico según (Grupo XaXeni, s.f.)



Figura 5. Pasos para implementación de un cultivo hidropónico. Nota: Adaptado a partir de la información encontrada en <https://www.cosechandonatural.com.mx>

#### a) Delimitación

Para comenzar un huerto hidropónico no es necesario tener un espacio grande, se tiene que saber con qué espacio cuenta: terrazas, patios techos, balcones pequeños espacios domésticos donde es difícil de cultivar por sistemas tradicionales.

#### b) Semilla

Elegir que desea cultivar, y se tiene que tener en cuenta que si son espacios pequeños es recomendable cultivo de hortalizas como: lechuga, acelga, zanahorias, cilantros, etc.

#### c) Sustrato para el semillero

Se puede utilizar

- Arena de río.
- Arena de Tezontle.
- Tepojal.
- Aserrín, cascarilla de arroz etc.

d) Semilleros

La semilla que sea seleccionada se debe mantener en semilleros con una mezcla homogénea con sustrato. Se debe regar cada 3 días dependiendo la humedad que mantenga el semillero en un lugar iluminado pero no debe estar directamente a la luz.

e) Estructurara el área

Mientras se espera que la planta germine y cerca para poder ser trasplantada. es momento preciso para estructurara el área que fue seleccionada.

- Limpiar toda el área en donde se dejaran las charolas.
- Acondicionamiento del espacio en donde colocaremos la huerta hidropónica.

f) Seleccionar el tipo de hidroponía a utilizar

- Construir el diseño del tipo de hidroponía seleccionada

g) Trasplante

- A los 28 días la planta estará lista para ser llevada a la estructura, el cual se debe primero humedecer todas las plantas del semillero y golpea ligeramente las dos partes laterales del semillero para que se afloje el sustrato.
- El trasplante se debe realizar en las horas de la tarde para evitar exceso de calor.
- Se sumerge la planta en cada uno de los orificios
- Finalmente las plantas están en la estructura hidropónica, para darles vida hasta la cosecha.

h) Suministro de agua

- La estructura siempre debe contener siempre agua con solución nutritiva para ofrecerle los nutrientes que demandan para su crecimiento.

#### 4.2.4 Cultivo orientador tejados y terrazas verdes.

Para (Quintabani, 2011). Los tejados o tejados terrazas verdes son un sistema de capas que incorporan el uso de vegetación sobre cubierta de techos casas y edificios. También proporcionan beneficios sociales, económicos y ambientales especialmente en áreas urbanas y se puede agregar nuevas tecnologías como agricultura urbana o producción de alimentos y sistemas de reciclaje de aguas lluvias.

Clasificación de techos verdes Según (Vivero Chaclacayo, s.f). Los techos verdes se pueden clasificar de acuerdo a su propósito y su robustez del sistema.

#### 4. Por su propósito

- Techo verde autorregulado. Este tipo de techo tiene como fin conservar una cubierta vegetal en la vivienda con poco mantenimiento. Esto se logra con el uso de pocos materiales, inversión económica y peso. El espesor de la cubierta vegetal puede ser de 2 a 12 cm.

Características básicas: autorregulación, auto sostenible y ligereza.

- Techos verdes ecológicos especiales. El propósito de este techo es mantener un paisaje ecológico, construyendo el hábitat para una fauna y flora local. Este tipo de techos tiene que estar abalado por el jardín botánico. La altura máxima de vegetación debe ser de 200cm, el mantenimiento de del mismo post-instalación básicamente consiste en acondicionamientos ocasionales y un seguimiento especial.
- Techo huerta. El propósito de este tipo de techo es tener y beneficiarse de una producción agrícola. Se debe contar con áreas de plantación y circulación para que facilite las tareas como siembra y cosecha. También se debe contar con un sistema de riego y desagües especialmente. Este tipo de techo se puede mantener hidropónicamente en bandejas, contenedores y otros elementos.

#### 5. Robustez del sistema

- Techo verde liviano
- Techo verde moderado
- Techo verde robusto

El peso va a depender del tipo de techo según la clasificación anterior (Vivero Chaclacayo, s.f). En la siguiente tabla se puede observar el peso de cada tipo de techo.

Tabla 4.

*Peso requerido para cada tipo de techo*

TIPO DE TECHO	TECHO VERDE LIVIANO (PESO HASTA )	TECHO VERDE MODERADO ( PESO HASTA)	TECHO VERDE ROBUSTO (PESO HASTA)
Techo autorregulado	80 Kg m <sup>2</sup>	80-120 Kg m <sup>2</sup>	120-150 Kg m <sup>2</sup>
Techo Ajardinado	15 Kg m <sup>2</sup>	150-200 Kg m <sup>2</sup>	>250 Kg m <sup>2</sup>
Techo ecológico especial	200 Kg m <sup>2</sup>	200-300 Kg m <sup>2</sup>	300-450 Kg m <sup>2</sup>
Techo huerta	150 Kg m <sup>2</sup>	150-250 Kg m <sup>2</sup>	250-350Kg m <sup>2</sup>

Nota: Adaptado de (Vivero Chaclacayo, s.f) .

1 Benéficos sociales. Para (insulation, 2017). Plantea que existen 3 benéficos sociales muy importantes de los techos verdes los cuales son:

- Hábitat natural. El carácter natural de los techos verdes suaviza la fachada de las construcciones de hormigón e introduce cambios importantes en la arquitectura moderna. También permite crear un hábitat ecológico.
- Espacio verde útil. Las cubiertas verdes revalorizan los inmuebles comerciales y residenciales. Permiten espacios ajardinados en zonas urbanas, recuperando su conexión con la naturaleza.
- Agricultura urbana. Además, las cubiertas verdes pueden implantar oportunidades para la agricultura urbana. Puede garantizar el autoconsumo en las viviendas.

2 Benéficos medioambientales

Según (insulation, 2017). Existen cuatro benéficos medioambientales que son:

1. Reducción del efecto isla de calor. Las cubiertas son uno de las maneras más eficaces para reducir la temperatura ambiente en las zonas urbanas.

2. Reducción del CO<sub>2</sub>. Las cubiertas ayudan a reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> que está presente en la atmosfera, y de 1m<sup>2</sup> de cubierta verde puede adsorber 5 Kg de CO<sub>2</sub> al año.
3. Aire más limpio. La vegetación la cual está conformada la cubierta verde recogen las partículas en suspensión del aire, como polución urbana, compuestos orgánicos y metales pesados.
4. Hábitat natural. Las cubiertas verdes reestablecen el ciclo ecológico alterado por la infraestructura urbana.

#### **4.2.4 Ingeniería concurrente.**

Para (Amaya., s.f). La IC “ingeniería concurrente” propone una “filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamenta la idea de la convergencia, simultaneidad o concurrencia de aquella información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo”.

##### ***4.2.4.1 La aplicación de métodos de la Ingeniería concurrente.***

Según (Rios, s.f). La aplicación de métodos de la IC se basa en cinco acciones fundamentales: – Trabajo en equipos multidisciplinarios con participación de proveedores.

1. Especificación de detalle del producto, desde el punto de vista de ingeniería, a partir de los términos definidos por el cliente.
2. Especificación de los parámetros que permiten asegurar la optimización de la calidad del producto.
3. Optimización del diseño del producto, teniendo presente todos los aspectos que afectan a su ciclo de vida: funcionalidad, fabricación, montaje, mantenimiento y servicio, reciclaje, retirada, etc.
4. Desarrollo simultáneo del producto, equipo de fabricación y procesos, control de calidad y marketing.

#### 4.2.4.2 Etapas de la ingeniería concurrente.

La ingeniería concurrente consta de 11 etapas la cuales se puede ver en la figura 6.

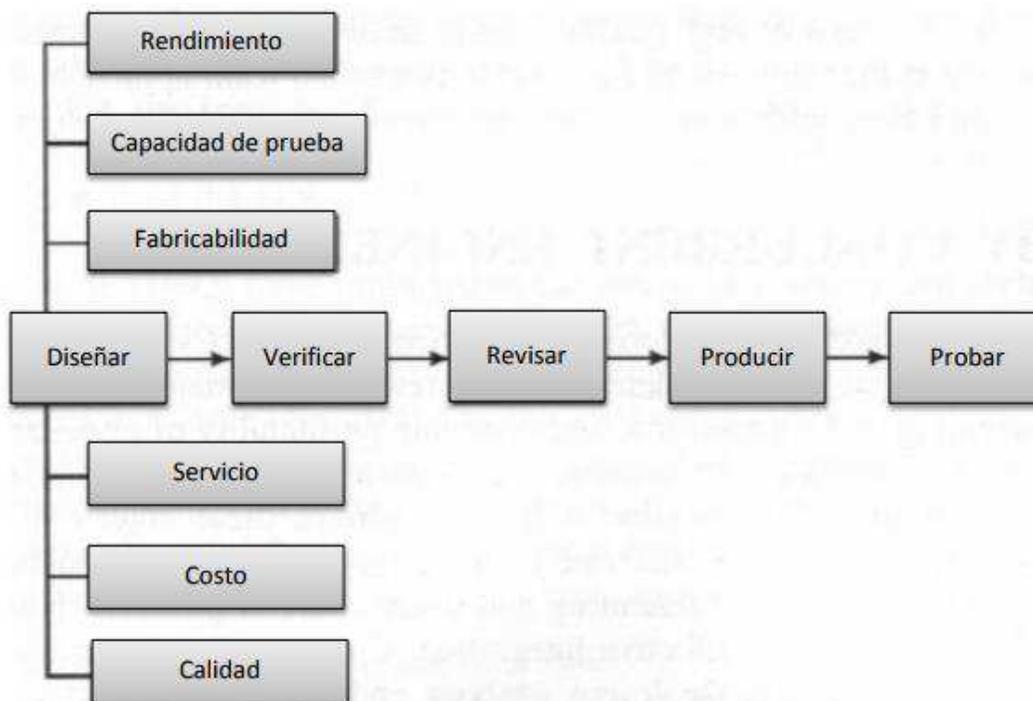


Figura 6. Etapas de la ingeniería concurrente. Nota: Tomado de (Calderon, s.f) .

#### 4.2.4.3 Técnicas de la ingeniería concurrente.

Según (Calderon, s.f). La ingeniería concurrente tiene quince técnicas las cuales se pueden ver en la siguiente figura

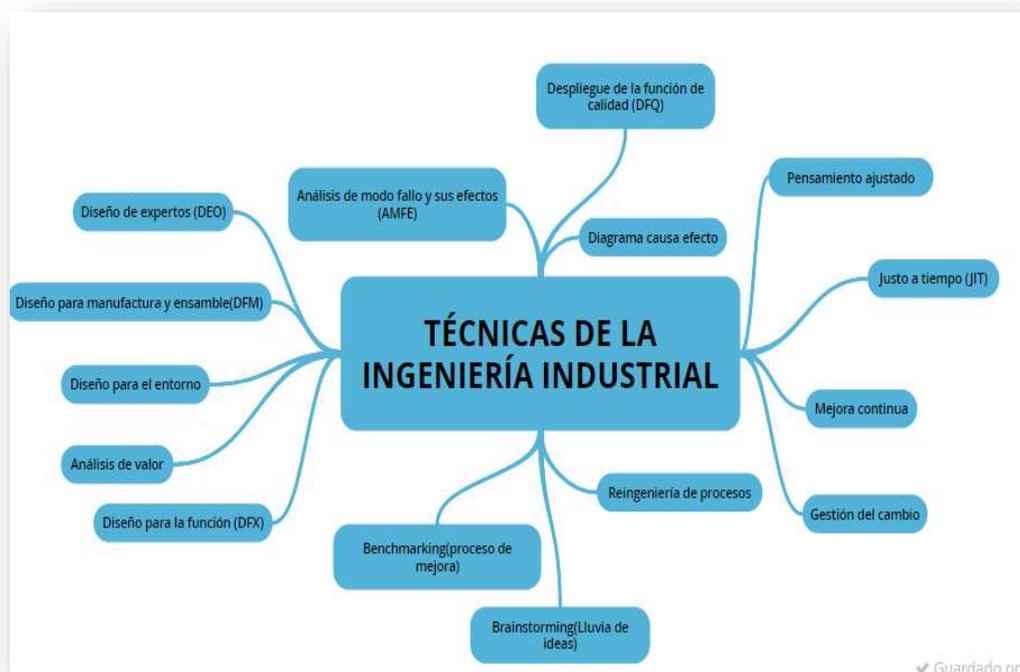


Figura 7. Técnicas de la ingeniería concurrente. Nota: Adaptado de (Calderon, s.f)

- Benchmarking (Procesos de mejora). Es aquel proceso para adquirir información útil que permita ayudar a la ejecución de un proyecto social o de inversión y mejorar sus procesos.
- Brainstorming (Lluvia de ideas). Es una técnica que permite que los beneficiarios de un proyecto puedan dar sus puntos de vista de la situación que se presenta.
- Reingeniería de procesos. Es el rediseño de los procesos y para esto actúan cuatro indicadores los cuales son: calidad, tiempo de fabricación, costo, servicio.
- Gestión del cambio. Es la obligación al cambio debido a que el mercado va evolucionando y se debe tener en cuenta que se debe cambiar en aspectos como: tecnología, diseño y minimizar el tiempo de fabricación etc.

- Mejora continua. Es mejora del día a día en de los procesos, calidad del producto y servicio.
- Justo a tiempo (JIT). Es la entrega de materiales, insumos o componentes en la fabricación de un producto, que lleguen en el momento justo que sean requeridos.
- Pensamiento ajustado. Es el análisis que se realiza a cada uno de los procesos tanto internos como externos de un proyecto e identificar los desperdicios.
- Diagramas causa-efecto. Este diagrama permite identificar el problema principal los efectos que este genera y los causas del mismo.
- Despliegue de la función de calidad (DFQ). Es el diseño de calidad en los productos con el objetivo de llegar a la satisfacción del cliente.
- Análisis del valor. Es una técnica que permite analizar los componentes de un producto y luego de esto darle una mejora a los mismos.
- Análisis de modo de fallo y sus efectos (AMFE). Es una herramienta de gestión que permite identificar y minimizar los efectos de los problemas con mayor relevancia en cuanto al diseño de los procesos y productos.
- Diseño de expertos (DEO). Es un equipo de profesionales en diferentes áreas los cuales dan aportes importantes gracias a su conocimiento.
- Diseño para manufactura y el ensamble (DFM Y DFA). Es una herramienta de proceso que permite analizar los diseños planteados desde el área de manufactura y ensamble.
- Diseño para el entorno (DFE). Es una herramienta que tiene como objetivo, que las personas tengan acceso y movimiento el área de trabajo.
- Diseño para la función (DFX). Es una herramienta de producto, el cual permite llevar a la ejecución y práctica de la ingeniería concurrente.

Técnica a utilizar será la planteada por Arturo Tadeo Calderón Salazar, la cual se puede ver en la figura 5. Etapas de la ingeniería concurrente.

#### **4.2.5 Definición de seguridad alimentaria.**

Según la definición de la (FAO, 2014). Se entiende por seguridad alimentaria “cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa”.

##### ***4.2.5.1 Teorías sobre la seguridad alimentaria.***

- La teoría general de los sistemas “tgs” y su aplicación en el estudio de la seguridad agroalimentaria. El enfoque de la seguridad agronómica bajo el enfoque de sistemas (enfoque agroalimentario) constituye una respuesta al enfoque tradicional profundamente arraigado y sectorialista, que limitan el campo de visión a la producción agrícola primaria y sus encadenamientos más cercanos, dando una consideración marginal e inadecuada a los encadenamientos del sector y al marco global donde se producen (Morales, 1999).

Según (Pérez & Razz, 2009). El diseño de estrategias orientadas a lograr la seguridad agroalimentaria del país, debe tomar en cuentas los siguientes elementos, los cuales se encuentran íntimamente relacionados entre sí:

- El abastecimiento alimentario
- La accesibilidad a los alimentos
- La satisfacción de las necesidades nutricionales
- Las políticas sectoriales agrícolas
- Las políticas macroeconómicas

### 4.3 Marco conceptual

Seguridad alimentaria: existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana. (FAO, 2011).

Hidroponía: técnica agrícola que permite producir plantas sin emplear el suelo. (GRUPO XAXENI S de R.L, s.f).

Simultaneidad: Es la propiedad de dos o más eventos que tienen lugar al mismo tiempo y, por lo tanto, coinciden en el tiempo (en un marco de referencia). (Grupo de colaboradores , 2015).

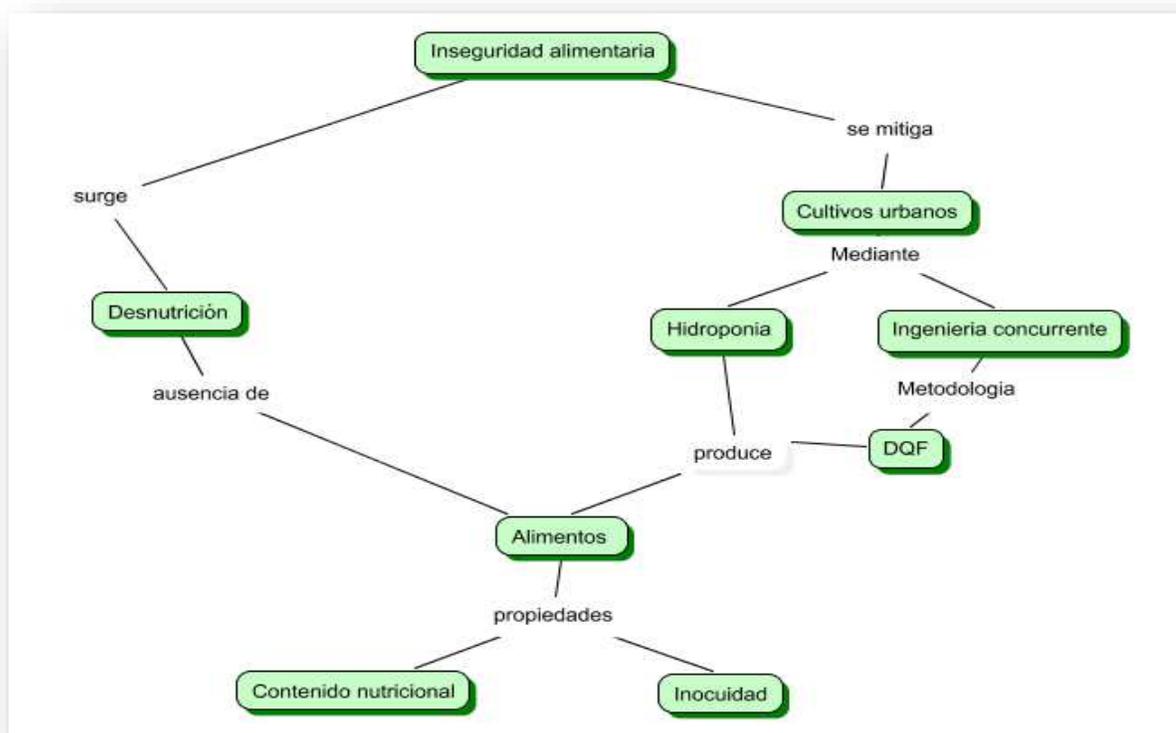


Figura 8. Conceptos elementales de la investigación. Nota: Autoría propia.

### 4.4 Marco legal

A continuación (véase tabla 4); las normas en las que se apoya el proyecto.

Tabla 5.

*Normas relacionadas con los techos verdes*

Referente	Fuente -Emisor	Aspecto normativo
Acuerdo 418 22 de diciembre de 2009	Concejo de Bogotá D.C	Artículo 3. La secretaria Distrital de Ambiente y el Jardín botánico prestan la asesoría y soporte técnico sobre diversas especies vegetales recomendadas, sustratos y mantenimiento de las coberturas vegetales en los techos y terrazas verdes. (Acuerdo N. , 2009).
Acuerdo 186 20 de diciembre de 2005	Concejo de Bogotá D.C	Tomado de (Acuerdo N. , 2005) .Artículo 3. Principios que rigen la Política Distrital de Seguridad Alimentaria y Nutricional, son los siguientes principios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La garantía a la alimentación</li> <li>• La garantía a la disponibilidad de los alimentos</li> <li>• La Equidad</li> <li>• La Universalidad</li> <li>• La Inclusión Social</li> <li>• El ciudadano eje del abastecimiento</li> <li>• Sostenibilidad ambiental</li> <li>• Corresponsabilidad ciudadana</li> <li>• La participación ciudadana</li> <li>• Integración Regional</li> </ul>
Decreto 2055 4 de junio de 2009	Ministerio de Protección Social	Artículo 10. La comisión intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional, el cual tendrá a su cargo la coordinación y seguimiento de Políticas Nacional de

		Seguridad Alimentaria y Nutricional. (Decreto, 2009).
Ley 373 6 de junio de 1997	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Artículo 10. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal deberá incorporar obligatoriamente un programa para el uso y ahorro del agua. (Ley, 1997).
Resolución 6423 6 de diciembre de 2011	El Secretaria Distrital de Ambiente	Artículo 1. Adóptese a la guía técnica de techos verdes, como una herramienta, que establece lo requerimientos técnicos y practicas recomendadas para la aplicación de tecnologías de techos verdes. (Resolución, 2011).
Conpes 113 31 de marzo de 2008	Consejo Nacional de Política Económica Social	Tomado de Disponibilidad de alimentos Calidad e inocuidad de los alimentos , sostenibilidad

Nota: Autoría propia.

## 5. Marco metodológico

### 5.1 Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación de tipo:

1. Descriptiva
2. Exploratoria
3. Casual
4. IAP

A continuación se definirán cada una de ellas, las cuales harán parte del proyecto.

Como lo define (González Martínez, 1985), la investigación descriptiva es la que describe los hechos y las características de una población o área de interés en forma segura.

La investigación descriptiva describe aquellas situaciones y eventos. se aplica por medio de encuestas, censo de la población, observación, etc.

Se tomaran encuestas a cada una de las familias involucradas en el proyecto, se tomaran datos de los censos que se han realizado a la población para analizar la información.

La investigación exploratoria se aplica habitualmente cuando el objeto a explorar un problema u tema de investigación el cual se ha estudiado poco y no se tiene muchas dudas. Tomado de (Hernández, et al, 2003) .

Se puede ver que el tema del proyecto no ha sido investigado a fondo y el fin con esta investigación explorar lo que no se ha explicado bien.

Apites tomados de (González, 1985), el propósito de la investigación causal es investigar las diferentes relaciones causa- efecto, analizando y observando una consecuencia que ya existe y logrando identificar los posibles factores causales.

Es donde se refleja el árbol de problema que lo compone el problema de la investigación, causas y efectos en donde se obtiene por medio de la interacción con la población.

La IAP “Investigación acción participación”; es el tipo de investigación el cual incorpora los presupuestos de la epistemología crítica, establece el análisis y la intervención de un grupo multidisciplinario y se toma como una técnica de pedagogía constructiva. se busca que el conocimiento se vuelva colectivo. (Miguel, 1993. p.97-101)

En la investigación se reflejara la IAP; el cual tiene como objetivo que los profesionales, compartan el conocimiento la población y la población también pueda compartir sus ideas y exista una integración de las dos partes.

## 5.2 Sistema de hipótesis

- El diseñar, construir e implementar sistemas de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes contribuyen con la seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare.
- La aplicación de la ingeniería concurrente ofrece alternativas al diseño de sistemas de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes.

## 5.3 Sistemas de variables

Tabla 6.

*Sistemas de variables.*

<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>
-Ingeniería concurrente -Seguridad alimentaria	-Sistema de cultivo hidropónico en tejados y terrazas verdes.

Nota: Elaboración propia

## 5.4 Tamaño poblacional y muestra

Se realiza con la propósito de determinar la muestra para la población, y para esto se necesita identificar el número de familias del barrio el Mirador en Villanueva Casanare. Según la información suministrada por Gloria Yaneth Bohórquez Arias presidenta de la junta de acción comunal del barrio el número de familias es de 226.

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2(N - 1)) + k^2 * p * q}$$

N=tamaño de la población

k=Nivel de confianza

p= es una parte de individuos en la población que posee la característica de estudio

e= Error muestral deseado.

q= Parte de individuos que no presenta la característica de estudio.

n= Tamaño de la muestra

$$n = \frac{2,75^2 * 0,1 * 0,9 * 226}{(0,1^2 * (226 - 1) + 2,75^2 * 0,1 * 0,9)} = 52$$

Se observa que la muestra calculada es de 52 familias, teniendo en cuenta que el nivel de confianza es del 95% y significancia del 10%.

### **5.5 Metodología utilizada**

A continuación se puede observar la técnica y el tipo de instrumento a utilizar en la recolección de los datos del proyecto. (Véase tabla7). Las fases del proyecto se orientan al desarrollo de los objetivos propuestos; Fase 1, análisis y diseño. Fase 2, validación del diseño y propuesta definitiva. Fase 3, evaluación de las propuestas.

Tabla 7.

*Instrumentos de recolección*

<b>Fases</b>	<b>Recursos</b>
<b>fase 1</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Búsqueda en fuentes bibliográficas(Libros e internet)</li> <li>2. Visitas de campo</li> <li>3. Encuestas</li> <li>4. Análisis de datos</li> <li>5. Herramientas estadísticas descriptivas (graficas, matrices, etc.)</li> <li>6. Flujo gramas</li> <li>7. Diagramas de Pareto</li> <li>8. Espinas de pescado</li> </ol>
<b>fase 2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño CAD.</li> <li>• Validación del diseño por prototipo del cultivo</li> <li>• Pruebas de componentes (termómetro, cortador de oxicorte)</li> <li>• Pruebas del sistema de riego</li> </ul>
<b>fase 3</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a) Análisis de los datos.</li> <li>b) Evaluación del impacto.</li> </ol>

Nota: Autoría propia.

## 5.6 Proceso metodológico

A continuación se puede observar en la tabla el proceso metodológico que se llevara a cabo para la investigación

Tabla 8.

*Proceso metodológico*

Variables Independientes	Sistematización	Objetivos Específicos	Proceso Metodológico	Instrumentos Para Recolección De Información
<b>Ingeniería concurrente</b>	¿La aplicación de la ingeniería concurrente ofrece alternativas al diseño de sistemas de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes?	Gestionar la ingeniería concurrente (diseñar, verificar, revisar, producir y producir con el fin de lograr el producto para la solución del problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles primarios</li> <li>• Niveles Secundarios</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseño CAD.</li> <li>2. Validación del diseño por prototipo del cultivo</li> <li>3. Pruebas de componentes (termómetro, cortador de oxicorte)</li> <li>4. Pruebas del sistema de riego</li> </ol>
<b>Seguridad alimentaria</b>	¿El diseñar, construir e implementar sistemas de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes contribuyen con la seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare?	Establecer las causas genera el bajo nivel de la seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Niveles primarios</li> <li>- Niveles Secundarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de los datos</li> <li>• Trabajo de campo</li> <li>• Entrevistas</li> </ul>

Nota: Autoría propia

## 6. Resultados de la investigación

### 6.1 Análisis de la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare

Para identificar la situación vigente, se hizo una recolección de datos del estado actual de seguridad alimentaria de la comunidad, se tomó como referencia la matriz de situación actual propuesta por Pérez y Razz (2009), y los datos obtenidos del plan municipal de seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare (2010), el resumen se observa en la tabla 7.

Tabla 9.

*Situación actual de la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare*

DIMENSION	SITUACION ACTUAL
Abastecimiento alimentario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja producción local de los alimentos para la canasta básica.</li> <li>Producción insuficiente de alimentos a nivel regional.</li> </ul>
Acceso a los alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a el incremento de los integrantes de hogares de estrato bajo, se disminuye la cantidad de alimentos y experimentan el hambre, por falta de dinero o recursos.</li> <li>El precio de los alimentos son costosos</li> </ul>
Satisfacción de las necesidades nutricionales	<p>1) Alta prevalencia de desnutrición en menores de 10 años.</p> <p><u>Niños menores de 5 años</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desnutrición aguda: 7,9%</li> <li>Desnutrición crónica: 15,3%</li> <li>Desnutrición global 20,5%</li> </ul> <p><u>Niños de 5 a 10 años</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desnutrición aguda: 5,2%</li> <li>Desnutrición crónica: 31%</li> <li>Desnutrición global: 25,8%</li> </ul> <p>2) Alto porcentaje de gestantes con bajo peso (37%).</p>
Políticas sectoriales agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Título V. Tratamientos urbanísticos y normas generales</li> </ul> <p>Capítulo 2. Usos del suelo urbano</p> <p>Artículo 86. De la definición general de uso: El uso del suelo urbano es la actividad que se puede desarrollar en los predios dentro del casco urbano, depende de la zona dentro de la cual se encuentre y de acuerdo con el manejo propuesto por la respectiva normativa de usos</p>
Políticas macroeconómicas Regionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según el departamento nacional de estadísticas DANE, el departamento de Casanare registro en el 2014 un crecimiento en el PIB de 6,2% en relación al año anterior; lo cual permitió ayudar en la economía de Colombia.</li> </ul>
Calidad e inocuidad de los alimentos	Pocos establecimientos de expendio de alimentos que cumplen con las condiciones higiénico-sanitarias.
Disponibilidad de los alimentos	Pocas personas residentes en el área rural, por lo cual hay poca producción (16%).

Nota: Adaptado del plan de seguridad alimentaria y nutricional de Villanueva Casanare 2012-2032.

Con la anterior información se logró analizar, que existe un alto nivel de desnutrición crónica en los niños de 5 a 10 años, entre otras causas, esto se debe a la falta de acceso económico que presentan los hogares en el municipio. También se logró identificar que existe un bajo e insuficiente nivel de producción local de alimentos a nivel regional; en general la comunidad presenta necesidades en relación a su seguridad alimentaria.

El acceso físico y económico actual de los alimentos en Villanueva Casanare está formado por: a) acceso físico: debido a que en el municipio y sus veredas, no existe un nivel alto de desarrollo vial, el acceso a los centros de producción de vegetales como: tomate, pimentón, cilantro, apio, lechuga, entre otros, es difícil. No existe un acceso físico directo por este motivo se debe acudir a otros departamentos para el suministro de los mismos. b) acceso económico: teniendo en cuenta el alto nivel de desempleo en el municipio, las personas tienen escasos recursos económicos para conseguir alimentos adecuados y nutritivos. También, esto se da debido al incremento de los integrantes de las familias de estrato bajo; donde disminuye la cantidad de alimentos por persona y experimentan hambre, por lo tanto no satisfacen adecuadamente sus necesidades energéticas diarias.

Se realizó una espina de pescado, en donde se llevó a cabo la técnica brainstorming o lluvia de ideas, con la finalidad de analizar las causas que contribuyen al problema de la seguridad alimentaria en la comunidad. Después de la participación de la comunidad se revisaron las ideas y se unificaron en las causas principales presentadas en la figura 9.



Figura 9. Lluvia de ideas para la realización de la espina de pescado. Nota: Autoría propia.

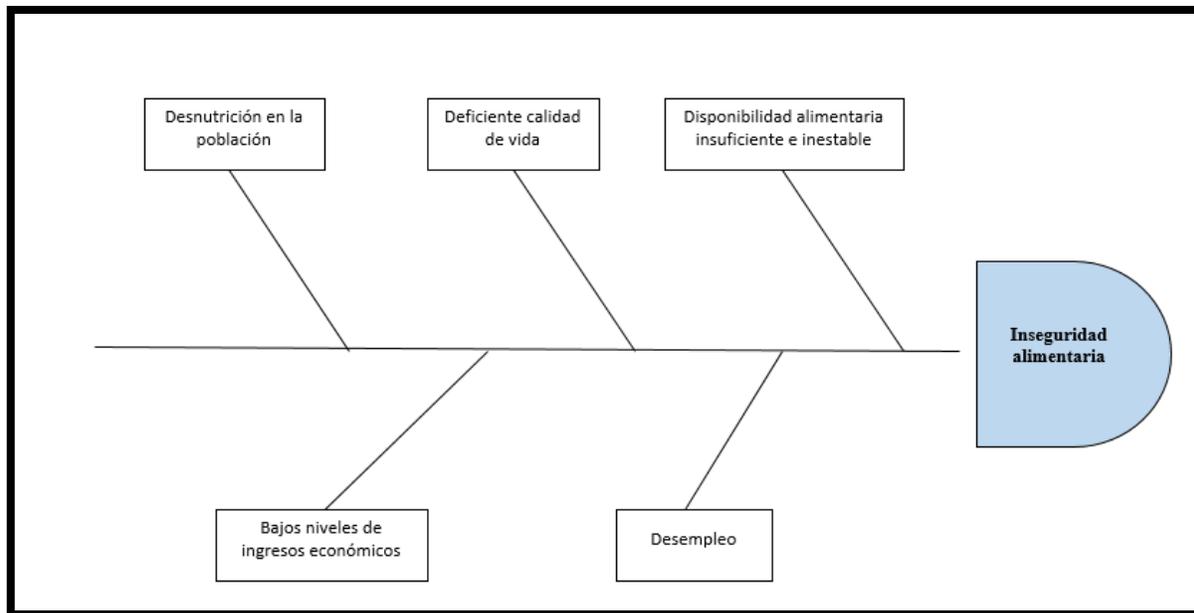


Figura 10. Espina de pescado. Nota: Autoría propia.

Con ayuda de este proceso se puede identificar cada uno de las causas que genera la inseguridad alimentaria en la comunidad, esto permite analizar la situación a la que se debe enfrentar desde los niños en el vientre hasta el adulto mayor; este tema muy importante al cual se tiene que prestar más atención y la comunidad manifiesta que el mayor responsable de esto es el gobierno debido a que no toman soluciones al desempleo, desnutrición, disponibilidad de los alimentos etc. y debido a esta problemática la calidad de vida de la sociedad es baja. Se realizó una encuesta con el fin de identificar el nivel de alimentación de la comunidad, los resultados fueron los siguientes:

- ¿En tu casa se toman las tres porciones de alimentos diarios (desayuno, almuerzo y cena)?

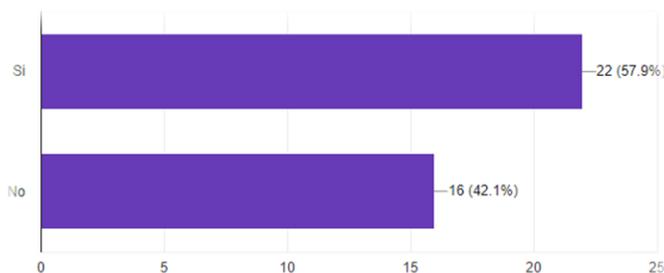


Figura 11. Pregunta 1. Nota: Autoría propia.

Se logra observar que respecto al consumo esperado de tres porciones de alimentos diarios, el resultado es bastante desalentador.

- ¿Consume hortalizas y verduras?

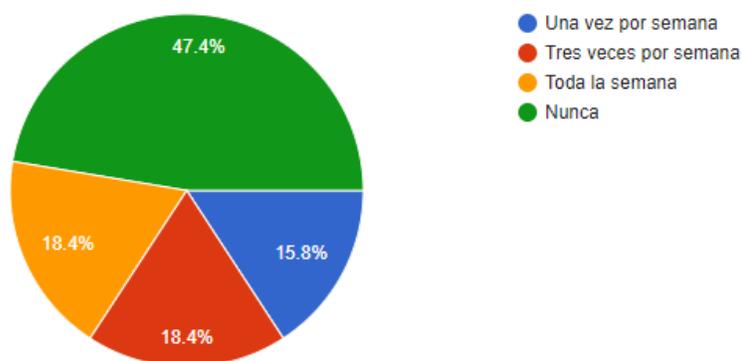


Figura 12. Pregunta 2. Nota: Elaboración propia

Gracias a esta pregunta se puede analizar el nivel de consumo de alimentos tan esenciales como lo son las hortalizas y verduras, los datos arrojados evidencian la ausencia de este tipo de alimentos en el consumo frecuente de los habitantes del barrio el Mirador, dato negativo para su seguridad alimentaria.

- ¿Cuál de estas hortalizas y verduras consume en su menú diario?

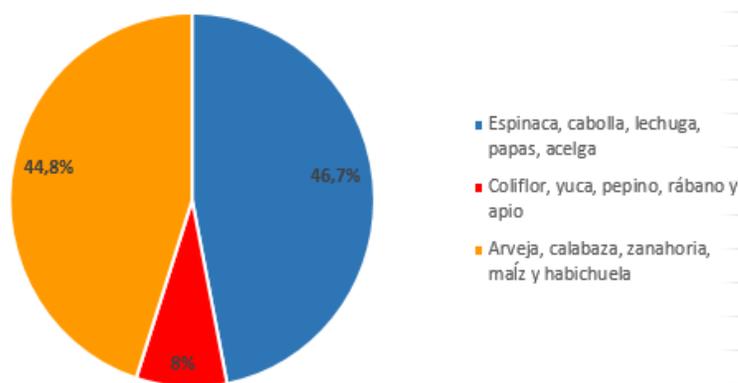


Figura 13. Pregunta 3. Nota: Autoría propia.

Mediante esta pregunta se puede analizar la alimentación variedad de hortalizas y verduras que se consume en la comunidad, también se observar que existe un bajo consumo de los mismo en cuanto a hortalizas como rábano, coliflor etc. Los cuales poseen una variedad de nutrientes esenciales para el cuerpo.

- ¿Cree que en su hogar se alimentan de forma balanceada?

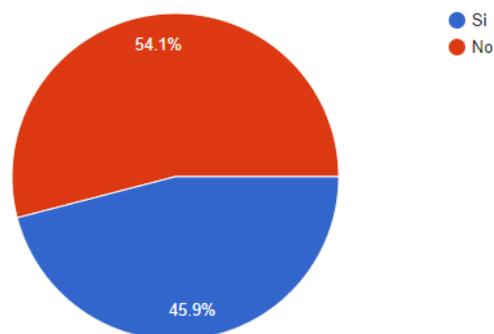


Figura 14. Pregunta. Nota: Autoría propia.

La mayor parte de la población no se alimenta de forma balanceada, esto genera que exista un alto nivel de desnutrición y otras enfermedades a causa de la mala alimentación.

- ¿Alguna vez ha dejado de comer por un día completo, debido a la falta de dinero para obtener los alimentos?

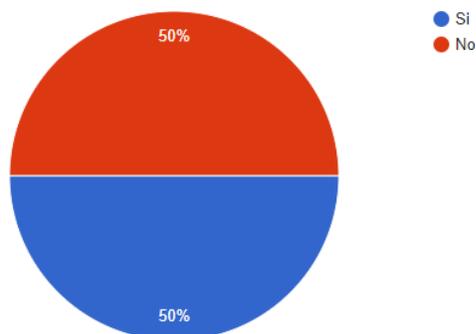


Figura 15. Pregunta 5. Nota: Autoría propia.

En los resultados arrojados se puede analizar, que el 50% de las personas respondieron que si en algún momento han dejado de comer por un día debido a la falta de recursos económicos; este fenómeno se da debido al desempleo que existe en Villanueva Casanare y es desalentador.

- ¿en su hogar se ha reducido la cantidad de alimentos, debido a la falta de dinero?

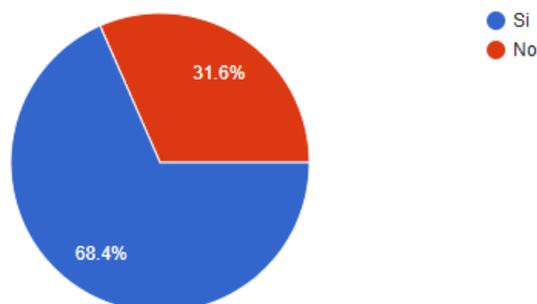


Figura 16. Pregunta 6. Nota: Autoría propia.

Se logra observar en este grafico que en la mayoría de casos, se reducen la cantidad de alimentos, debido a la falta de dinero; este dato está bastante desalentador y preocupante, también se ha experimentado el hambre en un nivel bastante alto.

- ¿Con que frecuencia en su hogar se ha reducido la cantidad de alimentos, debido a la falta de dinero?

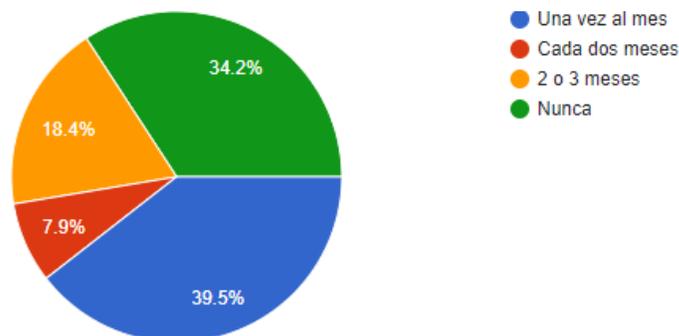


Figura 17. Pregunta 7. Nota: Autoría propia.

Con esta pregunta se quería saber la frecuencia en la que se reduce la cantidad de alimento, aquí se encontró que en muchas ocasiones se ha experimentado este fenómeno, es preocupante; porque debido a la falta de acceso económico, se es muy frecuente y es una dato desalentador para la comunidad en cuanto a su seguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare.

Cada una de las actividades realizadas permitió, un excelente análisis de la verdadera situación que se presenta en la comunidad; también se tuvo un acercamiento bastante positivo con las personas, demostraron un alto grado de interés por el proyecto, en donde nos dieron sus puntos de vista, participaron activamente en cada una de las actividades y también se tuvo participación de la alcaldía municipal, en cuanto al acceso de los documentos de seguridad alimentaria en el municipio.

En esta fase; se puedo identificar que existe una dificultad alimentaria aguda en el municipio de Villanueva Casanare, en donde es importante y necesario atacar esta problemática social de forma inmediata.

Es muy importante que se genere mejores empleos y mayores programas de alimentación para la comunidad, ya que en estos tiempos por falta de oportunidades las familias tienen que experimentar el hambre.

## 7. Diseño de la propuesta de cultivos hidropónicos en tejados y terrazas en Villanueva Casanare.

Según información suministrada por el señor Javier Mendoza Aldana Secretario de ambiente y desarrollo de la UMATA del municipio de Villanueva, no hay registros sobre el uso de cultivos hidropónicos en la región.

En esta etapa del diseño el desarrollo se basa sobre la ingeniería concurrente, la cual se observa en la siguiente figura.

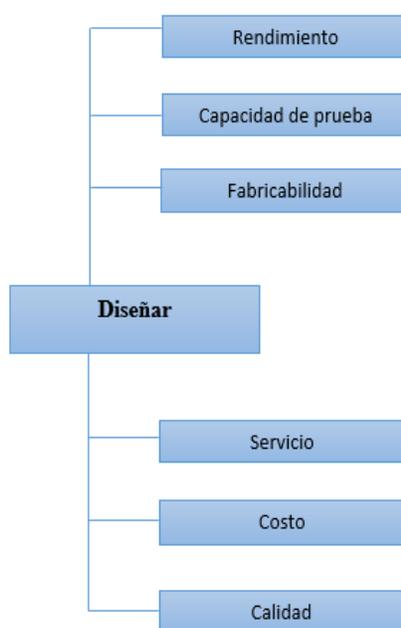


Figura 18. Primera etapa de la ingeniería concurrente. Nota: Autoría propia.

### 7.1 Rendimiento

Es ese beneficio que se obtenido; gracias a un buen diseño del producto a realizar, este se puede ver reflejado en porcentaje.

El sistema hidropónico en tejados y terrazas verdes produce un rendimiento porcentual de nitrógeno y también permite que los alimentos tengan una mayor proporción de vitaminas, minerales y proteínas.

## 7.2 Capacidad de prueba

Es donde se realiza diversas pruebas de un diseño para verificar y revisar que cumpla con los requerimientos establecidos.

Se realizó una prueba piloto, con el sistema de riego seleccionado el cual fue por goteo, los resultados arrojados fueron los siguientes:

- El sistema por goteo reduce el uso del agua en un 70%
- Permite el suministro necesario de agua a cada una de las plántulas.
- 0 % de desperdicio de agua.

En cuanto al sistema NTF “La técnica de la película de nutriente”, permite la reutilización del agua, se reduce el uso en un 95%.

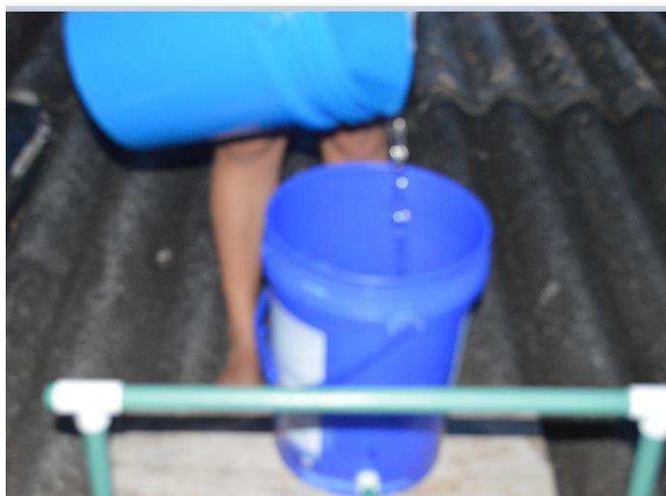


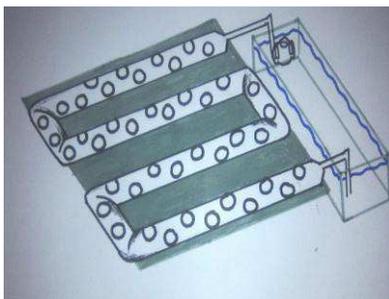
Figura 19. Prueba piloto de sistema de riego. Nota: Autoría propia.

## 7.3 Fabricabilidad

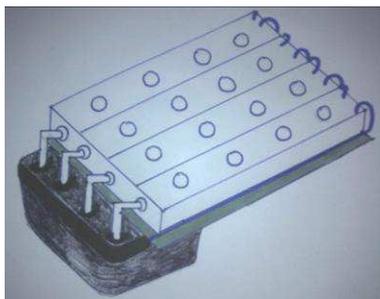
Es aquella cualidad de un producto ser fabricarle o pueda ser fabricado.

Con la participación de la comunidad del barrio se hizo diseño de tres alternativas para la estructura del sistema hidropónico en tejados y terrazas verdes los cual fueron los siguientes.

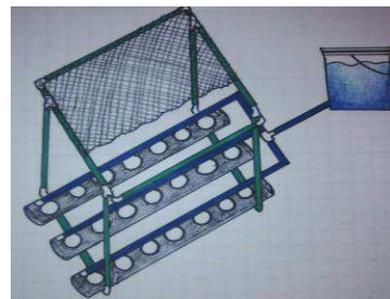
- Diseño. En esta fase se realizó es esquema de cada uno de los diseños propuestos por la comunidad.



Diseño 1



Diseño 2



Diseño 3

Figura 20. Diseño del prototipo. Nota: Autoría propia.

Diseño 1. El funcionamiento de este diseño consiste en que el agua más los nutrientes circulen por cada una de las tuberías de PVC; en donde están ubicadas las plántulas, para poderlas nutrir. Con la bomba eléctrica, la inclinación y la presión que ejerce la bomba hace que el agua vuelva a su posición inicial; el cual está en un recipiente rectangular en vidrio, esto ayuda a que las raíces no pierda su nivel de humedad.

Diseño 2. El funcionamiento de este diseño consiste en hacer que el agua más los abonos o nutrientes circulen por cada una de las bandejas en donde están ubicadas las plántulas, para así poderlas nutrir. Con ayuda de la bomba eléctrica y gracias a la inclinación que esta posee el agua vuelve a su posición inicial el cual está en un recipiente rectangular de plástico, esto permite que las raíces no pierda su nivel de humedad.

Diseño 3. El funcionamiento de este diseño consiste en abrir el paso de agua y con ella los nutrientes y por cada una de las mangueras circule el agua para que por el sistema de riego por goteo llegue a cada una de las plántulas suministrándoles los nutrientes y agua necesaria para el crecimiento, este sistema funciona por gravedad y el agua es reutilizada.

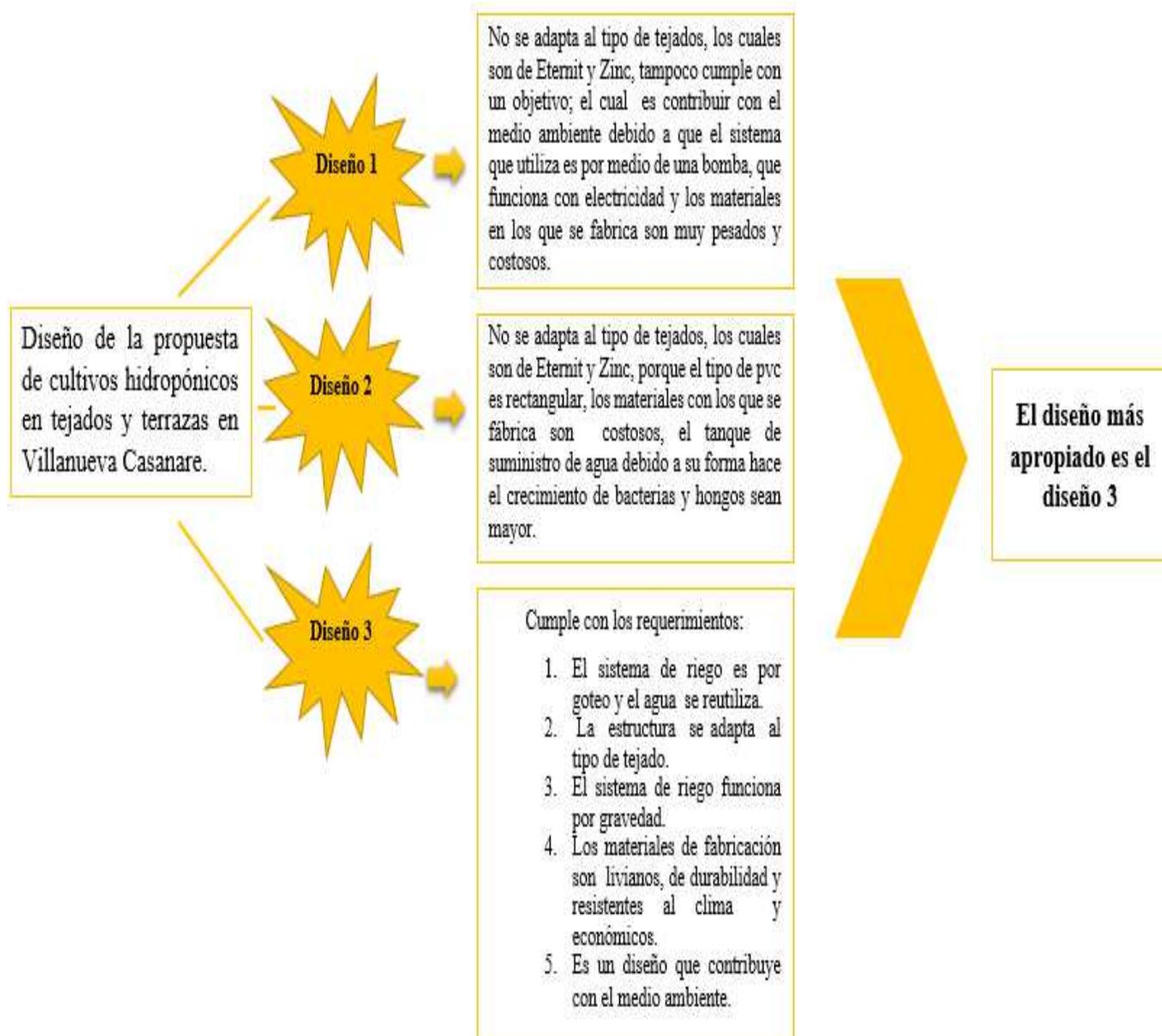


Figura 21. Decisión del diseño elegido. Nota: Autoría propia.

- Prototipo del diseño. En la (figura 22); se puede observar el prototipo del diseño elegido

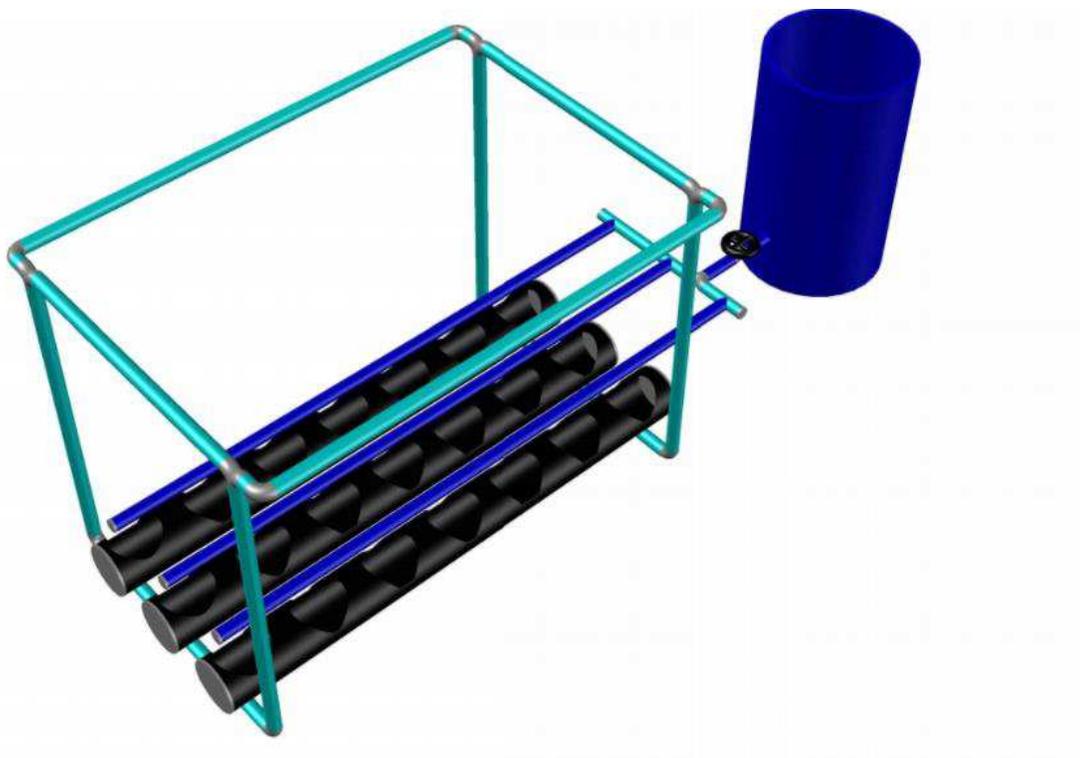


Figura 22. Prototipo del diseño. Nota: Autoría propia.

#### 7.4 Servicio

Es un conjunto de actividades que se realizan con la finalidad de satisfacer al cliente. Se desarrolló tres momentos básicos del servicio los cuales fueron:

- Pre-servicio. Se presentó a la comunidad el diseño, construcción e implementación de un sistema hidropónico en tejados y terrazas verdes, explicando los beneficios, ventajas, costos de fabricación, fue tal el interés de la comunidad que el diseño se mejoró al responder las inquietudes que se iban desarrollando durante la presentación del proyecto.
- Desarrollo del servicio. Es el momento en que la comunidad experimenta, la etapa de fabricación del sistema hidropónico y permite apropiarse del proyecto.
- Post-servicio. se tiene como estrategia ofrecer a la comunidad un servicio de mantenimiento preventivo a la estructura del sistema hidropónico, teniendo en cuenta que el costo de dicho mantenimiento está presupuestado en el proyecto.

## 7.5 Costo

Es el dinero total que cuesta un producto o servicio. El sistema hidropónico presenta una atención alta en la comunidad debido a que los materiales que se requieren para su fabricación son económicos permitiendo tener un fácil acceso a los mismos. Con relación a los costos de la estructura de sistema hidropónico en techados y terrazas verdes fue el siguiente:

Tabla 10.

### *Costos de la estructura*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
Tubos 3" semipesado	1	\$3.448
Tubos presión ½"	1 y medio	\$2.484
T de pvc ½"	5	\$3.010
Codos de presión ½"	8	\$2.400
Adaptador hembra ½"	1	\$300
Adaptador macho ½"	1	\$300
Registro PVC ½"	1	\$2.241
Unión presión ½"	1	\$325
Tapón roscado ½"	2	\$500
Manguera de 16mm	3 metros	\$900
Poli sombra	1 metro	\$1.500
Segueta N° 19	1	\$3.200
Caneca de 20 litros	1	\$700
Tapón de manguera de 16 mm	3	\$3.600
Amarre plástico	20	\$400
Tapón prueba de 3"	3	\$2.328
Taladro	1 hora	\$1.500
Compresor	30 minutos	\$2.500
Mano de obra	2 horas	\$10.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$41.636</b>

Nota: Autoría propia

## 7.6 Calidad

Es una herramienta que permite dar cumplimientos a los requerimientos de un buen producto servicio se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 11.  
Características de calidad

Características de calidad	Objetivos de calidad		Criticidad
	Objetivo (Perfil del producto)	Objetivo de calidad cuantitativo	
Requerimientos técnicos según el tipo de techo huerto	–Resistencia –Capacidad de retención de agua	–150-250kg m <sup>2</sup> –50 a 60 litros m <sup>2</sup>	Permite el cumplimiento de especificaciones técnicas asociados al tipo de techo huerto
Tiempos de proceso	Reducción del tiempo de fabricación	El tiempo del proceso no debe ser > a 5 horas	Tiene un impacto en los costos de producción
Secuencias de operación logística	Facilidad de operación	Las fases del proceso deben ser consecutivas y con sentido lógico	Se produce un impacto en los costos directos de producción u/o fabricación y aquellas estrategias para darle cumplimiento de la calidad
Tamaño	Dimensiones adecuadas a el tipo de tejado	Altura:60cm Ancho :52cm Largo:1 metro	Facilidad para la movilidad de la estructura
Operabilidad	funcionamiento adecuado del diseño	el 95 % de utilización del diseño	funcionamiento en cada etapa de operabilidad

Nota: Autoría propia.

## 7.7 Validación del diseño propuesto de cultivos hidropónicos en techos y terrazas en Villanueva Casanare

En esta etapa de la validación el desarrollo se basa sobre la ingeniería concurrente, la cual se observa en la siguiente figura.

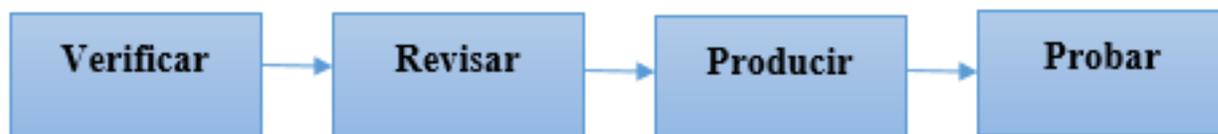


Figura 23.Segunda etapa de la ingeniería concurrente. Nota: Autoría propia.

### 7.7.1 Verificar.

Proceso de comprobar si una determinada cosa cumple con los requerimientos establecidos.

Mediante el aporte de todos los datos que con ellos respalden la veracidad de la construcción del proyecto.

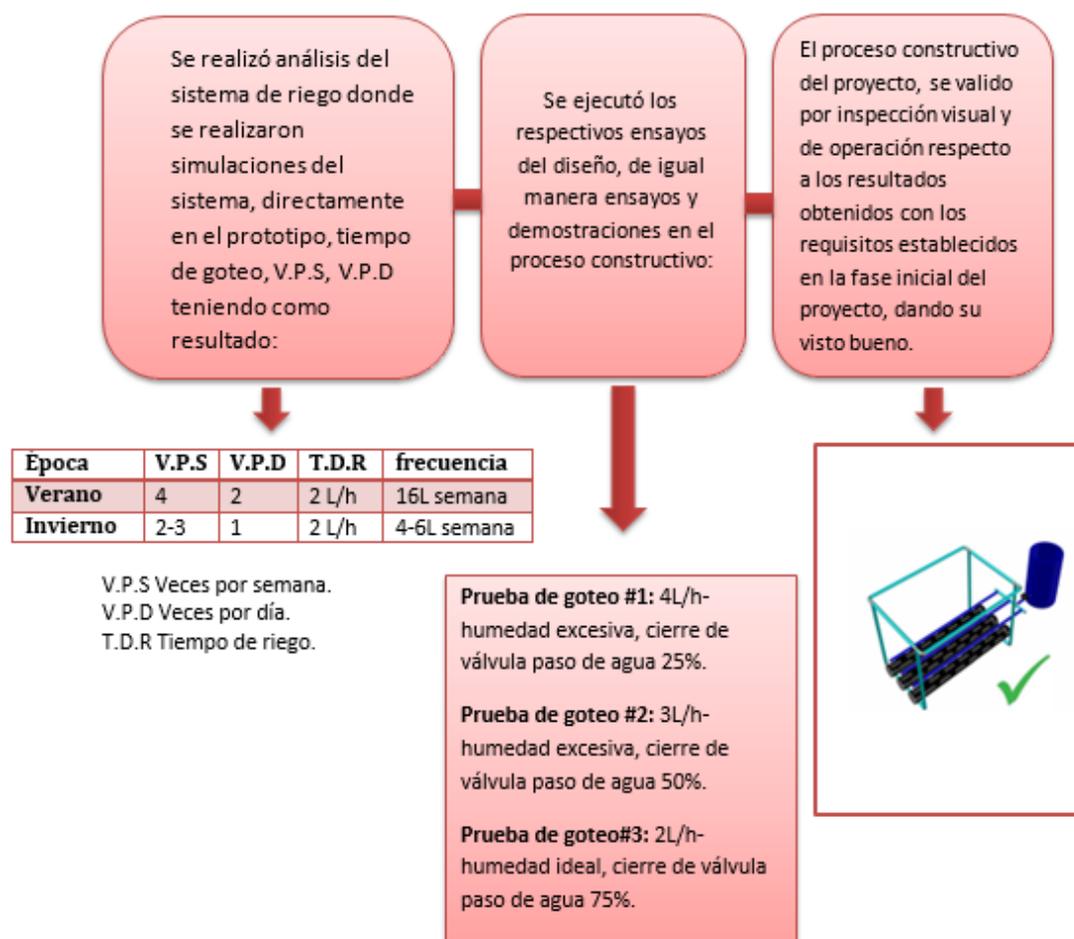


Figura 24.Proceso de verificar. Nota: Autoría propia.

### 7.7.1 Revisar.

Proceso de examinar con detenimiento una cosa, objeto, escrito etc.

Mediante este proceso se siguió todo el proceso constructivo teniendo como punto de referencia el diseño, y validar cada etapa de la misma, entre ellos está:



Figura 25. Proceso de validar. Nota: Autoría propia.

Cada una de las imágenes son evidencias de cada uno de los procesos que se realizaron para la implementación del cultivo hidropónico en techos y terrazas verdes en la comunidad del municipio de Villanueva Casanare.

### 7.7.2 Producir.

Proporcionar fruto; como plantas, árboles frutales u otra forma en la naturaleza.

En este proceso se realizaron cinco pasos importantes de producir alimentos se observa en la figura 27.



Figura 26. Proceso de producir. Nota: Autoría propia.

Se puede observar las evidencias de cada uno de los pasos que realizaron, con la comunidad para la implementación del cultivo.

### 7.7.3 Probar.

Poner a prueba un objeto para verificar la eficiencia, saber cómo es su funcionamiento.

El funcionamiento de este diseño consiste en abrir el paso de agua y con ella los nutrientes y por cada una de las mangueras circule el agua para que por el sistema de riego por goteo llegue a cada una de las plántulas suministrándoles los nutrientes y agua necesaria para el crecimiento, este sistema funciona por gravedad y el agua es reutilizada.

A continuación se puede observar el ciclo de riego del sistema hidropónico utilizado:

<b>Época</b>	<b>V.P.S</b>	<b>V.P.D</b>	<b>T.D.R</b>	<b>frecuencia</b>
<b>Verano</b>	4	2	2 L/h	16L semana
<b>Invierno</b>	2-3	1	2 L/h	4-6L semana

V.P.S Veces por semana.  
 V.P.D Veces por día.  
 T.D.R Tiempo de riego.

Figura 27.Ciclo de riego. Nota: Autoría propia.

## 8 Evaluación de la propuesta desde lo técnico, operativo, social y ambiental

En esta fase se realizó la evaluación del impacto que tiene técnico, operativo, social y ambiental en el proyecto.

### 8.1 Técnico

En esta fase se observó y evaluó las condiciones de mejora en la producción.

#### 1. Mejora cantidad y calidad

En este sistema hidropónico no se necesita de suelo ya que los minerales se le adicionan al agua. Las ventajas que brindan el sistema de sistema hidropónico implementado se pueden ver en la (figura 29).

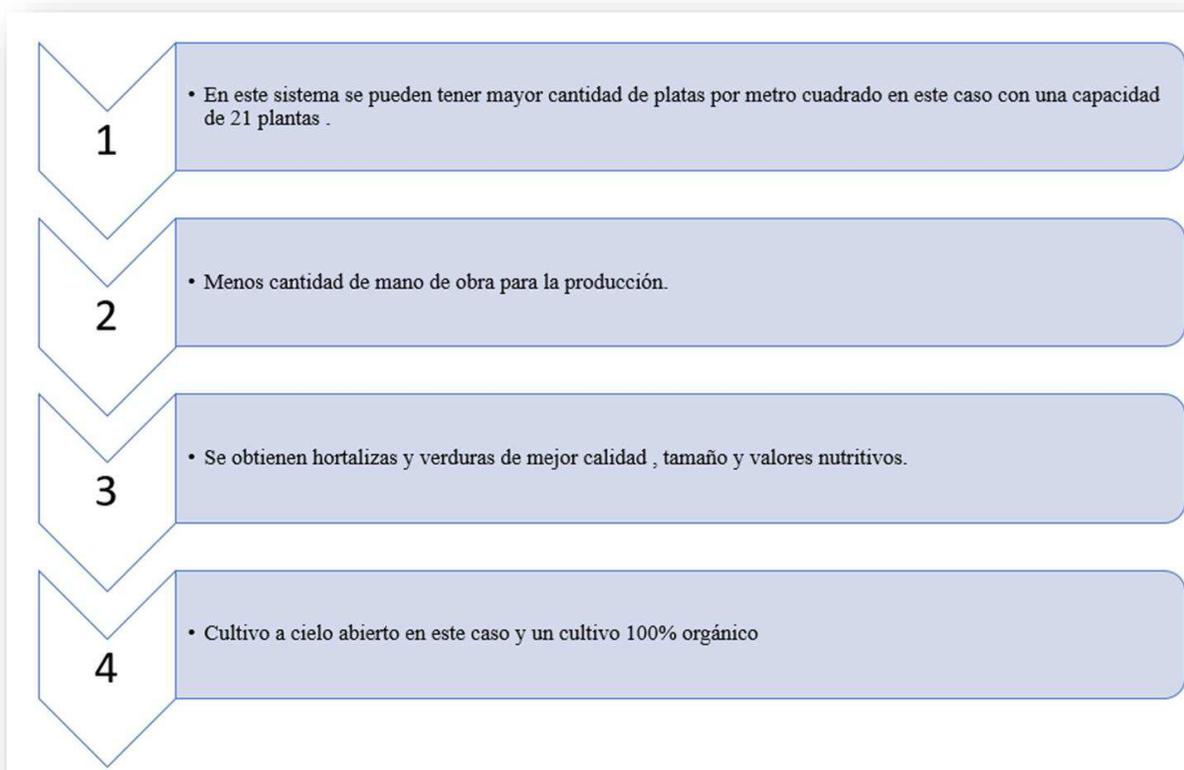


Figura 28. Ventajas de cantidad y calidad. Nota: Autoría propia.

También se puede jugar en las variedades de vegetales que se quieran producción en función del clima o el espacio disponible en la huerta en cada época del año.

## 8.2 Operativo

En esta fase se evaluó la viabilidad en cuanto al diseño y funcionamiento del sistema hidropónico implementado.

Los beneficios que presentan el diseño y el funcionamiento se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 12.

*Benéficos del diseño y funcionamiento*

<b>Funcionamiento del sistema de riego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor eficiencia en el uso del agua.(reutilización)</li> <li>- No existe desperdicio del agua.</li> </ul>
<b>Enfermedades o patógenos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe patógenos en el suelo</li> </ul>
<b>Control de maleza y plagas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prácticamente no existen</li> <li>- Poca detección de plagas</li> </ul>
<b>Nutrición de la planta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlada</li> <li>- Estable</li> <li>- Fácil de chequear</li> </ul>

Nota: Autoría propia.

## 8.3 Social

Se evaluó el impacto en la seguridad alimentaria en la comunidad.

Según (Gonzalez, 2015) “Estudios realizados por el Ministerio de Salud y el Bienestar Familiar, han revelado que el 35de las personas no consumen frutas diariamente y en una gran proporción el 70% no consumen hortalizas. Estas cifras son desalentadoras para el nivel alimentario y nutricional de los colombianos.

En los hogares colombianos; se han tomado costumbres como lo es remplazar las hortalizas, verduras y frutas por comida chatarra como lo es pizza, hamburguesas, enlatados etc. Y no permite tener una sana alimentación.

Teniendo en cuenta los datos arrojados por Corpoica el consumo de hortalizas requerido por cada persona anual se puede observar en la tabla 11.

Tabla 13.

*Consumo de hortalizas requerido por cada persona año*

	Kilogramos /persona /año
Tomate	10,4
Cebolla de bulbo	7,0
Cebolla en rama o junco	5,0
Zanahoria	4,7
Repollo	3,7
Ahuyama	1,7
Habichuela	1,1
Pimentón	1,0
Arveja	2,3
Ajo	0,7
Lechuga	0,4
Ají	0,4
Pepino	0,4
Remolacha	0,4
Cilantro	0,3
Haba	0,2
Coliflor	0,2
Brocoli	0,1
<b>Total</b>	<b>40 kg</b>

Nota: los cálculos SIM Corporación Colombia Internacional a partir del consumo aparente incluye arveja verde y seca, tomado de Corpoica 2011.

Luego de observar el requerimiento en cuanto al consumo de hortalizas anual por persona se realizó el análisis en cuanto a lo que se produce con el cultivo implementado y el impacto que tiene con el consumo que se requiere por persona.

Tabla 14.

*Beneficio en la seguridad alimentaria*

<b>Lechuga</b>
<p>21 lechugas *2 ciclos de cosecha= 42 lechugas /<math>m^2</math> año.</p> <p>42*500 gramos= 21.000=21 kilogramos / <math>m^2</math> año.</p> <p>En la información recolectada se puede observar que el requerimiento de consumo de lechuga es de 0,4 Kg persona/año y en el sistema produce 21 kg/<math>m^2</math> año, esto es por cada hogar, por lo cual genera impacto positivo en la comunidad debido a que da cumplimiento del consumo requerido por persona año y por lo tanto se genera una alimentación nutritiva y saludable.</p>
<b>Cilantro</b>
<p>21 plántulas de cilantro* 1 ciclo de cosecha=21 plántulas de cilantro/ <math>m^2</math> año.</p> <p>21 *500 gramos=10,5 gr= 0.105 Kilogramos / consumo persona año en 100 <math>m^2</math>.</p> <p>En la información recolectada se puede observar que el requerimiento de consumo de Cilantro es de 0,3 Kg persona/año y en el sistema produce 0,105 kg/<math>m^2</math> año, esto es por cada hogar, por lo cual genera impacto positivo en la comunidad debido a que da cumplimiento del consumo requerido por persona año y por lo tanto se genera una alimentación nutritiva y saludable</p>
<b>Tomate</b>
<p>21 plantas de tomate =1 ciclo de cosecha=21 plántulas de tomate</p> <p>10 kl por planta*21 plántulas= 210 Kilogramos / consumo persona año en 100 <math>m^2</math>.</p> <p>En la información recolectada se puede observar que el requerimiento de consumo de lechuga es de 10,4 Kg persona/año y en el sistema produce 210 kg/<math>m^2</math> año es un bastante alentador, esto es por cada hogar; por lo cual genera impacto positivo en la comunidad debido a que da cumplimiento del consumo requerido por persona año y por lo tanto se genera una alimentación nutritiva y saludable.</p>

Nota: Autoría propia.

**8.4 Ambiental**

### Pimentón

21 plantas de pimentón =1 ciclo de cosecha=21 plántulas de pimentón

4 kl por planta\*21 plántulas= 84 Kilogramos / consumo persona año en 100 m<sup>2</sup>.

Por último se puede observar que el requerimiento de consumo de lechuga es de 1,0 Kg persona/año y en el sistema produce 84 kg/m<sup>2</sup> año es un dato bastante alentador, esto es por cada hogar; por lo cual genera impacto positivo en la comunidad debido a que da cumplimiento del consumo requerido por persona año, por lo tanto se genera una alimentación nutritiva y saludable.

Se evaluó los beneficios que brinda el diseño del sistema hidropónico en tejados y terrazas verdes y los datos fueron los siguientes:

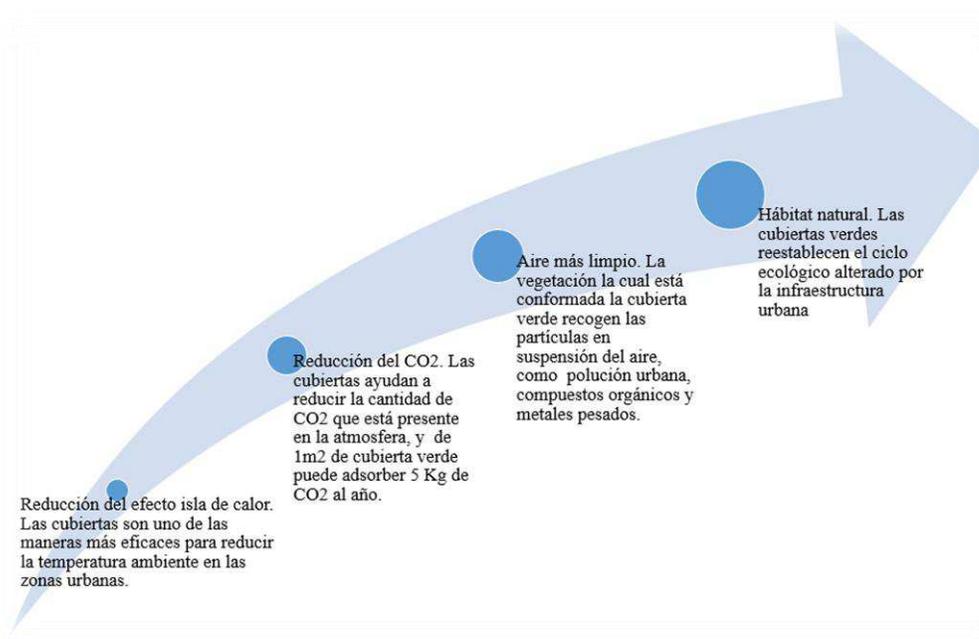


Figura 29. Beneficios ambientales. Nota: Autoría propia.

### 8.5 Análisis costo beneficio

Se llegó a cabo el análisis de la factibilidad del desarrollo del proyecto.

### 8.5.1 Costo del proyecto.

1. Costo de Inversión. de acuerdo a estimaciones realizadas por el grupo de trabajo del proyecto, los costos de inversión que se llevaron a cabo al desarrollar el proyecto, fueron de \$ 3.093.300.
2. Costo de funcionamiento y mantenimiento (anual). Los costos de funcionamiento y mantenimiento serán de \$20.000 por estructura y en total de será de \$200.000 anual y durante los cinco años será de \$1.000.000.
3. Número de beneficiarios (familias). el dato arrojado de la muestra fue de 52 familias de las cuales 10 familias del Barrio Mirador del Municipio de Villanueva Casanare; se acogieron a el proyecto.

### 8.5.2 Costo-beneficio.

Mediante esta sección la idea es poder observar la viabilidad del proyecto, el estado de los resultados en una protección a cinco años, continuación se puede observar el costo-beneficio por cada una de las familias, por cada uno de los productos y por cada año.

Tabla 15.

*Costo-beneficio totales por cada familia año 1*

Año	Hortaliza	Total Kg*Producto	Total Lb * Producto	Precio*Libra	Total	Beneficios-costo*Familia
Año 1	Lechuga	420 lechugas	35 Docenas	636	\$22.260,00	\$2.226,00
	Cilantro	1.05	2. 314854	778	\$1.800.956,00	\$180.095,60
	Tomate	2100	4629. 708	1.136	\$5.259.348,00	\$525.934,80
	Pimenton	840	1851.88	2.500	\$4.629.700,00	\$462.970,00
	<b>Totales</b>	<b>3401. 05</b>	<b>6518. 9022854</b>	<b>5050</b>	<b>\$11.712.264,00</b>	<b>\$1.171.226,40</b>

Nota: Autoría propia.

El costo beneficio para el año 1; se obtienen, a la información que brinda Cora bastos semanalmente de los precios actuales de las hortalizas, vegetales, víveres, frutas, etc. Para este caso se tomaron los datos del mes de octubre del 2017. en donde se puede ver que el costo beneficio por cada familia es de \$1.171.226,40.

Tabla 16.

*Costo-beneficio totales por cada familia año 2*

Año	Hortaliza	Total Kg*Producto	Total Lb * Producto	Precio*Libra	Total	Beneficios-costo*Familia
Año 2	Lechuga	460 lechugas	40 Docenas	668	\$26.720,00	\$2.672,00
	Cilantro	1.575	4. 6341168	858	\$2.836.853,00	\$283.685,30
	Tomate	2110	4651. 754	1. 193	\$5.549.542,00	\$554.954,20
	Pimenton	845	1862. 91	2. 625	\$4.890.138,00	\$489.013,80
<b>Totales</b>		<b>3401. 05</b>	<b>6558. 136806</b>	<b>5303</b>	<b>\$13.303.253,00</b>	<b>\$1.330.325,30</b>

Nota: Autoría propia.

En el año dos se tuvo en cuenta un incremento del 5%; en cada uno de los productos y el costo beneficio fue de \$ 1.330.325,30 por cada familia.

Tabla 17.

*Costo-benéfico totales por cada familia año 3*

Año	Hortaliza	Total Kg*Producto	Total Lb * Producto	Precio*Libra	Total	Beneficios-costo*Familia
Año 3	Lechuga	520 lechugas	45 Docenas	704	\$28.160,00	\$2.816,00
	Cilantro	2.1	4. 62971	901	\$4.171.368,00	\$417.136,80
	Tomate	2113	4658. 368	1. 293	\$6.023.269,00	\$602.326,90
	Pimenton	855	1884.95	2. 756	\$5.194.922,00	\$519.492,20
<b>Totales</b>		<b>3401. 05</b>	<b>6558. 136806</b>	<b>5303</b>	<b>\$15.417.719,00</b>	<b>\$1.541.771,90</b>

Nota: Autoría propia.

Para el año tres arroja el costo beneficio por cada familia de \$1.541.771,90

Tabla 18.

*Costo-beneficio totales por cada familia año 4*

Año	Hortaliza	Total Kg*Producto	Total Lb * Producto	Precio*Libra	Total	Beneficios-costo*Familia
Año 4	Lechuga	580 lechugas	50 Docenas	739	\$36.950,00	\$3.695,00
	Cilantro	2.1	4. 62971	946	\$4.379.705,00	\$437.970,50
	Tomate	2113	4658. 368	1. 358	\$6.326.063,00	\$632.606,30
	Pimenton	860	1895.98	2. 894	\$5.486.966,00	\$548.696,60
<b>Totales</b>	<b>3401. 05</b>	<b>6558. 136806</b>	<b>5303</b>	<b>\$16.229.684,00</b>	<b>\$1.622.968,40</b>	

Nota: Autoría propia.

En el año cuatro arrojó un costo beneficio por cada familia de \$1.622.968,40.

Tabla 19.

*Costo-beneficio totales por cada familia año 5*

Año	Hortaliza	Total Kg*Producto	Total Lb * Producto	Precio*Libra	Total	Beneficios-costo*Familia
Año 5	Lechuga	640 lechugas	55 Docenas	776	\$42.680,00	\$4.268,00
	Cilantro	2.625	5. 7871344	993	\$5.746.624,00	\$574.662,40
	Tomate	2116	4664. 981	1. 426	\$6.652.262,00	\$665.226,20
	Pimenton	865	1907	3.039	\$5.795.373,00	\$579.537,30
<b>Totales</b>	<b>3401. 05</b>	<b>6558. 136806</b>	<b>5303</b>	<b>\$18.236.939,00</b>	<b>\$1.823.693,90</b>	

Nota: Autoría propia.

Tabla 20.

## Presupuesto

		PRESUPUESTOS				
		Año1	Año2	Año3	Año4	Año5
<b>Costo benefico totales por familia</b>		<b>\$ 1.171.226,40</b>	<b>\$ 1.330.325,30</b>	<b>\$ 1.541.771,90</b>	<b>\$ 1.622.968,40</b>	<b>\$ 1.182.693,90</b>
Costo de materias primas						
Semillas		\$ 35.200,00	\$ 44.500,00	\$ 47.600,00	\$ 34.700,00	\$ 46.800,00
Tierra		\$ 27.000,00	\$ -	\$ 32.800,00	\$ -	\$ 35.900,00
Abono		\$ 17.850,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Insecticidas		\$ 40.600,00	\$ 42.750,00	\$ 45.750,00	\$ 48.900,00	\$ 50.820,00
Semillero		\$ 22.650,00	\$ 25.600,00	\$ 27.540,00	\$ 29.870,00	\$ 30.600,00
<b>Total costo</b>		<b>\$ 143.300,00</b>	<b>\$ 112.850,00</b>	<b>\$ 153.690,00</b>	<b>\$ 113.470,00</b>	<b>\$ 164.120,00</b>
Salarios		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mano de obra		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingenieros de la Umata		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Repesentante de la Junta de Accion Comunal		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total Nomina</b>		<b>\$ -</b>				
Gatos		\$ 304.000,00	\$ 315.670,00	\$ 342.000,00	\$ 378.907,00	\$ 407.600,00
Servicios de agua		\$ 254.097,00	\$ 308.000,00	\$ 370.657,00	\$ 386.798,00	\$ 400.564,00
<b>Total Gatos</b>		<b>\$ 558.097,00</b>	<b>\$ 623.670,00</b>	<b>\$ 712.657,00</b>	<b>\$ 765.705,00</b>	<b>\$ 808.164,00</b>
Costo de alquiler de herramientas						
Taladro		\$ 4.500,00	\$ 6.500,00	\$ 7.500,00	\$ 8.500,00	\$ 9.500,00
Compresor		\$ 10.000,00	\$ 12.000,00	\$ 14.000,00	\$ 16.000,00	\$ 18.000,00
<b>Total</b>		<b>\$ 14.500,00</b>	<b>\$ 18.500,00</b>	<b>\$ 21.500,00</b>	<b>\$ 24.500,00</b>	<b>\$ 27.500,00</b>
Otros gastos		\$ 102.900,00	\$ 125.670,00	\$ 127.650,00	\$ 130.540,00	\$ 132.860,00
Mantemimiento		\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
<b>Totales Otros</b>		<b>\$ 302.900,00</b>	<b>\$ 325.670,00</b>	<b>\$ 327.650,00</b>	<b>\$ 330.540,00</b>	<b>\$ 332.860,00</b>

Nota: Autoría propia.

Con ayuda de este presupuesto, se puede observar la cantidad de dinero para lograr cubrir la demanda de cada una de las familias y el porcentaje de consumo. Con el objetivo de tener una cantidad de alimentos disponibles al mes. Para esto se tiene que tener en cuenta una serie de elementos; el cual tienen un determinado costo. Este elemento se puede observar en el presupuesto.

Tabla 21.

*Estado de Resultados*

		ESTADOS DE RESULTADOS				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Costo benefico por familia</b>		\$ 1.171.226,40	\$ 1.330.325,30	\$ 1.541.771,90	\$ 1.622.968,40	\$ 1.182.693,90
<b>Costo materias primas</b>		\$ 143.300,00	\$ 112.850,00	\$ 153.690,00	\$ 113.470,00	\$ 164.120,00
<b>Utilidades brutas</b>		\$ 1.027.926,40	\$ 1.217.475,30	\$ 1.388.081,90	\$ 1.509.498,40	\$ 1.018.573,90
<b>Gatos operacionales</b>						
Salarios						
Depresiacion de los activos		\$ 75.879	\$ 75.879	\$ 75.879	\$ 67.960,00	\$ 67.960,00
Sevicios publicos		\$ 558.097,00	\$ 623.670,00	\$ 712.657,00	\$ 765.670,00	\$ 808.164,00
<b>Totales gastos operacionales</b>		\$ 633.976,00	\$ 699.549,00	\$ 788.536,00	\$ 833.630,00	\$ 876.124,00
<b>Utilidad operacional</b>		\$ 393.950,40	\$ 517.926,30	\$ 599.545,90	\$ 675.868,40	\$ 142.449,90

Nota: Autoría propia.

Este esta tabla se puede observas el costo benefico de cada familia de cada uno de los años, el cual se realizó la proyección el proyecto.

## Conclusiones

- De acuerdo con la investigación realizada de la situación actual de la inseguridad alimentaria en el municipio de Villanueva Casanare, se logró analizar que existe un alto nivel de desnutrición crónica en los niños de 5 a 10 años, otras causas, son; la falta de acceso económico, un bajo nivel de producción entre otras. Lo cual genera que exista hambre en esta población del departamento del Casanare.
- El desarrollo del diseño de cultivos hidropónicos en terrazas y tejados verdes, se logró tener un producto que cumple con requerimientos de calidad, gracias a la filosofía de ingeniería concurrente, también permitió aplicar asignaturas de ingeniería industrial durante el proceso de la investigación.
- En el proceso de validación del diseño, se obtuvo el apoyo de expertos; el cual permitió que el producto cumpliera con las expectativas de la comunidad y por consiguiente lograr ser la mejor alternativa seleccionada.
- Como resultado de la investigación, en el costo beneficio de puede ver que cada familia, obtendrá un 35% de utilidades en cada uno de los años en los que se realizó la proyección del proyecto. Teniendo en cuenta que las familias con las que se realizó dicho proyecto fueron de 10 familias.

### **Recomendaciones**

Las entidades del gobierno deben apoyar más proyectos como este; en cuanto a asesoría técnica y financiamiento, debido a que permite la disminución del alto nivel de inseguridad alimentaria que se presenta en el Departamento del Casanare.

Se recomienda que el proyecto sea implementado en toda la región del Casanare; con apoyo de la gobernación y de la mano con el plan de seguridad alimentaria del Casanare.

## Referencias

- Acuerdo, n. (20 de 12 de 2005). *Por el cual se establecen los lineamientos de la Política Distrital de Seguridad Alimentaria en Bogotá, D.C. y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de por el cual se establecen los lineamientos de la Política Distrital de Seguridad Alimentaria en Bogotá, D.C. y se dictan otras disposiciones: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18559>
- Acuerdo, N. (22 de 12 de 2009). *Por el cual se promueve la implementación de tecnologías arquitectónicas sustentables, como techos o terrazas verdes, entre otras en el D. C. y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de Por el cual se promueve la implementación de tecnologías arquitectónicas sustentables, como techos o terrazas verdes, entre otras en el D. C. y se dictan otras disposiciones: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/norma1.jsp?i=38262>
- Acuerdo n°338. (2009). *Implementar promover y estimular las tecnologías de creación de techos verdes en Bogotá D.C y otras disposiciones*. Obtenido de Implementar promover y estimular las tecnologías de creación de techos verdes en Bogotá D.C y otras disposiciones: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/norma1.jsp?i=37179>
- Acuerdo n°391. (5 de Agosto de 2009). *Plan Distrital de Mitigación y Adaptación al cambio climático*. Obtenido de Plan Distrital de Mitigación y Adaptación al cambio climático: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36976>
- Aguirre & Morera. (2014). *modelación hidrológica de techos verdes productivos*. recuperado el 18 de 2 de 18
- Alvarado & Solano. (11 de 2011). *Desarrollo de un prototipo de sistemas de control de aireado, nivel de agua, movimiento de nutrientes y luz por medio de un plc y control y visualización del tiempo estimado para la cosecha del cultivo por medio de un pic, para cultivos hidropónicos r flot*. Recuperado el 19 de 2 de 2016, de <file:///c:/users/martha/desktop/documento%20del%20proyecto/fuentes/otras/proyecto%20de%20grado-%20prototipo%20para%20el%20control%20del%20aire,%20luz%20artificial,%20nivel%20de%20agua.pdf>

- Amaya., C. (s.f). “Aplicaciones de las técnicas y tecnologías asociadas con la ingeniería simultánea en el sector manufacturero de Barranquilla”. *Revista científica de ingeniería y desarrollo.*( N°8), pp. 1-24. 2000.
- Calderon, A. (s.f). *Tecnologías de manufactura avanzada* . Obtenido de Tecnologías de manufactura avanzada : <https://tecnologiasmanufacturaavanzada.wikispaces.com/file/view/Herramientas+IC+-+Arturo+Calderon.pdf>
- Clavijo; jimenez; et al. (2010). *Plan vial departamental*.
- Consejo de Bogotá. (22 de Diciembre de 2009). *Alcaldía de bogotá*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38262>
- Cortés Torres, J.E; Mancilla López, L.P; Álvarez Uribe, M.C et al. (2007). Caracterización socioeconómica y seguridad alimentaria de los hogares productores de alimentos para el autoconsumo, Antioquia-Colombia. *Redalyc.org*, pp 109-122. Recuperado el 16 de 3 de 2016, de <http://www.redalyc.org/html/1992/199216336008/>
- Decreto, N. (4 de 12 de 2009). *Por el cual se crea la Comisión Intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional, cisan*. Obtenido de por el cual se crea la comisión intersectorial de seguridad alimentaria y nutricional, cisan: [http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto\\_2055\\_2009.htm](http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_2055_2009.htm)
- EcuRed*. (2015). Recuperado el 30 de marzo de 2016, de EcuRed: [http://www.ecured.cu/Jardines\\_Colgantes\\_de\\_Babilonia](http://www.ecured.cu/Jardines_Colgantes_de_Babilonia)
- EkdahL y Gustafsson, 1997; Cristiano et al.2000; Martins y Aspinwall, 2001. (s.f.). qfd: the Swedish experience. In: symposium on quality function deployment. *Scielo*, 15-27.
- Ensin. (2010). *Encuesta nacional de la situación nutricional en Colombia 2010*. Obtenido de icbf: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/Resumenfi.pdf>
- Fao. (2011). *La Seguridad Alimentaria: Información para la toma de decisiones*. Bogota.
- Fao. (2014). Seguridad alimentaria . 1. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/columnas-de-opinion/la-seguridad-alimentaria-170910>
- Garduño, F. (9 de 6 de 2011). *Modelo de Producción de Forraje Verde Mediante Hidroponía*. Recuperado el 14 de 3 de 2016, de

file:///C:/Users/Martha/Desktop/Documento%20del%20proyecto/fuentes/otras/Tesis%20modelo%20de%20produccion%20de%20fv.pdf

- González Martínez, L. (1985). *Manual de investigaciones*. Guadalajara, Mexico: Itesco.
- Gonzalez, A. (2015). En Colombia 35% de las personas no consumen frutas y 70% no consume hortalizas diariamente. *Ministerio de Agricultura*.
- Grupo XaXeni S, de R, L, de C, V. (s.f.). *Cosechando natural del huerto a la sopa* . Obtenido de Cosechando natural del huerto a la sopa : [https://www.cosechandonatural.com.mx/guia\\_para\\_comenzar\\_con\\_hidroponia\\_paso\\_a\\_paso\\_guia21.html](https://www.cosechandonatural.com.mx/guia_para_comenzar_con_hidroponia_paso_a_paso_guia21.html)
- Grupo de colaboradores . (24 de 7 de 2015). Significado de Simultánea | Definición, Concepto y Qué es Simultánea. *Enciclopedia culturalia*. Obtenido de <https://edukavital.blogspot.com.co/2015/07/significado-de-simultanea-definicion.htm>
- grupo xaxeni s de r.l, d. c. (s.f). *cosechando natural del huerto a la sopa*. recuperado el 30 de marzo de 2016, de cosechando natural del huerto a la sopa: [https://www.cosechandonatural.com.mx/que\\_es\\_hidroponia\\_articulo2.html](https://www.cosechandonatural.com.mx/que_es_hidroponia_articulo2.html)
- Guerrero & Gámez. (2014). *evaluación y pre diseño de techos verdes para la reutilización de aguas lluvias en la univiversidad militar nueva granada*. Recuperado el 5 de 4 de 2017, de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11478/2/Evaluaci%C3%B3n%20y%20predise%C3%B1o%20de%20techos%20verdes.pdf>
- Guerrero, Z; Gámez A. (2014). *evaluación y pre-diseño de cubiertas verdes para la reutilización de aguas lluvias en la universidad militar nueva granada: una perspectiva desde universidad saludable*. Bogotá, Colombia.
- Hernández, et al. (2003). *Metodología de la investigacion*. Iztapalapa , México: Atlas.
- insulation, K. (2017). *Urbanscape*. Recuperado el 30 de 8 de 2017, de Urbanscape: <http://www.urbanscape.es/es/content/beneficios-sociales>
- Isaza, M. (26 de 02 de 2016). *5 pasos para ralizar la vigilancia tecnológica* . Obtenido de 5 pasos para ralizar la vigilancia tecnológica : <http://www.mdc.org.co/single-post/2016/02/26/5-pasos-para-realizar-vigilancia-tecnol%C3%B3gica>

- Ley, n. (6 de 6 de 1997). *Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua*. Obtenido de Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua: [http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0373\\_1997.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf)
- Miguel, M. (1993,97-101). La IAP "un paradigma para e cambio social". En *Docuementacion Social* (págs. p.97-101). Madrid.
- Min. (s.f.).
- Minke, G. (8 de 2004). *Techos verdes "Planificacion, ejecucion, consejos prácticos*. Recuperado el 21 de 3 de 2017, de <file:///C:/Users/Martha/Desktop/Documento%20del%20proyecto/fuentes/minke-gernot-techos-verdes.pdf>
- Morales, A. (1999). Aportes y limitaciones de las tesis mas difundidas formuladas para analizar el hecho agricoola y la cuestión agroalimentaria en Venezuela. *Revista venezolana de analisis de conyuntura*, 2, 225-258.
- n/a. (s.f). *Diccionario actual* . Obtenido de Diccionario actual : <https://diccionarioactual.com/cultivos-hidroponicos/>
- Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnologica*. (28 de 11 de 2016). Recuperado el 28 de 11 de 2016, de Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnologica: <http://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-conceptos>
- Ohfuji, T et al. (1997). Metodos de desbobrimento da qualidade(1). *scielo*, 256. Obtenido de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000236&pid=S0104-530X200400010000400016&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000236&pid=S0104-530X200400010000400016&lng=en)
- Pérez, J., & Razz, R. (9 de 2009). Teoria general de los sistemas y su aplicación en el estudio de la segurisas agroalimentaria. *Revista de las ciencias sociales*, 15(3). Obtenido de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-95182009000300010](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182009000300010)
- Quintabani, A. (2011). *Techos verdes, una opcion para mitigar la contaminación ambiental en la ciudad de Bogota*. Obtenido de *Techos verdes, una opcion para mitigar la contaminación ambiental en la ciudad de Bogota*.
- Reason P,1998 ; Latorre A ,1996; Villasante Tr, 2000; Rodríguez G, 1996; Bray JN, 2000. (s.f.). Metodología de la investigacion cualitativa . *sage*.

- Resolución n°6619, R. (20 de Diciembre de 2011). *Las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verticales*. Obtenido de Las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verticales.
- Resolución, n. (6 de 12 de 2011). *Por medio de la cual se adopta la Guía Técnica de Techos Verdes*. Obtenido de Por medio de la cual se adopta la Guía Técnica de Techos Verdes: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/norma1.jsp?i=45082>
- Resolución n°6423. (6 de Diciembre de 2011). *Diseño e implementación de jardines verticales en el Distrito Capital*. Obtenido de Diseño e implementación de jardines verticales en el Distrito Capital: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45082>
- ResoluciónN°6619, R. (20 de Diciembre de 2011). *las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verdes*. Obtenido de las características y condiciones para el diseño e implementación de jardines verdes: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45265>
- Rios, A. J. (s.f). "Ingeniería concurrente en el diseño de modelos de inyección". *Revista Informe de proyectos :tap-961453-c02-02(cicyt), d204/1998(atyca-miner)*.
- Ruiz, J. (19 de 2 de 2010). *hydrohome*. Recuperado el 2016, de <file:///c:/users/martha/desktop/documento%20del%20proyecto/fuentes/otras/tesis-%20hydrohome.pdf>
- Sánchez, I. (junio de 2012). *manual para el diseño e instalación de una azotea verde*. Recuperado el 18 de 2 de 2016, de <file:///c:/users/martha/desktop/documento%20del%20proyecto/fuentes/otras/tesis-manual%20para%20el%20diseño%20e%20instalación%20de%20una%20azotea%20verde.pdf>
- Sánchez, I. (7 de 3 de 2016). *innatia*. obtenido de innatia: <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-todo-sobre-el-cultivo-hidroponico-de-la-mano-de-itzel-sanchez-4468.html>
- Secretari Distrital De Ambiente. (20 de Diciembre de 2011). *Alcandia de Bogotá*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=45265>
- Shina, 1991; Cheng et al., 1995; Ohfuji et al., 1997; Costa, 1999; Nogueira et al., 1999. (s.f.). *Scielo*.

- Valbuena. (2012). *implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de honda, tolima (colombia)*. Recuperado el 20 de 6 de 2016, de <https://repository.javeriana.edu.co:8443/bitstream/handle/10554/8985/RhodesValbuenaMateode2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valbuena, M. d. (2012). *implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de honda, tolima (colombia)*. Bogotá, Colombia.
- Vega Paternina, J. C., García Collante, M. A., Zielinski, S., & (2012). *Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, S. M.-M.-1. (s.f.)*.
- Verdegen. (8 de 4 de 2017). *Generación verde* . Obtenido de generación verde : <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>
- Vivero Chaclacayo. (s.f). Recuperado el 30 de 8 de 2017, de vivero chaclacayo: <http://www.viverochaclacayo.com.pe/clasificacin-de-techos-verdes-679-general.html>
- Zielnski, S; Garcia Collante, M. A;Vega Paternina, J.C et al. (2012). *Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? pp 91-104*. Recuperado el 18 de 2 de 2016, de *Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?:* <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169424101008.pdf>

**Lista de tablas**

Tabla 1. La subalimentación en el mundo, 1990-92 a 2014-16	15
Tabla 2. Grados de inseguridad alimentaria de la población.	18
Tabla 3. Nivel de pobreza municipio de Villanueva Casanare	20
Tabla 4. Peso requerido para cada tipo de techo	34
Tabla 5. Normas relacionadas con los techos verdes	41
Tabla 6. Sistemas de variables.	44
Tabla 7. Instrumentos de recolección	46
Tabla 8. Proceso metodológico	47
Tabla 9. Situación actual de la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare	49
Tabla 10. Costos de la estructura	61
Tabla 11. Características de calidad	62
Tabla 12. Beneficios del diseño y funcionamiento	68
Tabla 13. Consumo de hortalizas requerido por cada persona año	69
Tabla 14. Beneficio en la seguridad alimentaria	70
Tabla 15. Costo-beneficio totales por cada familia año 1	72
Tabla 16. Costo-beneficio totales por cada familia año 2	73
Tabla 17. Costo-beneficio totales por cada familia año 3	73
Tabla 18. Costo-beneficio totales por cada familia año 4	73
Tabla 19. Costo-beneficio totales por cada familia año 5	74
Tabla 20. Presupuesto	74
Tabla 21. Estado de Resultados	75

## Lista de figuras

Figura 1.Evolución de la distribución del hambre en el mundo: número y proporción de personas subalimentadas por región, 1990-92 y 2014-2016.	16
Figura 2.Prevalencia de la inseguridad alimentaria en los hogares.	17
Figura 3.Prevalencia de la inseguridad alimentaria en los hogares.	19
Figura 4. Análisis del problema	19
Figura 5.Pasos para implementación de un cultivo hidroponico	31
Figura 6.Etapas de la ingeniería concurrente.	36
Figura 7.Técnicas de la ingeniería concurrente.	37
Figura 8.Conceptos elementales de la investigación.	40
Figura 9.Lluvia de ideas para la realización de la espina de pescado.	50
Figura 10.Espina de pescado.	51
Figura 11.Pregunta 1.	51
Figura 12.Pregunta 2.	52
Figura 13.Pregunta 3.	52
Figura 14.Pregunta.	53
Figura 15.Pregunta 5.	53
Figura 16.Pregunta 6.	54
Figura 17.Pregunta 7.	54
Figura 18.Primera etapa de la ingeniería concurrente.	56
Figura 19.Prueba piloto de sistema de riego.	57
Figura 20.Diseño del prototipo.	58
Figura 21.Decisión del diseño elegido.	59
Figura 22.Prototipo del diseño.	60
Figura 23.Segunda etapa de la ingeniería concurrente.	63
Figura 24.Proceso de verificar.	63
Figura 25.Proceso de validar.	64
Figura 26.Proceso de producir.	65
Figura 27.Ciclo de riego.	66
Figura 28.Ventajas de cantidad y calidad.	67

Figura 29. Beneficios ambientales.

**Lista de anexos**

Anexo 1. Evidencias de trabajo familias # 1	89
Anexo 2. Evidencias de trabajo familia # 2	89
Anexo 3. Evidencias de trabajo de familia # 3	90
Anexo 4. Evidencias de trabajo familia # 4	90
Anexo 5. Evidencias de trabajo familia # 5	91
Anexo 6. Evidencias de trabajo familias # 6	91
Anexo 7. Constancia de participación de la Junta de acción comunal	92
Anexo 8. Carta de aceptación del Secretario de Ambiente y Desarrollo Económico	93
Anexo 9. Ficha técnica del diseño	94
Anexo 10. Presupuesto general	95
Anexo 11. Certificado de encuentro regional de semilleros de investigación guardianes del entorno	96
Anexo 12. Certificado de Participación en el IX Encuentro Institucional	97

## Anexos

### Anexo 1. Evidencias de trabajo familias # 1



### Anexo 2. Evidencias de trabajo familia # 2



Anexo 3. Evidencias de trabajo de familia # 3



Anexo 4. Evidencias de trabajo familia # 4



### Anexo 5. Evidencias de trabajo familia # 5



### Anexo 6. Evidencias de trabajo familias # 6



Las evidencias de las otras familias no se tienen debido a que la comunidad no permitió tomar las evidencias fotográficas

Anexo 7. Carta de aceptación del Secretario de Ambiente y Desarrollo Económico



VILLANUEVA CASANARE 21 DE MARZO DEL 2017

JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL BARRIO MIRADOR

Personería jurídica 00111 de 08 junio 2000

Resolución -799

EL SUSCRITO PRESIDENTE DE LA JUNTA DE ACCIÓN COMUNAL  
BARRIO MIRADOR

HACE CONSTAR:

Que la estudiante de Ingeniería Industrial Aura Cristina Castro Moreno, mayor de edad con cedula de ciudadanía No. 1.118.199.521 expedida en Villanueva Casanare; Está realizando el proyecto La ingeniería concurrente en el diseño, construcción e implementación de sistemas hidropónicos en tejados y terrazas verdes para la seguridad alimentaria en Villanueva Casanare con la comunidad del barrio mirador.

Esta se expidió a solicitud del interesado en Villanueva Casanare, a los veintiuno (21) días del mes de Marzo del 2017.

Gloria Yaneth Bohórquez Arias  
Presidenta Junta de Acción Comunal  
CC. 39.948.620 De Villanueva Casanare

Argenida Barrera Lenys  
Fiscal Junta de Acción Comunal  
CC. 40.395.145 De Villavicencio

## Anexo 8. Carta de aceptación del Secretario de Ambiente y Desarrollo Económico

21 de Marzo del 2017, Villanueva Casanare

Señor

Javier Mendoza Aldana

Secretario de Ambiente y Desarrollo Económico

Me dirijo a usted con el fin de solicitar asesoría técnico para la ejecución del proyecto LA INGENIERÍA CONCURRENTE EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS HIDROPÓNICOS EN TEJADOS Y TERRAZAS VERDES PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN VILLANUEVA CASANARE.

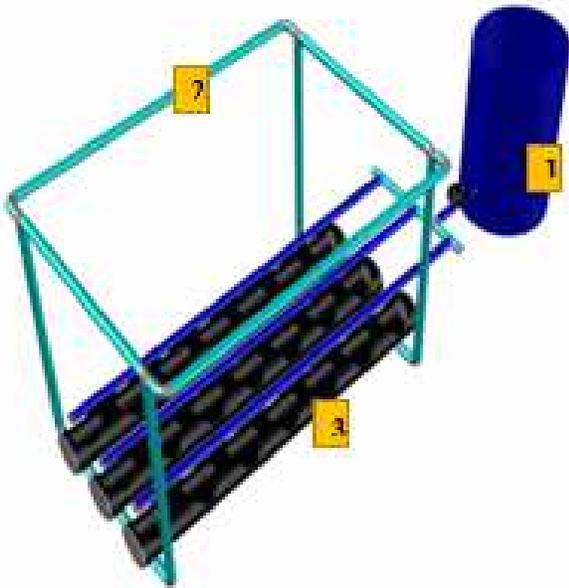
Esperando una respuesta favorable a esta humilde petición me despido nosin antes darle las gracias a ustedes por el apoyo.



Aura Cristina Castro Moreno

c.c. 1.118.199.521 de Villanueva Casanare

## Anexo 9. Ficha técnica del diseño

FICHA TECNICA	
Nombre de la empresa	Eco-dci
Contacto	Aura Cristina Castro Moreno
Teléfono	3219863913
Sitio web	No posee actualmente
<p><b>Información general:</b> Este producto sirve para cultivar alimentos como: frutas, vegetales hortalizas entre otros; el cual permite que los alimentos sea inocuos y brindan una variedad de nutrientes, vitaminas, lo más importante es amigable con el medio ambiente.</p>	
Fotografía	Descripción técnica del producto
	<ol style="list-style-type: none"> <li> <b>Sistema de riego</b>            Esta compuesto por una caneca de 20 galones cuyas medidas son:            Diámetro:306.3mm            Largo:306.3mm            Ancho:306.3mm            Alto:362.7mm            El tubo azul claro mide 20cm a cada lado y esta unido a una t de pvc, las manguetas azules oscuras miden un metro de largo y de ancho 16mm.         </li> <li> <b>Cubrimiento</b>            De ancho 56cm y de largo 87 cm unidos cada una de los tubos con t y codos de pvc y una pilisombra;pegada con 20 amarres plasticos.         </li> <li> <b>Canales de plantulas</b>            Los tubos de 3 pulgadas y las 21 cavidades de 3 pulgadas con tapones de prueba de 3 pulgadas a cada extremo.         </li> </ol>
<p>Otras características:            Producto fabricado; según la necesidad o requerimientos del cliente</p>	

## Anexo 10. Presupuesto general

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>						
<b>1.MANO DE OBRA</b>						
<b>Nombre y Apellido</b>	<b>Funcion dentro del proyecto</b>	<b>Valor hora(\$)</b>	<b>Dias por semana</b>	<b>Dias de la semana</b>	<b>Semanas del mes</b>	<b>SUB-TOTAL</b>
Aura Cristina Castro Moreno	Lider	\$5.000,00	2	6	4	\$240.000,00
<b>SUB-TOTAL</b>						\$240.000,00
<b>2.PERSONAL DE APOYO</b>						
Ingeniero 1 de la UMATA	Asesor	\$30.000,00	1	6	4	\$720.000,00
Ingeniero 2 de la UMATA	Asesor	\$30.000,00	1	6	4	\$720.000,00
<b>SUB-TOTAL</b>						\$1.440.000,00
<b>3.VIATICOS</b>						
<b>Nombre del recurso</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad por mes</b>	<b>Cantidad en el año</b>	<b>SUB-TOTAL</b>	
Hotel	\$20.000,00	1	2	12	\$480.000,00	
Alimentacion	\$6.000	3	2	12	\$432.000	
Transporte	\$38.000,00	2	2	12	\$1.824.000,00	
<b>SUB-TOTAL</b>						\$2.736.000,00
<b>3.MATERIALES E INSUMOS</b>						
<b>Items (materiales e insumos )</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>SUB-TOTAL</b>			
Mangera 16 mm	32	\$300,00	\$9.600,00			
Soldadura PVC	1	\$3.500,00	\$3.500,00			
Limpiador PVC	1	\$2.500,00	\$2.500,00			
Amarre plastico	2	\$2.000,00	\$4.000,00			
Segueta N.19 hierro	1	\$3.200,00	\$3.200,00			
Tubo 1/2 semipesado-unidad	7	\$1.656,00	\$11.592,00			
Tubo 3 pulgadas-unidad	3	\$3.448,00	\$10.344,00			
Tubo presión 1/2-unidad	15	\$603,00	\$9.045,00			
Tapón prueba de 3-pulgadas sanitario	18	\$776,00	\$13.968,00			
Codo presión 1/2 -pulgadas	24	\$300,00	\$7.200,00			
Esmalte negro	1	\$12.000,00	\$12.000,00			
Tinner 3 litros	1	\$1.500,00	\$1.500,00			
Semilla de pimenton - paquete	1	\$2.200,00	\$2.200,00			
Semilla de tomate -paqueta	1	\$2.200,00	\$2.200,00			
Plantulas de cilandron-Unidad	21	\$120,00	\$2.520,00			
Hipoclorito al 15% -galón	1	\$10.000,00	\$10.000,00			
Adaptador hembra de 1/2 -pulgada-unidad	3	\$300,00	\$900,00			
Adaptador macho de 1/2 pulgada-unidad	3	\$300,00	\$900,00			
Registro PVC de 1/2 pulgada -unidad	3	\$2.241,00	\$6.723,00			
Unión presión de 1/2 pulgada-unidad	12	\$325,00	\$3.900,00			
Tapón roscado de 1/2- pulgada-unidad	6	\$250,00	\$1.500,00			
Cinta teflon 1/2-unidad	1	\$1.078,00	\$1.078,00			
Cuerda PP C 03 -metro	10	\$259,00	\$2.590,00			
Pintura negra brillante-unidad	1	\$6.600,00	\$6.600,00			
Canecas de 20 Litros	10	\$700,00	\$7.000,00			
Neumatico moto-unidad	2	\$900,00	\$1.800,00			
Polisombra -metro	10	\$1.500,00	\$15.000,00			
Tapón para mangera de 16 mm- unidad	9	\$1.200,00	\$10.800,00			
Cilicona-unidad	1	\$8.700,00	\$8.700,00			
Abono triple 18 -kg	1	2500	\$2.500,00			
<b>SUB-TOTAL</b>						\$175.360,00
<b>4.EQUIPOS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Valor por hora</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>SUB-TOTAL</b>		
Taladro	\$1.500,00	3	1	\$4.500,00		
Compresor	\$5.000,00	2	1	\$10.000,00		
<b>SUB-TOTAL</b>						\$14.500,00
<b>5.OTROS</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Valor unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>SUB-TOTAL</b>			
Fotocopias	\$100,00	200	\$20.000,00			
Internet	\$35.000,00	-	\$35.000,00			
Marcadores	\$1.700,00	4	\$6.800,00			
Tablero	\$20.000,00	1	\$20.000,00			
Paquete Hojas blancas	\$21.000,00	-	\$21.000,00			
<b>SUB-TOTAL</b>						\$102.800,00
<b>TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>						\$3.093.300,00

Anexo 11. Certificado de encuentro regional de semilleros de investigación guardianes del entorno

**ENCUENTRO REGIONAL  
DE SEMILLEROS DE  
INVESTIGACIÓN **XIV**  
GUARDIANES DEL ENTORNO**





*Certifica que:*

***Aura Cristina Castro Moreno***

*Identificado(a) con Cedula de Ciudadanía No. 1.118.199.521*

*Asistió como*

***Ponente***

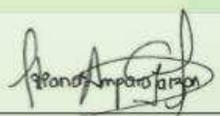
*De la*

***UNIVERSITARIA AGUSTINIANA***

*Los días 11, 12 y 13 de Mayo de 2016 en la Universitaria Agustiniiana.*



**GERMÁN EDUARDO VARGAS ZAPATA**  
Coordinador RedCOLSI  
Nodo Bogotá - Cundinamarca



**LILIANA GARZÓN FORERO**  
Secretaria RedCOLSI  
Nodo Bogotá - Cundinamarca

## Anexo 12. Certificado de Participación en el IX Encuentro Institucional

