



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN MEDIO
AMBIENTE**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES PARA EL BIOCLIMATISMO
EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTORES:

**BRAVO MORÁN ANGÉLICA LUCRECIA
LOOR MOREIRA KELLY CONCEPCIÓN**

TUTORA:

ING. LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO Mg.C.A

CALCETA, ABRIL 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

ANGÉLICA LUCRECIA BRAVO MORÁN Y KELLY CONCEPCIÓN LOOR MOREIRA, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

ANGÉLICA L. BRAVO MORÁN

KELLY C. LOOR MOREIRA

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

ING. LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO, Mg.C.A, certifica haber tutelado el proyecto **SISTEMAS DE CUBIERTAS VERDES PARA EL BIOCLIMATISMO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**, que ha sido desarrollada por **ANGÉLICA LUCRECIA BRAVO MORÁN Y KELLY CONCEPCIÓN LOOR MOREIRA**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO, Mg.C. A

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **SISTEMAS DE CUBIERTAS VERDES PARA EL BIOCLIMATISMO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**, que ha sido propuesto, desarrollado por **ANGÉLICA LUCRECIA BRAVO MORÁN Y KELLY CONCEPCIÓN LOOR MOREIRA**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. Carlos Villafuerte Vélez, Mg.C. A

MIEMBRO

ING. Jorge Cevallos Bravo, MSC

MIEMBRO

ING. Carlos Delgado Villafuerte, Mg.C. A

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por sus bendiciones y por darnos la oportunidad de ser personas de bien y por permitirnos hacer realidad nuestro sueño como profesionales.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por darnos la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad por la hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día con humildad y dedicación.

A nuestra tutora Ing. Laura Gema Mendoza Cedeño por ser nuestra guía durante este proceso y por el apoyo brindado de manera incondicional para el desarrollo de nuestra tesis, por fortalecer nuestros conocimientos impartiendo sus enseñanzas, como persona y amiga.

Al Sr y amigo Alfredo Pinargote por ser parte fundamental en este trabajo ya que con sus consejos y apoyo moral estuvo presente en cada momento brindándonos su ayuda necesaria para lograr este objetivo.

A los docentes de la Carrera de Medio Ambiente, por brindarnos sus enseñanzas y conocimientos a lo largo de estos cinco años de vida universitaria, paciencia y constancia, por ayudarnos a formarnos como profesionales.

A nuestros padres los seres más importantes de nuestras vidas, por ser nuestro pilar fundamental en cada momento de nuestras vidas, por ser esas guías en nuestros caminos y por brindarnos el impulso de seguir adelante para lograr nuestros objetivos planteados.

Las Autoras

DEDICATORIA

A Dios quien supo guiarme por un buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes me brindaron todo su apoyo, consejos, comprensión y ayudándome en los momentos difíciles, y por la ayudarme con los recursos necesarios para estudiar tomando en cuenta que tenía que alejarme totalmente de mi familia por la distancia. Ellos me han dado todo lo que soy como persona, mis valores y mis principios, mi carácter que me ha permitido conseguir mis objetivos y seguiré luchando para conseguir mis metas.

A mis hermanos por estar siempre presente, acompañándome para poderme realizar en mis estudios. A mi esposo por estar apoyándome en los malos y buenos momentos, en las dificultades y en los momentos en los cuales pensaba por retirarme de mis estudios, especialmente a mi hija Ainhoa Aitiana Díaz Bravo que es una bendición y un regalo de Dios es mi fortaleza para seguir adelante luchando por alcanzar mis metas así mismo es mi motivación, inspiración y felicidad en mi hogar.

“El mundo está en las manos de aquellos que tienen el coraje de soñar y correr el riesgo de vivir sus sueños”. Paulo Coelho

ANGÉLICA L. BRAVO MORÁN

DEDICATORIA

Dedico este triunfo con toda la humildad de mi corazón al creador de todas las cosas, Dios y a la Virgen de Guadalupe por todas sus bendiciones recibidas, por permitirme vivir grandes logros en mi vida ya que siempre me dieron fuerzas y me guiaron por el camino de la luz con cada oración que les dedicaba.

A mis padres amados a el Sr. Gregorio Loor y Sra. Lorena Moreira que los catalogo como pieza fundamental en mi vida ya que aparte de su ayuda económica también me apoyaron brindándome sus enseñanzas y consejos, llevando juntos una lucha constante en la cual lograron que me superara día tras día.

A mi esposo Eduardo Cevallos por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa, ya que con su amor y perseverancia logró que me mantuviera firme en cada paso que daba; también a mi bella hija Keily Sophía Cevallos, por ser el mejor de los regalos que Dios me puedo obsequiar en mi vida.

A toda mi familia, hermanos, tíos, primos etc., que con sus consejos me ayudaron y estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos a lo largo de mi carrera.

A mis seres queridos que descansan en el cielo y que ahora desde lo más alto recibo sus grandes bendiciones.

A mi tutora Gema Laura Mendoza y a los miembros de mi tribunal por sus horas dedicadas y enseñanzas compartidas.

Y por último a cada uno de mis docentes que a lo largo de estos 5 años impartieron en mí sus conocimientos, forjando una buena educación día tras día y que ahora son parte fundamental en esta nueva etapa de mi vida.

KELLY C. LOOR MOREIRA

TABLA DE CONTENIDO

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
TABLA DE FIGURAS, GRÁFICOS Y CUADROS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Idea a defender	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Sistema de cubiertas verdes	4
2.2. Bioclimatismo.....	4
2.3. Hidroponía.....	4
2.4. Ventajas de la hidroponía.....	5
2.5. Cultivos hidropónicos	6
2.6. Sistema hidropónico en agua.....	6
2.6.1. Sistema nft (nutrient film technique)	6
2.6.1.1. Ventajas del sistema nft	8
2.6.1.2. Desventajas del sistema nft.....	8
2.7. Cultivo nft horizontal.....	9
2.8. Nutrición hidropónica.....	9
2.9. Soluciones nutritivas	10
2.10. Temperatura de la solución nutritiva	10
2.10.1. Calidad del agua en la solución nutritiva	11
2.10.2. Ph en la solución nutritiva.....	11

2.10.3.	Conductividad eléctrica en la solución nutritiva	11
2.10.4.	Oxigenación a la solución nutritiva	12
2.11.	Plantas ornamentales	12
2.12.	Hortalizas	12
2.13.	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> c.)	13
2.13.1.	Características taxonómicas de la lechuga	13
2.14.	Regulación de temperaturas y ahorro energéticos	14
2.15.	Islas de calor urbanas	14
2.16.	Recreación y mejora del ambiente urbanos.....	16
2.17.	Confort térmico	16
2.17.1.	Temperatura del aire	16
2.17.2.	Humedad relativa del aire.....	16
2.17.3.	Movimiento del aire	17
2.17.4.	Radiación solar.....	17
2.18.	Marco referencial	17
2.18.1.	Estudios realizados sobre sistemas de cubiertas verdes para el bioclimatismo	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		20
3.1.	Ubicación	20
3.2.	Duración del trabajo.....	21
3.3.	Tipo de investigación	21
3.4.	Variables en estudio	21
3.4.1.	Variable independiente.....	21
3.4.2.	Variable dependiente	21
3.5.	Métodos y técnicas.....	21
3.5.1.	Métodos.....	21
3.5.2.	Técnicas	22
3.6.	Procedimientos	22
3.6.1.	Fase 1: diseño del sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización.....	22
3.6.2.	Fase 2: implementación del sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización.....	24
3.6.3.	Fase 3: evaluación de la eficiencia del sistema de cubiertas verde	
	25	
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		27
4.1.	Diseño del sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización	27

4.1.1. Reconocimiento del área de estudio	27
4.1.2. Establecimiento de los parámetros para un sistema de cubiertas verdes	27
4.2. Implementación del sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización	29
4.2.1. Tipos de plantas a utilizar	29
4.2.2. Aplicación del sistema nft (técnica de cultivo en flujo laminar)	30
4.3. Evaluación la eficiencia del sistema de cubiertas verde	32
4.3.1. Monitoreo de temperatura	32
4.3.2. Valoración de la eficiencia entre una casa convencional y la casa con el sistema de cubiertas verdes	33
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
5.1. Conclusiones	42
5.2. Recomendaciones	42
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	48

TABLA DE FIGURAS, GRÁFICOS Y CUADROS

FIGURAS

Figura 2. 1. Sistema de cultivo NFT en lechugas.	7
Figura 2. 2. Isla térmica.	15
Figura 3. 1. Ubicación satelital del bosque Politécnico.....	20
Figura 4. 1. Área de estudio	27
Figura 4. 2. Plantas ornamentales.....	30
Figura 4. 3. Semillero de 15 cm de las lechugas.	30
Figura 4. 4. Plantación de las semillas de lechuga.	30
Figura 4. 5. Implementación del sistema NFT.	31

GRÁFICOS

Gráfico 4. 1. Plano de la construcción de la casa.....	28
Gráfico 4. 2. Resultados de % de temperatura máxima del sistema de cubiertas verdes.	33
Gráfico 4. 3. Resultados de % de temperatura máxima de la casa convencional.	34
Gráfico 4. 4. Resultados de % de temperatura mínima del sistema de cubiertas verdes.....	35
Gráfico 4. 5. Resultados de % de temperatura mínima de la casa convencional.	36
Gráfico 4. 6. Temperaturas de los tres horarios.....	37
Gráfico 4. 7. Diferencia de temperatura en los dos tipos de casas.	38

Gráfico 4. 8. Resultados de % de humedad del sistema de cubiertas verdes.....	39
Gráfico 4. 9. Resultados de % de humedad de la casa convencional.	40

CUADROS

Cuadro 2. 1. Fertilizantes para hidroponía.....	9
Cuadro 2. 2. Taxonomía de la lechuga.	13
Cuadro 3. 1. Características de la ubicación de la investigación.....	20
Cuadro 4. 1. Nutrientes para las plantas.....	31

RESUMEN

La investigación se centró en la comparación de temperatura y humedad relativa en dos casas; una fue una casa convencional y la otra una casa con la implementación de un sistema de cubiertas verdes mediante cultivos hidropónicos que se llevó a cabo en el bosque Politécnico de la ESPAM MFL. Se ejecutó como investigación comparativa de dichos factores para la valoración de la eficiencia del sistema de cubiertas verdes en la cual se obtuvieron datos estadísticos como la toma de temperatura y la humedad relativa. Se utilizaron plantas ornamentales y hortalizas para el respectivo cultivo ya que estas plantas fueron trasladadas a tubos PVC para la aplicación de nutrientes como (P-K-Ca) siendo utilizadas para el sistema NFT (Nutrient Film Technique) conocido como técnica de la película de nutrientes. Esta técnica consistió en la recirculación de la solución nutritiva a través de varios canales de tubos de PVC, ya que con la ayuda de una bomba la solución nutritiva regresa nuevamente por todo el circuito. La recirculación suministrará los nutrientes necesarios a las plantas por medio de las raíces que cuelgan desde las canastillas del contenedor para que la planta se desarrolle y crezca adecuadamente. Los resultados de los objetivos mostraron que mediante la instalación de estos sistemas sí se logró mantener una reducción de temperatura, dando así una diferencia significativa de más menos 1 entre ambas casas en la cual se determinó los grados de temperaturas y los porcentajes de la humedad relativa presentes.

Palabras claves: sistema NFT, cultivo hidropónico, recirculación.

ABSTRACT

The research focused temperature and relative humidity on two of houses; one was a traditional house and the other house with the implementation of a system of green roofs with hydroponic crops the second one was carried out in the Polytechnic Forest of the MFL ESPAM. It was carried out as comparative investigation to both house for the evaluation of the efficiency of the system of green roof in which statistical data were obtained from each temperature capture were obtained and the relative humidity. Ornamental plants and vegetables were used for the cultivation, these plants were moving in the tubes PVC (nutrients were applied P-K-Ca) and used in the NFT system (nutrient film technique). This technique consisted of the re-circulation of the nutrient solution through several PVC channels, which with the help of a pump the nutrient solution returned throughout the circuit. The recirculation supplies the necessary nutrients to the plants through the roost that hang from the baskets of the container so that the plant develops and grows appropriately. The results of the obtained objectives showed that by installing these systems if it was possible to maintain a temperature reduction, thus giving a significant difference of 1 between both houses in which was determined the temperature degree and the relative humidity percentages.

Keywords: NFT system, hydroponic culture, recirculation.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años las actividades antropogénicas han ocasionado un incremento de la temperatura, afectando la termorregulación de los seres vivos que habitan ya sean en áreas urbanas y rurales (Valbuena, 2012). Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), las altas temperaturas provocan un estrés excesivo en el organismo debido que en las grandes ciudades existe un mayor porcentaje de edificaciones y pocas áreas verdes que no permiten el equilibrio de una termorregulación en el ambiente.

Redondo (2014), manifiesta que la reducción de espacios verdes, ha ido en aumento durante años ya que la población va creciendo de forma exponencial; la cual se incrementa debido a la cantidad de vehículos en zonas rurales y agudizándose en zonas urbanas, trayendo consigo una gran cantidad de contaminación atmosférica.

En el Ecuador, se presenta esta problemática en cuanto a las grandes edificaciones que ha ido generando el efecto de Isla de Calor Urbana. Esto es una variación de temperatura causada por las construcciones de hormigón, cuyos materiales son adsorbentes de calor con respecto a las áreas verdes (Córdova, 2011).

Por otra parte, las edificaciones insertadas en zonas urbanas, presentan amonestaciones por el incremento de temperaturas y el aumento excesivo del consumo energético. Esto conlleva a un gran problema a nivel global; dando a conocer una nueva tendencia en el diseño bioclimático, que permite regular la adsorción de calor que se transmite por las mismas infraestructuras (Valbuena, 2012).

En la Carrera de Ingeniería Ambiental existen varias edificaciones que generan un aumento de temperatura ya que no cuenta con un sistema de cubiertas verdes para la regulación de la temperatura.

Ante esta problemática planteada, se permite formular la siguiente pregunta ¿Mediante la implementación de un sistema de cubiertas verdes cuánto disminuirá la temperatura en el interior de la casa del bosque de la carrera de ingeniería ambiental?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el sistema de cubiertas verdes ha generado un gran impacto a nivel mundial, principalmente en Europa y Norteamérica, ya que permitirá utilizarla como una estrategia para combatir el cambio climático, así como los cambios que perpetrados en el medio ambiente y en áreas urbanas y rurales (Córdova, 2011). En Ecuador el sistema de cubiertas verdes como en el caso de los cultivos hidropónicos va ganando terreno en algunos países ya que son pocas las unidades instaladas. Los lugares con mayor demanda son centros comerciales y edificios públicos (García, 2010).

En base a esta realidad es importante y necesario disminuir estos cambios de temperatura que se ha venido generando en las zonas urbanas y rurales, aplicando nuevas alternativas como la utilización de cultivos hidropónicos en techos verdes conocidos también como cubiertas verdes para las viviendas ya que son cada vez las más utilizadas en el mundo debido a los múltiples beneficios que brindan; según Córdova (2011), menciona entre ellos la mitigación térmica de las casas y edificios, la contribución de un mayor confort térmico a las personas y como punto importante ayuda a mitigar las consecuencias del calentamiento global capturando los gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO_2) y generando oxígeno por el proceso de la fotosíntesis.

De acuerdo al Artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador (2008) indica “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del País, la prevención del daño Ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Construir un sistema de cubiertas verdes para el bioclimatismo en la carrera de ingeniería ambiental, ESPAM MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización.
- Implementar el sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización.
- Evaluar la eficiencia del sistema de cubiertas verdes para la bioclimatización.

1.4. IDEA A DEFENDER

La implementación de un sistema de cubiertas verde, reducirá significativamente la temperatura en el interior de la casa del bosque de la carrera de ingeniería ambiental.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES

Según Teemusk y Mander (2009), indicaron que hoy en día existen diversos sistemas integrales de cubiertas vegetadas para casi cualquier tipo de tejado, ya sea de acuerdo a las características de diseño estructural de las edificaciones; por otra parte, mencionan que los sistemas de cubiertas verdes ayudan a la reducción de temperaturas. Ibáñez (2008), manifiesta que una cubierta puede extender una vida útil de 40 años que es una doble de cubierta tradicional que permite establecer por medio de la estabilidad de las instalaciones hidropónicas en la cual esta va a depender también de los tipos de cultivo que se implementen en la cubierta

2.2. BIOCLIMATISMO

El bioclimatismo es un prototipo para una vivienda que procura el balance térmico en los espacios, evitando el sobrecalentamiento mediante recursos que impidan la penetración solar, en la cual está enfocado en buscar la adaptación de los humanos en las edificaciones ayudando por otra parte a la verificación del costo y crecimiento progresivo del consumo energético (Baweja, 2009).

2.3. HIDROPONÍA

La palabra Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) lo cual significa trabajo en agua (Azurmendi, 2014). La hidroponía es una técnica de crecimiento de las plantas sin el uso del suelo en la cual es remplazado por nutrientes minerales disueltos en la misma ya que se puede obtener forrajes de excelente calidad y sanidad y que asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes (Malca, 2006). Según Penningsfeld (1983), citado por Delgado (2016), menciona que los cultivos hidropónicos presentan un gran avance tecnológico en la cual es el complemento de otros avances de la ciencia ya que

se utiliza en grandes y pequeñas producciones en la agricultura dando como ventaja a los cultivos clásicos en tierra.

Por otra parte, Pérez (1974), indica que la hidroponía es un cultivo de plantas sin suelo, obteniendo cultivos saludables fuera de temporada, en menor tiempo; el esquema de hidroponía consiste en una fuente de agua que impulsa por bombeo de agua a través del sistema, recipientes, etc., con soluciones es decir nutrientes concentrados, cabezales de riego y canales construidos donde están los sustratos o agua, las plantas, los conductos para aplicación del fertiriego y el receptor del efluente.

2.4. VENTAJAS DE LA HIDROPONÍA

Según Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2014), los sistemas hidropónicos tienen una serie de ventajas sobre los cultivos tradicionales, entre las cuales se pueden señalar las siguientes:

- Se acorta el período de cultivo.
- El desarrollo de las plantas es más rápido.
- Las plantas desarrollan poco sus raíces, pues están directamente en contacto con los nutrientes, pero logran un crecimiento extraordinario de tallos, hojas y frutos.
- Disminuye los gastos para las operaciones de cultivos.
- Reducción de costos de productos.
- Resuelve el problema de cansancio del suelo.
- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Ahorro de agua que se puede reciclar mediante el mismo circuito que pasa por los tubos donde se encuentran las plantas.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita las maquinarias agrícolas (tractores, etc.)

2.5. CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Cultivo hidropónico puro, es aquel en el que, mediante un sistema adecuado de sujeción, la planta, desarrolla sus raíces en medio líquido (agua con nutrientes disueltos) sin ningún tipo de sustrato sólido. Cultivo hidropónico según la tendencia mayoritaria, es utilizado para referirnos al cultivo en agua (acuicultura) o en sustratos sólidos más o menos inertes y porosos a través de los cuales se hace circular la disolución nutritiva.

Cultivo hidropónico en su concepción más amplia, engloba a todo sistema de cultivo en el que las plantas completan su ciclo vegetativo sin la necesidad de emplear el suelo, suministrando la nutrición hídrica y la totalidad o parte de la nutrición mineral mediante una solución en la que van disueltos los diferentes nutrientes esenciales para su desarrollo. El concepto es equivalente al de cultivos sin suelo, y supone el conjunto de cultivo en sustrato más el cultivo en agua (Castillo, 2001).

Según Adams (1991), citado por Juárez (2007), menciona que existen diferentes sistemas hidropónicos, los cuales pueden clasificarse en dos grupos:

- Técnicas de medio líquido, donde la solución se recircula, en las que se ubican a las técnicas de película nutritiva (NFT), hidroponía en flotación y aeroponía
- Técnicas con sustrato como cultivos en arena, grava (rocas porosas de origen volcánico, como tezontle y perlita) y otros sustratos, donde la solución se suministra a cada planta por medio de sistemas de riego por goteo

2.6. SISTEMA HIDROPÓNICO EN AGUA

2.6.1. SISTEMA NFT (Nutrient Film Technique)

Ruiz (1997), manifiesta que este sistema consiste en hacer recircular en forma permanente una película fina constituida por una determinada cantidad de solución nutritiva, la cual permitirá tanto la respiración de las raíces (al aportarles oxígeno), como la absorción de los nutrientes y del agua durante el periodo vegetativo de la planta. Esta película no puede alcanzar una altura superior a los 5 o 7 centímetros desde la base del contenedor.

Dicta (2002), muestra que el sistema consiste en recircular la solución por una serie de canales (PVC) de un diámetro de 4 a 6 pulgadas, el agua junto con la solución nutritiva circula por el medio de los tubos mediante una bomba, los tubos están apoyados sobre mesas o armazón, y tiene una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución, en la que posteriormente es recolectada y almacenada en un tanque, la cual es recirculada nuevamente.

Por los canales recorre una película de solución nutritiva de apenas 3 a 5 mm, además a esta técnica se le conoce como sistema de recirculación continua al ser un sistema cerrado y es por esto que las raíces están en constante contacto con la solución, la que les proporciona oxígeno y nutrientes (Alvarado, 2001).

Figura 2. 1. Sistema de cultivo NFT en lechugas.



Fuente: Ecología verde (2013)

Según Calderón (2004), indica que este sistema, fue desarrollado en la década de los sesenta por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra, y consiste en una técnica de la película de nutriente recirculante, el cual es muy popular en el mundo,

desde esa época y se utiliza principalmente en la producción de hortalizas de alta calidad tanto en invernaderos como campo abierto.

Garzón (2006), afirma que el principio fundamental de la técnica de NFT consiste en la recirculación de la solución nutritiva a través de varios canales de tubos de PVC llegan a un contenedor y que con la ayuda de una bomba la solución nutritiva regresa nuevamente. La recirculación suministrará los nutrientes necesarios a las plantas por medio de las raíces que cuelgan desde las canastillas del contenedor para que la planta se desarrolle y crezca adecuadamente. El sistema NFT ha sido utilizado en forma comercial en más de 68 países y es la más utilizada en países árabes, del Caribe y América latina para la producción hortalizas hidropónicas.

2.6.1.1. VENTAJAS DEL SISTEMA NFT

Mafla (2015), indica que el sistema NFT tiene algunas ventajas como:

- Ahorros significativos en solución nutritiva y en agua.
- Máximo aprovechamiento de espacio ya que se puede cultivar en niveles.
- Facilita la limpieza del sistema, a diferencia del cultivo en sustrato.
- Permite un control más preciso sobre la nutrición de la planta.
- Simplifica los sistemas de riego y permite la automatización en su totalidad.
- Maximiza el contacto directo de las raíces con solución nutritiva, por lo que el crecimiento de los productos es acelerado siendo posible obtener en el año más producción.
- Si se maneja de la forma correcta el sistema, permite cultivar hortalizas de consumo en fresco y de alta calidad.
- Permite corregir deficiencias nutricionales.

2.6.1.2. DESVENTAJAS DEL SISTEMA NFT

- Este sistema requiere de un cuidado adecuado del estado de la solución nutritiva para rendir resultados.
- Los costos iniciales son mayores que otros sistemas.

2.7. CULTIVO NFT HORIZONTAL

Este sistema se basa principalmente en la reducción de costos y comprende una serie de diseños, en donde lo principal de esto es la circulación continua o intermitente de una fina capa de solución nutritiva a través de las raíces por una serie de canales de PVC, polietileno, etc (Zambrano, 2014).

2.8. NUTRICIÓN HIDROPÓNICA

Según Vera (2008), establece que los elementos esenciales para el desarrollo normal de la planta, están contenidos en algunas sales y en sustancias químicas compuestas y son, el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), cloro (Cl), hierro (Fe), cobre (Cu), carbono (C), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn) y molibdeno (Mo) ya que cada uno de estos componentes tienen una o varias funciones en el proceso de crecimiento de la planta; así mismo señala que estos elementos químicos se dividen en dos grupos: nutrientes principales que son los que las plantas requieren en mayores cantidades y los nutrientes menores que son los más esenciales, pero requeridos en cantidades mínimas. Por otra parte, el mismo autor menciona en el siguiente cuadro las equivalencias entre la cantidad de los fertilizantes más comunes y utilizados en hidroponía y los milis moles de los distintos nutrientes que aportan.

Cuadro 2. 1. Fertilizantes para hidroponía.

Iones (moles/g fertilizante)	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SO ₄ ⁻²
Ácido fosfórico 75%	-	-	12,26	-	-	-	-
Ácido nítrico 59%	11,86	-	-	-	-	-	-
Nitrato de amonio 33.5%	11,96	11,96	-	-	-	-	-
Nitrato de calcio 15.5% N	10,29	0,78	-	-	4,74	-	-
Nitrato de potasio (13-0-46)	9,29	-	-	9,76	-	-	-
Sustrato de potasio (0-0-52)	-	-	-	11,04	-	-	5,93
Sulfato de magnesio 16% MgO	-	-	-	-	-	3,97	3,96
Nitrato de magnesio 11% N	7,86	-	-	-	-	3,90	-

Fuente: INFAGRO (2008)

2.9. SOLUCIONES NUTRITIVAS

Latino (2010), define a las soluciones nutritivas como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. Los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició la mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a una solución, que hasta hoy se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente. Pero es importante que esta tenga los elementos esenciales los que permitirán sobrevivir a la planta como son: Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) que son los más demandados para su desarrollo, y los micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn y Mo) que son elementos que se requiere en menor proporción.

2.10. TEMPERATURA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de agua y de los nutrientes. La temperatura óptima para la mayoría de las plantas es de aproximadamente 22°C; en la medida que la temperatura disminuye, la absorción y asimilación de los nutrientes también lo hace importante (Cornillon, 1988). La baja temperatura de la solución nutritiva tiene mayor efecto en la absorción de fósforo que en la de nitrógeno y agua (Adams, 1994). Con temperaturas menores a 15°C se presentan deficiencias principalmente de calcio, fósforo y hierro (Moorby, 1980). Según Graves (1983), la baja temperatura favorece la deficiencia de calcio y la incidencia de pudrición apical de los frutos.

Una de las causas de menor absorción de algunos nutrientes cuando la temperatura de la solución nutritiva es baja, se debe a que en esas condiciones la endodermis de la raíz se suberiza, con lo cual se reduce la permeabilidad y disminuye la absorción de agua y nutrientes.

Por otra parte, Hothem (2003), afirma que la solución nutritiva también debe protegerse con la radiación directa de los rayos solares para evitar su calentamiento, y alteración química y microbiológica. La temperatura de la solución nutritiva debe mantenerse lo más cercana posible a los 22 °C.

2.10.1. CALIDAD DEL AGUA EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Zambrano (2014), manifiesta que el agua es uno de los elementos más importantes en hidroponía ya que proporciona todos los minerales necesarios para el desarrollo de las plantas, pero estos deben presentar un rango normal para que no cambie la composición química de la solución y todos los nutrientes se encuentren disponibles para las plantas en todo momento. Evitar aguas duras porque contiene una alta concentración de algunos compuestos minerales principalmente magnesio y calcio.

2.10.2. PH EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Zambrano (2014), explica que el pH en hidroponía es muy importante que se encuentre en un rango de 5,5 a 6,5 para que permita la asimilación y disponibilidad de los nutrientes a las plantas, de lo contrario se acumularían sales insolubles, la planta no lo podrían aprovechar los nutrientes, o intoxicarían produciendo así una planta enferma o muerte.

2.10.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

León (2001), expresa que la conductividad eléctrica es un parámetro que mide el total de sales disueltas en el agua y evalúa la capacidad del agua para conducir la conductividad eléctrica, se expresa en mili siemens sobre centímetros, esto permite conocer si la solución excede o carece de la cantidad de nutrientes para cultivos hortícolas. En el sistema NFT es necesario medir la conductividad eléctrica de la solución nutritiva con regularidad y compensar la falta de

nutrientes o el exceso según sea el caso, el rango de conductividad eléctrica adecuado para el crecimiento de las plantas se encuentra entre: 1,5-2,5 mS/cm.

2.10.4. OXIGENACIÓN A LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Según Martínez (2012), la oxigenación es necesaria para facilitar el intercambio gaseoso, promoviendo el desarrollo de raíces y crecimiento de las plantas, ya que la falta de oxígeno en el agua afecta la absorción de nutrientes, reduce la permeabilidad de las raíces, limita la absorción de agua y por ende disminuye el rendimiento. Sin embargo, en el sistema NFT, no necesita oxigenación, debido a que durante el recorrido por los tubos y al caer en un contenedor nuevamente la solución hace que la oxigenación aumente.

2.11. PLANTAS ORNAMENTALES

Según Bunt (1988), citado por Rendón (2007), indica que las plantas ornamentales son las que se cultivan con el propósito decorativo ya que tienen sus características estéticas, como las flores, hojas y perfumes. La calidad de las plantas ornamentales depende principalmente del sustrato que se utilice para su cultivo, ya que su sustrato permite una adecuada penetración de las raíces y que retengan agua y aire en cantidades suficientes para un óptimo desarrollo. Además, debe tener una influencia directa sobre el suministro de nutrimentos necesarios para las especies que se desarrollen en él.

2.12. HORTALIZAS

Las hortalizas se definen como plantas herbáceas cultivadas con fines de autoconsumo como también para su comercialización en mercados internos y externos, para de esta manera tener ingresos adicionales para el hogar. Por otra parte, las hortalizas son una fuente muy rica en nutrientes, vitaminas y otros (Zooppolo, 2004).

2.13. LECHUGA (*Lactuca sativa* c.)

Según Información Técnica Agrícola (INFOAGRO, 2014), la lechuga (*Lactuca sativa* c.) es una hortaliza herbácea conformada por flores amarillentas, fruto seco, con una sola semilla y con hojas grandes, radicales, blandas, de distintas formas; este cultivo va dirigido al ámbito gastronómico, ya que, normalmente se consume cruda, como ingrediente de ensaladas y otros potajes. Por otra parte, esta hortaliza tiene diferentes beneficios en la regulación de temperatura en el ambiente permitiendo un medio más fresco para las personas en la implementación de cultivos hidropónicos o techos verdes.

Carrera (2009), indica que la lechuga (*Lactuca sativa* L) es una planta conocida y cultivada desde la antigüedad en las grandes culturas de Asia y del Mediterráneo. Se trata de una herbácea de la familia de las compuestas; esta popular hortaliza tiene un corto tallo terminado en una yema apical, y recubierto por hojas bien desarrolladas; las hojas; el tallo floral es alto, con hojas y flores en el extremo, formando cabezuelas de pétalos amarillentos con manchas violáceas; el fruto es seco, con una sola semilla.

2.13.1. CARACTERÍSTICAS TAXONÓMICAS DE LA LECHUGA

Systems Improve Delivery (INTY, 2011), menciona que las características taxonómicas del cultivo de la lechuga se presentan en el siguiente orden:

Cuadro 2. 2. Taxonomía de la lechuga.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Género	Lactuca
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre científico	<i>Lactuca sativa</i> L.
Nombre común	Lechuga

2.14. REGULACIÓN DE TEMPERATURAS Y AHORRO ENERGÉTICOS

La regulación de temperatura en cuanto a los cultivos hidropónicos contribuirá a la reducción de temperatura ambiente y el consumo de electricidad hasta en un 50% por medio de los procesos fisiológicos de la vegetación como son la evapotranspiración, la fotosíntesis y la capacidad de almacenar calor de su propia agua (Wong et al, 2003). Por otra parte, Leveratto et al (2014), mencionan que la incorporación de cubiertas verdes tiene un impacto favorable en la reducción de temperaturas superficiales de techos, particularmente durante el día.

Environmental Protection Agency (EPA, 2013), establece que el ahorro de energía específico dependerá de las condiciones climáticas locales, de las características de la edificación y de la cubierta como: el tamaño y el uso en la cual el ahorro energético se produce a través del aislamiento térmico de los edificios, interacción con la radiación solar y el enfriamiento evaporativo, la reducción del consumo de energía es el principal beneficio que se le puede atribuir a las cubiertas vegetales, debido a los cambios en las características térmicas de las cubiertas que disminuyen la conducción del calor dentro de los edificios.

2.15. ISLAS DE CALOR URBANAS

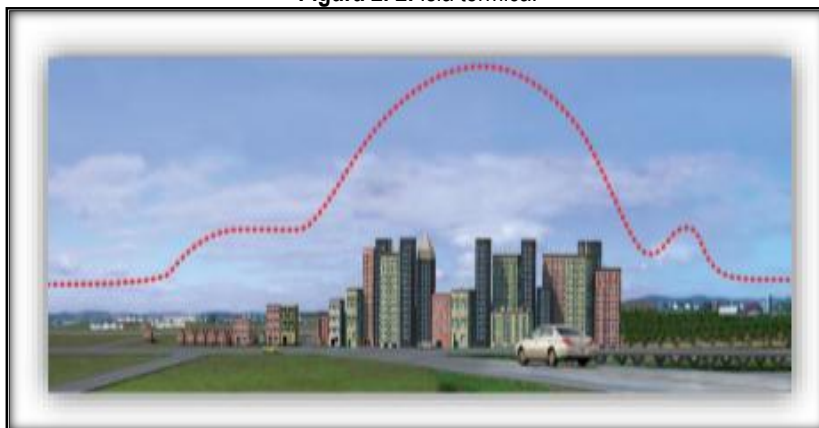
Las islas de calor o islas térmicas urbanas, se refieren al gradiente térmico que se observa en los espacios urbanos en las que se encuentran ocupados por edificaciones, como concreto, asfalto, ladrillos y otros materiales en la cual estos también se asocian a la progresiva pérdida de vegetación en estas zonas Environmental Protection Agency (EPA, 2009), por otra parte Córdova (2011), menciona que estos espacios ocupados hacen que aumente la temperatura en estas áreas urbanas siendo esto un patrón clásico para las islas de calor urbana ya que puede estar vinculada a los efectos del cambio climático en estas áreas.

Según Amena (2010), la vegetación en superficies edificadas ayuda a contrarrestar los efectos negativos de la pérdida de áreas verdes, reducir el efecto isla de calor y mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas, propiciando también la renovación de masas de aire, el incremento en la calidad de las mismas y la regulación de temperaturas y humedad en las zonas urbanas.

Muchas áreas urbanas y suburbanas experimentan temperaturas elevadas en comparación con su entorno rural periférico; esta diferencia de temperatura es lo que constituye “el calor urbano”. La temperatura media anual del aire de una ciudad con un millón o más personas pueden ser de 1° a 3°C más caliente que sus alrededores Environmental Protection Agency (EPA, 2009). Esta diferencia en la temperatura se le conoce como Isla Térmica o Isla de Calor.

De perfil la isla térmica tiene similitud a una montaña con temperaturas que ascienden considerablemente en zonas construidas en forma de ladera hasta llegar a un máximo que se ubica en el punto más densamente construido, contrario a lo que sucede en zonas más vegetadas, donde las temperaturas tienden a estabilizarse y descienden en forma de valles. Ya en la periferia urbana se observa como la temperatura desciende en forma del pie de la montaña.

Figura 2. 2. Isla térmica.



Fuente: Leira (2012)

2.16. RECREACIÓN Y MEJORA DEL AMBIENTE URBANOS

Según Baumann (2006), menciona que la recreación y mejora del ambiente urbano es considerado como techos verdes que pueden convertirse en hábitat de fauna menor, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad en áreas urbanas. Por otra parte, Samangoei (2006), menciona que los techos verdes permitiendo espacios recreativos para las personas y beneficios psicológicos y físicos mediante la recreación de la biodiversidad en áreas urbanas.

Según Jim y Tsang (2011), mencionan que los techos verdes de esta manera han logrado tener más reconocimiento como una tecnología moderna y ecológica la cual ayuda a enfrentar el cambio climático y los problemas ambientales más frecuentes en el medio urbano.

2.17. CONFORT TÉRMICO

El confort térmico es una de las variables más importantes a tomar en consideración en el reacondicionamiento bioclimático de viviendas, por otra parte, se refiere básicamente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad de un lugar determinando (Yovane, 2003).

El aire une tres parámetros que condicionan la sensación térmica:

2.17.1. TEMPERATURA DEL AIRE

Según Guerrero (2011), expresa que el grado de calentamiento del aire es conocido también como bulbo seco; ya que ésta puede variar dependiendo del lugar donde es leída.

2.17.2. HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

Es una indicación directa de potencial de evaporación, la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Debido a que esta afecta en gran medida la sensación térmica, se debe estudiar simultáneamente con la temperatura del aire, ya que este es uno de los parámetros sobre el que se puede incidir directamente a través de la ubicación de una serie de correcciones del diseño o a la incorporación de determinados sistemas de acondicionamiento en la arquitectura (Yovane, 2003). Por otra parte, es la cantidad de agua contenida en el aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura.

2.17.3. MOVIMIENTO DEL AIRE

Constituye un parámetro importante para el acondicionamiento pasivo de las viviendas, ya que provoca una sensación de frescor a casa de la pérdida de calor por convección y la evaporación del cuerpo a pesar de no modificar la temperatura. Además, puede ayudar a reducir la humedad y favorecer a la ventilación de los espacios de la vivienda (Guerrero, 2011).

2.17.4. RADIACIÓN SOLAR

Es uno de los parámetros más importantes a considerar para el análisis del confort térmico, ya que las sensaciones térmicas provienen de los efectos radiantes (Yovane, 2003).

2.18. MARCO REFERENCIAL

2.18.1. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE SISTEMAS DE CUBIERTAS VERDES PARA EL BIOCLIMATISMO

En el Ecuador se implementó un sistema de cubiertas verdes por la bióloga quiteña Liliana Jaramillo, en la cual realizó una investigación que se centra en identificar y catalogar las especies nativas que se adaptan mejor a los entornos urbanos y que son resistentes al cambio climático. Éste estudio, que realizó la bióloga ganó el premio de la Organización de Naciones Unidas Jóvenes

Campeones de la Tierra, el 26 de noviembre del 2016, propone en su fase de experimentación, la siembra de plantas nativas como cedrón (*Aloysia citriodora*), uvilla (*Physalis peruviana*) y chocho de páramo (*Lupinus alopecuroides*) en las terrazas de edificios del norte y sur de Quito.

Actualmente existe poca información sobre la tolerancia de estas especies, las plantas nativas se han adaptado a las condiciones climáticas específicas que brinda la geografía de cada lugar, por ello su uso puede generar espacios verdes exitosos y funcionales donde exista un mayor desempeño de las plantas. Si se hace una selección específica y adecuada, es posible tener espacios verdes de bajo mantenimiento y reducido uso de agua, generando beneficios económicos y ecológicos” (Jaramillo, 2017).

Según Gallart (2013), menciona en sus estudios realizados se ha demostrado, que una mayor diversidad y altura de especies vegetales en la cubierta, es más eficaz en la disminución de la temperatura y proporciona un efecto aislante superior. Estas condiciones provocan el descenso de la temperatura del aire circundante y contribuye así a la mitigación del efecto isla de calor que no, es más, que los impactos negativos en las urbes originados por la presencia de las edificaciones y de las alteraciones del paisaje realizadas por el hombre. A medida que las ciudades agregan calles, edificaciones, industria y gente, las temperaturas suben con respecto a sus entornos rurales, creando así una isla de calor.

Otra nueva modalidad es la de introducir cubiertas verdes urbanas para reducir el ruido del tráfico. Esto es posible gracias al sustrato que se utiliza para crear un entorno viable para las plantas, el cual es el elemento que más aísla y absorbe ruidos, llegando a disminuirlo hasta en 7,5 decibelios. También ayudará a descontaminar la atmósfera y controlar el efecto isla de calor urbano.

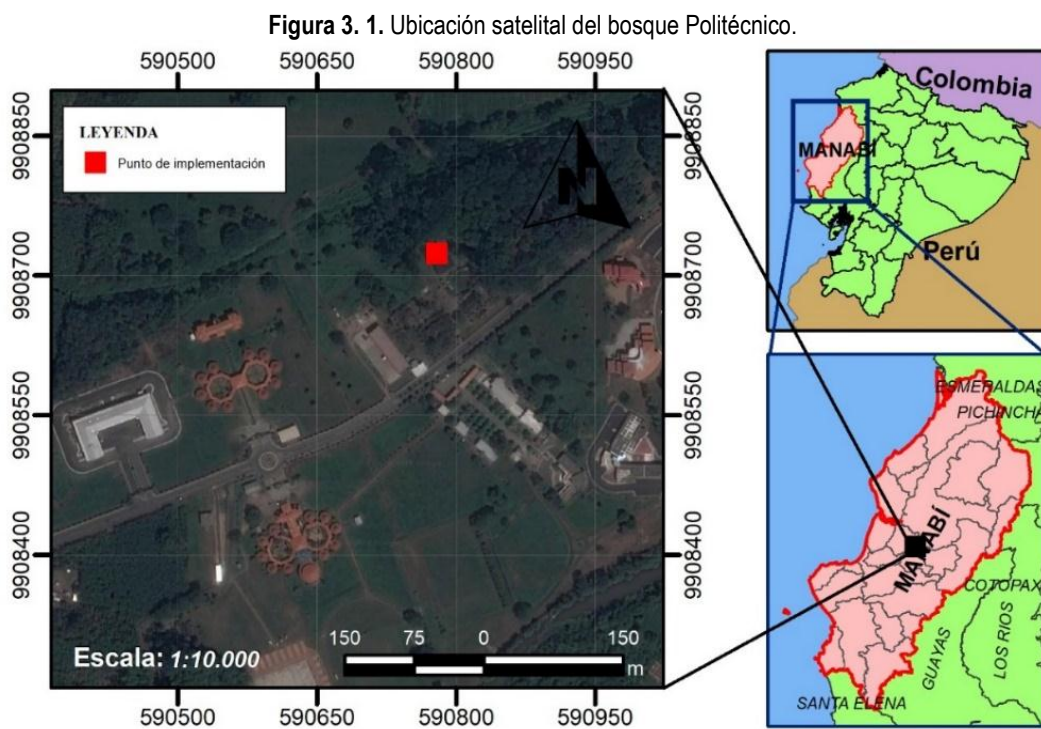
Otra investigación destacada sobre el tema en techos verdes se realizó, en Bogotá, donde fue una alternativa ambiental con beneficios técnicos; donde se hizo un análisis comparativo de los beneficios técnicos en dicha implementación. Por una parte, se comparó edificios que utilizaban esta cobertura vegetal en el

techo, como el de la Secretaria de Ambiente, en donde se determinó y se comparó los beneficios planteados inicialmente por el constructor de estos techos verdes, con los beneficios técnicos actuales, y por último planteó nuevos beneficios técnicos (Cristancho, 2011)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el bosque Politécnico de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que está ubicada en el sitio El Limón de la Ciudad de Calceta, Cantón Bolívar, Provincia de Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 0° 49' 23" Latitud Sur; 80° 11' 01" Longitud Oeste y una Altitud de 15 msnm.



Cuadro 3. 1. Características de la ubicación de la investigación.

CARACTERÍSTICAS	EL LIMON – CALCETA
Altitud	15 msnm
Latitud Sur	0° 49' 23
Longitud Oeste	80° 11' 01
Temperatura anual	26°C

Fuente: Estación meteorológica de la ESPAM-MFL (2010). Ubicación geográfica proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo un periodo de duración de 12 meses, desde la etapa de planificación a partir del mes de octubre a febrero del 2017 y por una etapa de ejecución que se dio en el mes de abril hasta agosto del 2018.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para determinar la investigación comparativa, se tomó en cuenta las características de los factores y su facilidad, en donde se realizó la comparación de temperatura de los dos tipos de casas; una convencional y otra con la aplicación del sistema de cubiertas verdes (cultivo hidropónico) mediante el sistema NFT (Técnica de cultivo en flujo laminar).

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Sistema de cubiertas verdes

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Bioclimatismo

3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.5.1. MÉTODOS

Para el apropiado cumplimiento se utilizó métodos, técnicas y herramientas para un adecuado entendimiento de cada una de las etapas que se realizó en las cuales son descritas a continuación:

3.5.1.1. MÉTODO COMPARATIVO

Se evaluaron los datos obtenidos en el sistema de cubiertas verdes y en la casa convencional donde se ingresaron a la parte estadística para poder valorar la eficiencia requerida (comparativo), que permitieron establecer la evaluación final de la investigación.

3.5.2. TÉCNICAS

3.5.2.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Dentro de la visita que se realizó en el área de estudio, la observación fue esencial para el reconocimiento de la misma en la que también fue acompañado de fotos, documentación y una toma de apuntes sobre cada detalle que se presentó en ese momento.

3.5.2.2. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Se llevó a cabo un procesamiento de datos en la cual se utilizó la parte estadística con el programa de SPSS a partir de la implementación del sistema de cubiertas verdes (cultivo hidropónico) en función a la toma de temperatura y humedad relativa.

3.6. PROCEDIMIENTOS

Para el desarrollo de la presente investigación, se establecieron tres fases con sus respectivas actividades:

3.6.1. FASE 1: DISEÑO DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES PARA LA BIOCLIMATIZACIÓN

Actividad 1.1: Reconocimiento del Área de Estudio

Se realizó la visita en el lugar de estudio de la carrera de Ingeniería Ambiental donde se escogió el bosque Politécnico donde se determinó las medidas del área de 7x7 metros cuadrados para el diseño de la casa para la instalación del sistema de cubiertas verdes.

Actividad 1.2: Establecimiento de los parámetros para un sistema de cubiertas verdes

Las medidas que se escogieron para el diseño de la casa fueron de 4x4 m² ya que esto permitió un espacio amplio para la implementación del sistema NFT. Los materiales para la construcción de la casa fueron los siguientes:

- Balza de caña
- 200 ramas de cade
- Clavos de 2 in y de 4 in
- Alambres 4 libras
- 8 litros de diésel para la respectiva curación de las cañas
- 4 horcones de madera
- 2 fundas de quintal
- 2 horcones de caña.

La estructura de la casa constó con la ubicación de 4 horcones de madera, que tuvieron una medida de 3,34m cada uno, previo a esto se tomó 1m de profundidad que ayudaron a mantener una larga duración y estabilidad al techo; por otra parte, se utilizaron 2 cañas que tuvieron las medidas de 5m tomando en cuenta un metro de profundidad.

Además, en la parte del techo del caballete se ubicó una caña horizontal de 5m, en la cual se ubicaron también 4 cañas verticales de 3,30m en la que sostuvieron las 19 latillas de la cubierta del techo; previo a esto se llevó a la ubicación correspondiente del cade para la cubierta.

También se utilizaron 214 latillas de 1m para el alrededor de la casa; por otro lado, se dejó 1m de distancia para la entrada de la casa.

3.6.2. FASE 2: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES PARA LA BIOCLIMATIZACIÓN

Actividad 2.1: Selección de Plantas a Utilizar

Se seleccionaron dos tipos de plantas para la instalación del cultivo hidropónico: ornamentales y hortalizas como la lechuga. Azurmendi (2014), menciona que la lechuga garantiza un beneficio en la disminución y regulación de temperaturas en el ambiente ayudando a equilibrar un medio adecuado para las personas.

Estas especies de plantas ornamentales (cortinas) fueron plantadas en tarrinas con tierra durante una semana para que se mantuvieran en condiciones aptas para ser trasladadas a los tubos PVC en donde recirculo el agua; adicional a esto la lechuga fue plantada durante 3 semanas en semillas y durante ese periodo se observó el crecimiento.

Actividad 2.2: Aplicación del Sistema Nft (Técnica de Cultivo en Flujo Laminar)

Se aplicó como metodología para el sistema de cubiertas verdes el sistema NFT (Nutrient Film Technique) "tanque nutritivo" solución nutritiva recirculante aeroponía, que consistió en proveer nutrientes disueltos en el agua los cuales estos fueron llevados directamente al contacto con las raíces de las plantas.

Según Azurmendi (2014), el sistema de NFT (Nutrient Film Technique) que se utilizó en la implementación de cultivo hidropónico se llevó a cabo mediante distintos materiales tales como los tubos PVC con la medida de 4 pulgadas de diámetro, en este caso se utilizaron 6 tubos de 6m, donde 4 de estos tubos fueron ubicados alrededor de la casa y los otros dos tubos se ubicaron en la parte del techo.

Los tubos que se utilizaron para la implementación de este sistema llevaron agujeros por cada 15 cm de distancia para la respectiva ubicación de las plantas, ya que mediante estos agujeros las plantas pudieron tener una mejor vista y extensión de las raíces en cada una de ellas; también se necesitó 12 tapas con el mismo diámetro de los tubos para cerrarlos desde el inicio hasta el final de cada tubo. También se utilizó una manguera para irrigar el circuito de las plantas, esta fue enlazada con una bomba de agua de 1/4hp, por la cual se utilizaron dos tanques cada uno de ellos con la capacidad de 1000 litros para que con la ayuda de la bomba el agua que se encontraba en los tanques transitará por los tubos PVC con las respectivas plantas.

Durante el cultivo los tubos deben tener un 80-90% de su volumen de agua; también es necesario tener en cuenta la capacidad de dos tanques en la que se requiere 1000 litros cada uno, ya que por cada planta es necesario un galón de agua en un tubo de tres metros van a ir 15 plantas con un circuito de 6 tubos y 240 plantas para todo el sistema de cultivo. La estructura que se realizó para este sistema mediante los tubos de PVC fue ideal para observar el crecimiento de las plantas

3.6.3. FASE 3: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDE

Actividad 3.1: Monitoreo de Temperatura

Se procedió a monitorear la temperatura en el interior de la casa con el sistema de cubiertas verdes y en el interior de una casa convencional; se hizo uso de un hidrómetro marca BT-3 Elitech. Esta actividad permitió realizar comparaciones de la temperatura entre ambas casas y también permitió observar la eficiencia que tuvo el sistema. El monitoreo de la temperatura fue realizado a partir del 25 agosto hasta el 25 de septiembre, con un horario de 7:00 am 13:00 pm y 18:00 pm. Posteriormente, los datos de temperatura obtenidos fueron ingresados en el programa de SPSS arrojando los valores estadísticos correspondientes.

Actividad 3.2: Valoración de la Eficiencia entre una Casa Convencional y la Casa con el Sistema de Cubiertas Verdes

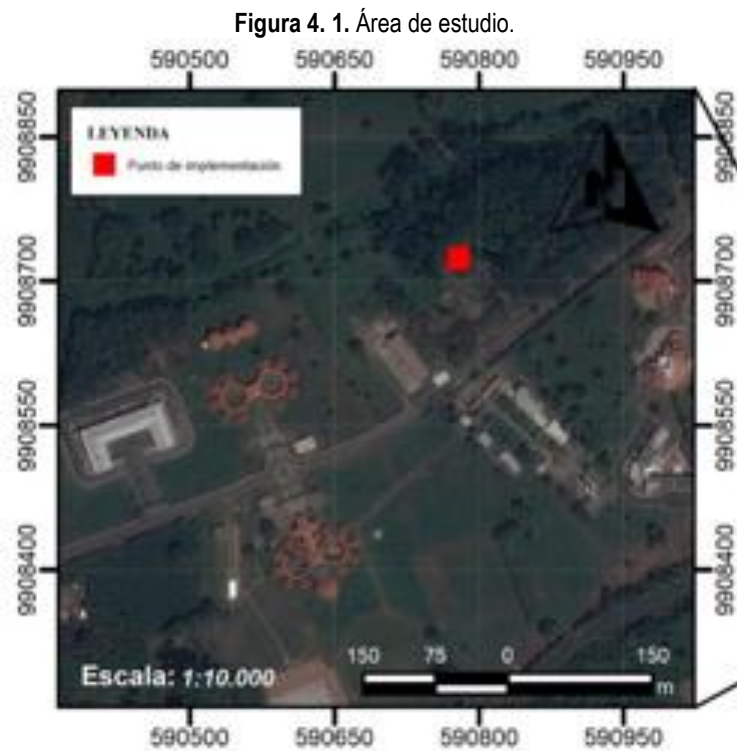
Una vez obtenidos los datos en cuanto al monitoreo de temperaturas que realizó en los dos tipos de casas, se procedió a la valoración respectiva de la implementación de dicho sistema en donde se tomó en cuenta la parte estadística para realizar la valoración y poder determinar la valoración de eficiencia en el sistema de cubiertas verdes.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES PARA LA BIOCLIMATIZACIÓN

4.1.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Área de estudio en donde se construyó la casa para la aplicación del sistema de cubiertas verdes en donde se utilizó un área de $7 \times 7 \text{m}^2$.



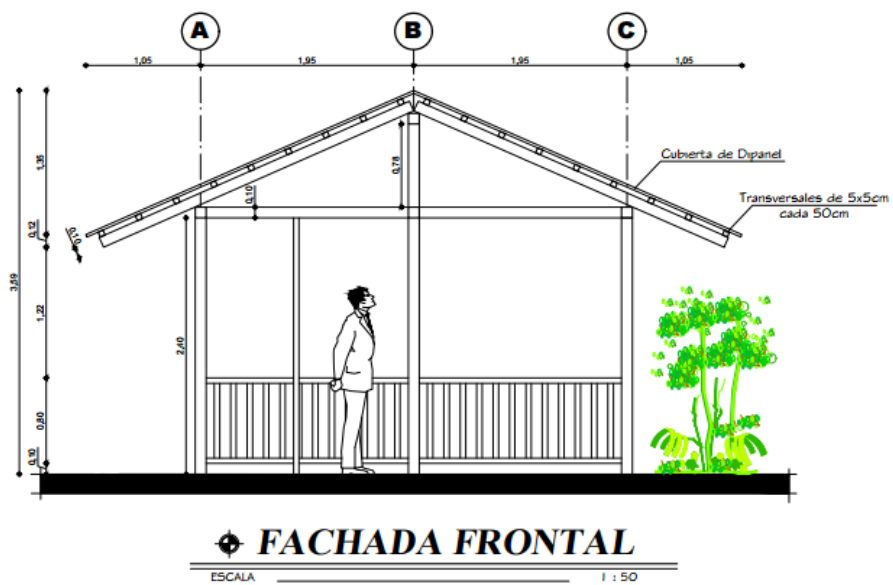
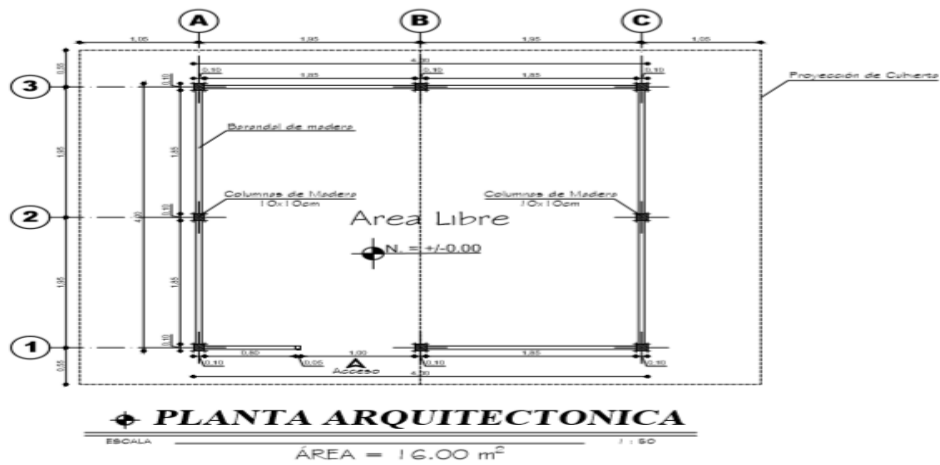
Fuente: Bravo y Loor (2018)

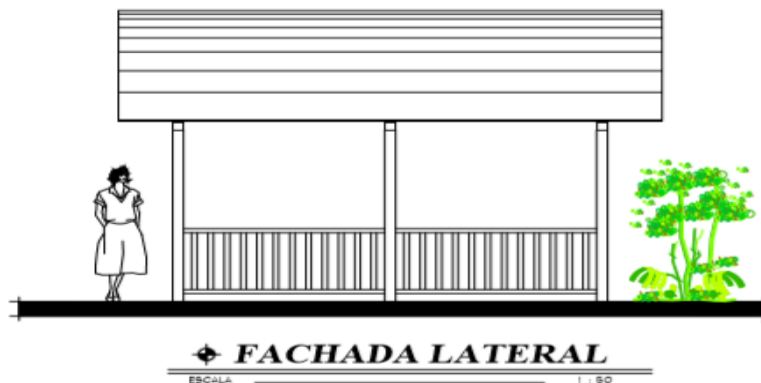
4.1.2. ESTABLECIMIENTO DE LOS PARÁMETROS PARA UN SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES

La construcción de la casa se la realizó con una medida de $4 \times 4 \text{m}^2$, área necesaria para que ésta sea amplia, ya que los materiales que se utilizaron para dicha ejecución fueron determinantes para la aplicación del sistema de cubiertas

verdes en el caso de los horcones de madera, las cañas y el cade que fueron unos de los materiales principales, garantizando que son factibles para el sistema y a la vez una reducción de costos.

Gráfico 4. 1. Plano de la construcción de la casa





Fuente: Bravo y Loor (2018).

Dentro de la infraestructura diseñada para la implementación del sistema de cubiertas verdes, el plano de ésta se la realizó mediante el sistema de AutoCAD ayudando colocar las diferentes medidas que se utilizaron en el diseño, obteniendo una fachada en diferentes dimensiones.

4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES PARA LA BIOCLIMATIZACIÓN

4.2.1. TIPOS DE PLANTAS A UTILIZAR

La lechuga que se utilizó para la aplicación del sistema de cubiertas verdes fue plantada en los tubos PVC garantizando así una regulación de temperatura. Según Rubio (2000) citado por Salinas (2013), indica que la lechuga es una planta herbácea anual de rápido crecimiento, ya que su raíz alcanza una longitud máxima que es de 25 cm de profundidad en la que ayuda a la absorción del agua mediante sus raíces permitiendo que sus hojas tengan un mayor volumen. Por otra parte, Carillo *et al.* (2015), menciona que también es apta en cuanto a la humedad relativa ya que oscilan entre 60% a 80% de acuerdo a su desarrollo. Las plantas ornamentales conocidas como cortinas en la que también se utilizaron para el sistema de cubiertas verdes, Montesdeoca (2016), indica que entre más volumen y alargamiento tenga la planta brindaran mejor rendimiento para la climatización de temperaturas (Figuras 4.2, 4.3, y 4.4).

Figura 4. 2. Plantas ornamentales.



Fuente: Bravo y Loor (2019).

Figura 4. 3. Semillero de 15 cm de las lechugas.



Fuente: Bravo y Loor (2019).

Figura 4. 4. Plantación de las semillas de lechuga.



Fuente: Bravo y Loor (2019).

4.2.2. APLICACIÓN DEL SISTEMA NFT (TÉCNICA DE CULTIVO EN FLUJO LAMINAR)

Durante la aplicación del sistema NFT, que se implementó durante una semana; se realizó la aplicación de los tubos PVC en forma horizontal, Zambrano (2014), indica que este sistema se basa principalmente en la reducción de costos y comprende una serie de diseños, en donde lo principal de esto es la circulación continua de una fina capa de solución nutritiva que se coloca en los tanques. Mediante a esta indicación, la aplicación del sistema NFT dio resultados garantizando que las plantas que se colocaron en los tubos tuvieron aireación y espacio para su crecimiento correspondiente (Figura 4.5 y Cuadro 4.1).

Figura 4. 5. Implementación del sistema NFT.



Fuente: Bravo y Loor (2018).

Cuadro 4. 1. Nutrientes para las plantas.

NUTRIENTES	PORCENTAJE	UNIDADES
Calcio	0,02%	G
Fósforo	13%	G
Potasio	45%	G
Magnesio	5,0%	
Nitrógeno	13%	
Azufre	0,3%	
Boro	0,4%	
Hierro	0,04%	
Cobre	0,01%	
Manganeso	0,04%	
Zinc	3,0%	
Molibdeno	0,05%	
Fitohormonas	250ppm	Citoquinina, auxinas y giberelinas

Fuente: PROFOEL (2018)

4.3. EVALUACIÓN LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDE

4.3.1. MONITOREO DE TEMPERATURA

4.3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA CASA CON EL SISTEMA

Según Mallar (1978), citado por Aruquipa (2008), expresan que la lechuga deberá tener temperaturas necesarias para obtener un buen crecimiento y calidad con un promedio mensual óptimo de 15 a 20 °C, promedio mensual máximo de 21 a 24 °C, promedio mensual mínimo de 7 °C.

El porcentaje de la humedad relativa durante la toma de datos desde el 21 de enero hasta el 21 de febrero fue de 79,95%; la temperatura máxima de 28,2°C y la mínima 27,4°C; por otra parte, las temperaturas que se tomaron al medio día fueron las más elevadas ya que la intensidad del sol reflejo en la casa con el sistema de cubiertas verdes. Burgos (2016), menciona que la humedad relativa del aire oscila entre 60% a 80%, ya que mayores o inferiores a las cifras suelen alterar el crecimiento y el desarrollo del cultivo; dándose, así como punto neutro para determinar la humedad alta y que es favorable fue entre los rangos de 69% a 80%, y como humedad baja en donde no es favorable fue entre 67% a 60% (Anexo 2).

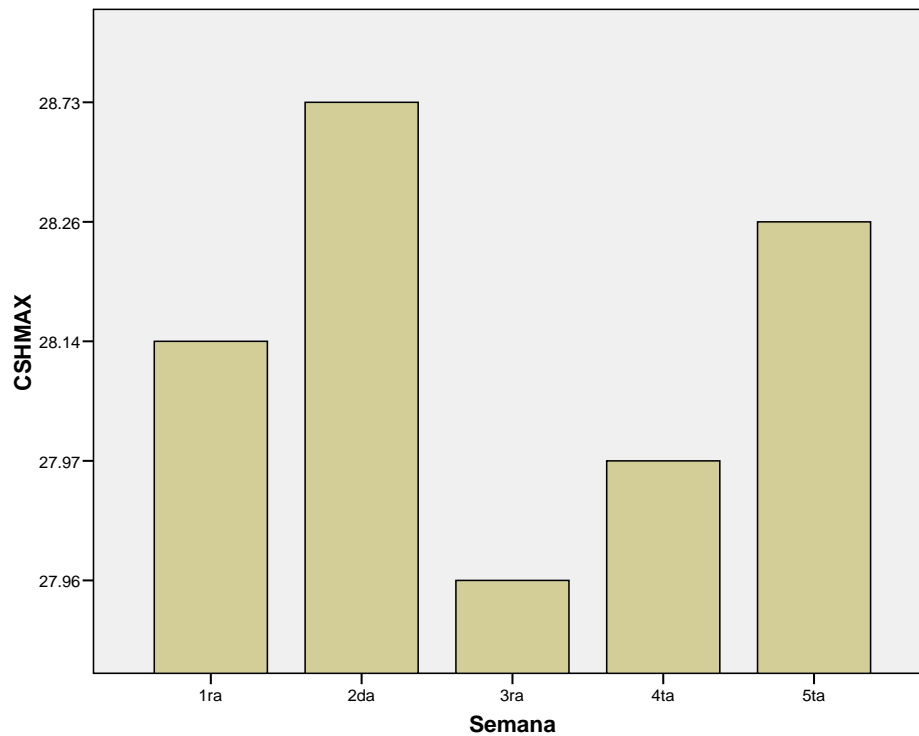
4.3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LA CASA CONVENCIONAL

La humedad relativa mensual fue de 69,5%, la temperatura máxima 29,5°C y la mínima de 28,7°C. Flores (2015), menciona que la humedad relativa menor de 69% permite que la temperatura sea mayor causando fatiga, molestia por lo tanto no es apta para los seres humanos (Anexo 3).

4.3.2. VALORACIÓN DE LA EFICIENCIA ENTRE UNA CASA CONVENCIONAL Y LA CASA CON EL SISTEMA DE CUBIERTAS VERDES

4.3.2.1. TEMPERATURA

Gráfico 4. 2. Resultados de % de temperatura máxima del sistema de cubiertas verdes.

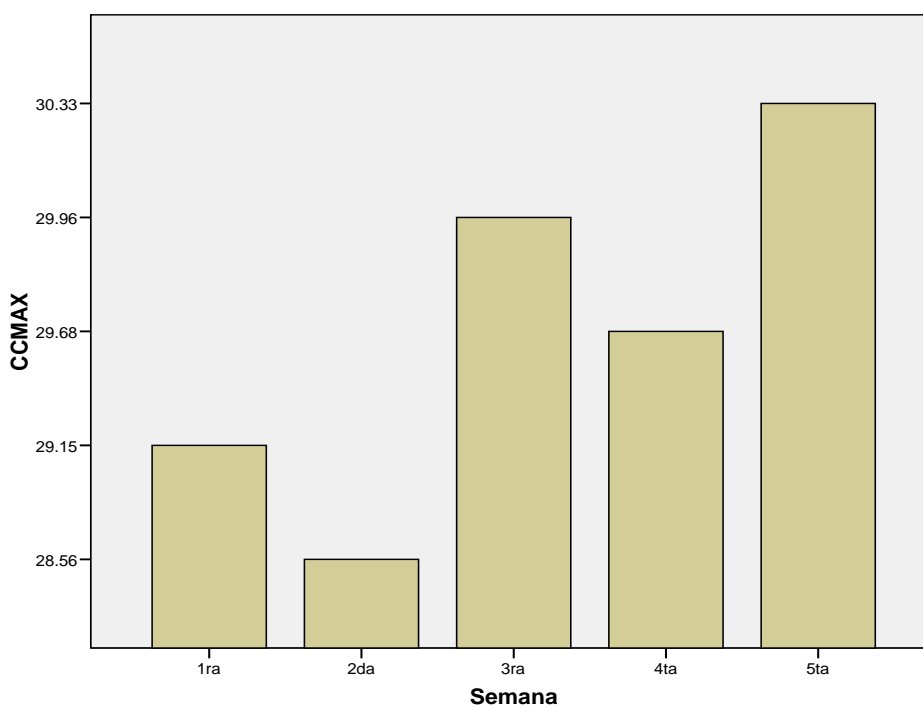


Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

Basados en los resultados obtenidos en la gráfica 4.2 que se presentaron en la medición de temperatura durante las cinco semanas, los valores reportados en los promedios por semana de la casa con el sistema son los siguientes: ($T_{1\ max}$) Temperatura = 28,14; ($T_{2\ max}$) Temperatura = 28,73; ($T_{3\ max}$) Temperatura = 27,96; ($T_{4\ max}$) Temperatura = 27,97; ($T_{5\ max}$) Temperatura = 28,26.

Zambrano (2014), manifiesta que la temperatura en cultivos hidropónicos se reduce a medida de que la vegetación va aumentando en volumen, ya que la temperatura ambiente oscila entre 27°C a 29°C ya sea en época seca y lluviosa.

Gráfico 4. 3. Resultados de % de temperatura máxima de la casa convencional.



Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

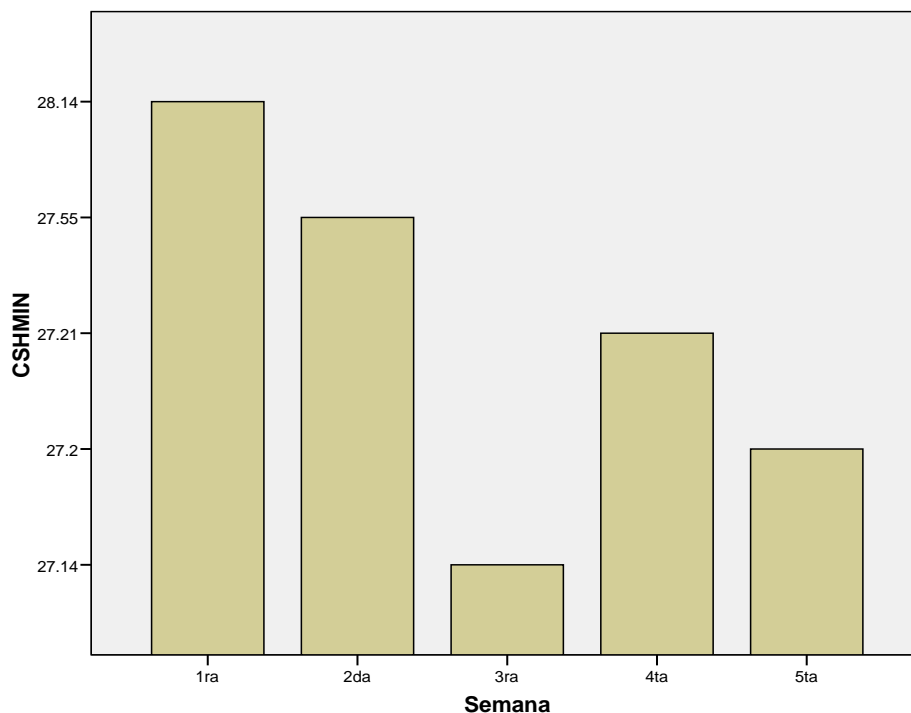
En la gráfica 4.3 se muestran los porcentajes de la casa convencional dando a conocer las mediciones de la temperatura durante las cinco semanas, los valores reportados en los promedios por semana son los siguientes: $(T_{1\ max})$ Temperatura = 29,15; $(T_{2\ max})$ Temperatura = 28,56; $(T_{3\ max})$ Temperatura = 28,96; $(T_{4\ max})$ Temperatura = 29,68; $(T_{5\ max})$ Temperatura = 30,33.

En estos ambos gráficos de la temperatura máxima se puede observar que en la casa con el sistema de cubiertas verdes llega a una temperatura de 28,26°C, mientras que en la casa convencional se mantienen valores altos con un promedio de 30,33°C; indicando así una diferencia significativa aproximadamente de 0,25; ya que se presentaron días en los que la temperatura se tornó elevada en ambas casas debido a la radiación del sol.

Souza (2013), manifiesta que la elevación de temperaturas se presenta por el exceso de las islas de calor como en lugares donde no existe vegetación ya que las plantas realizan la función en absorber la mayor parte de energía recibida del sol con un 2% que es usado para la fotosíntesis, 48% pasa a través de las hojas y es almacenado en las plantas, 35% es usado para la transpiración y solo el

20% es reflejado; por otra parte la temperatura tiende a subir cuando la humedad baja.

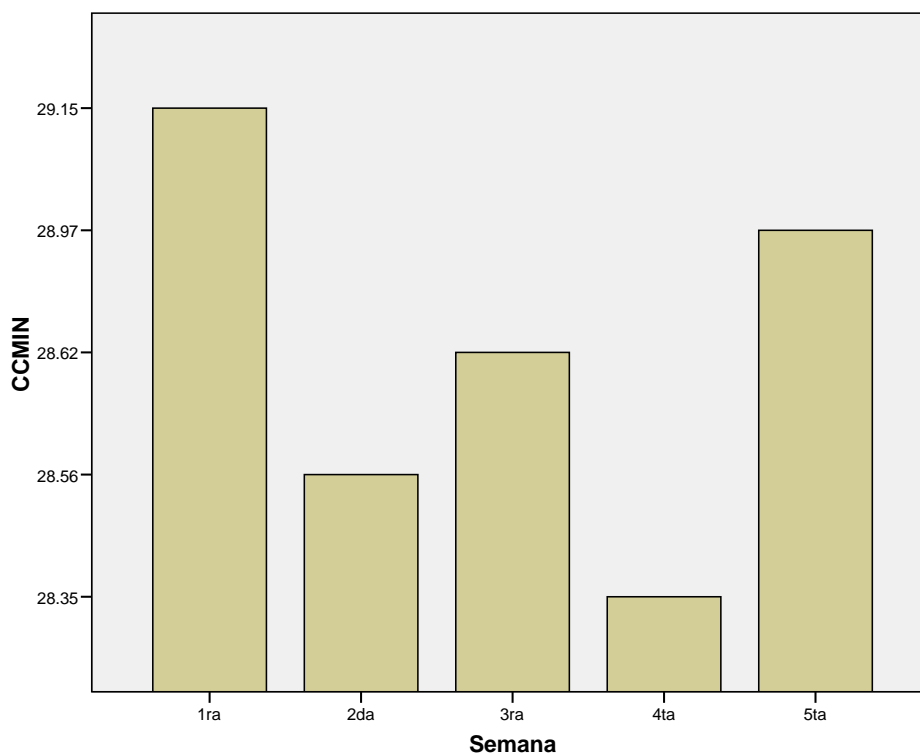
Gráfico 4. 4. Resultados de % de temperatura mínima del sistema de cubiertas verdes.



Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

Basados en los resultados obtenidos en la gráfica 4.4 que se presentaron en la medición de temperatura durante las cinco semanas, los valores reportados en los promedios por semana de la casa con el sistema de cubiertas verdes son los siguientes; ($T_{1\ min}$) Temperatura = 28,14; ($T_{2\ min}$) Temperatura = 27,55; ($T_{3\ min}$) Temperatura = 27,14; ($T_{4\ min}$) Temperatura = 27,21; ($T_{5\ min}$) Temperatura 27,20.

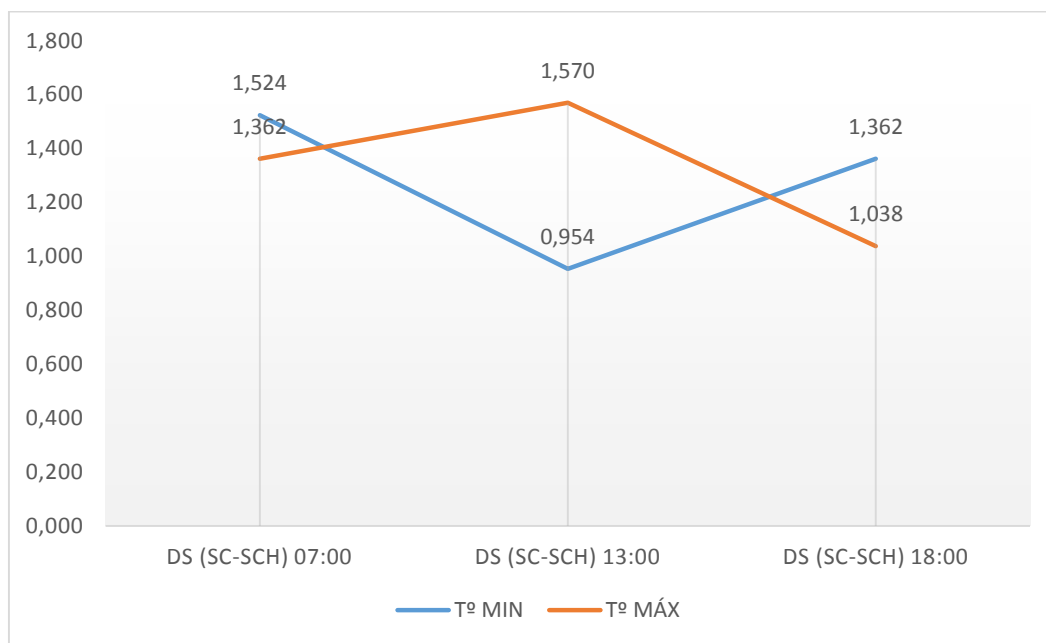
Gráfico 4. 5. Resultados de % de temperatura mínima de la casa convencional.



Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

En la gráfica 4.5 se muestran los porcentajes de la casa convencional dando a conocer las mediciones de la temperatura durante las cinco semanas, los valores reportados en los promedios son los siguientes: ($T_{1\ min}$) Temperatura = 29,15; ($T_{2\ min}$) Temperatura = 28,56; ($T_{3\ min}$) Temperatura = 28,62; ($T_{4\ min}$) Temperatura = 28,35; ($T_{5\ min}$) Temperatura 28,97.

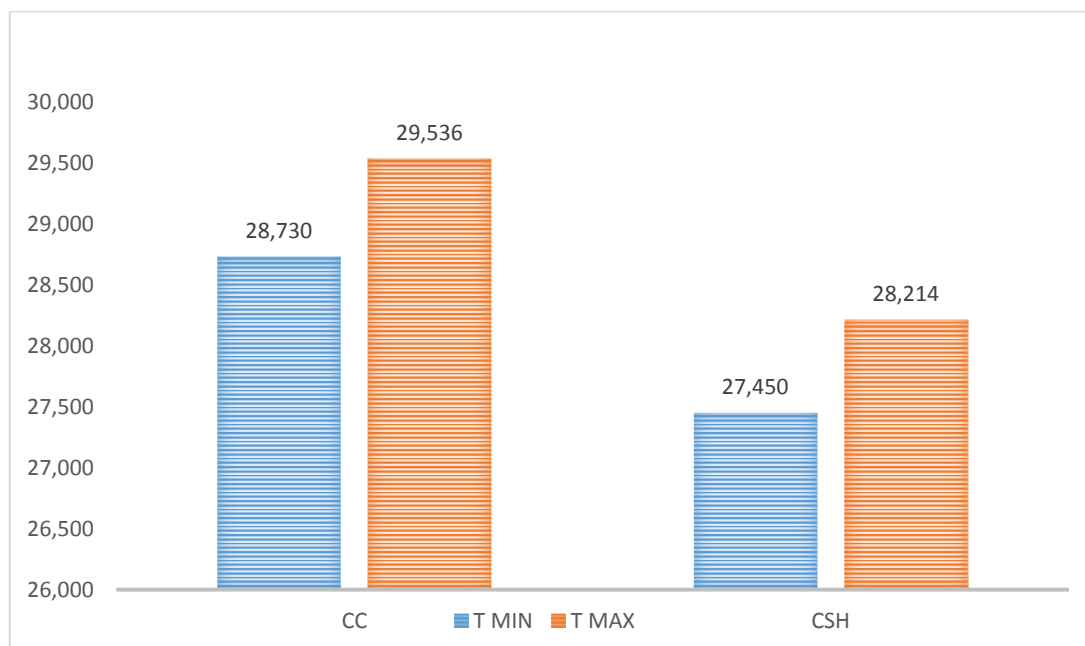
Bravo y Cosquillo (2011), expresan que la temperatura se encuentra relacionada directamente al tiempo en que se emplee el sistema hidropónico dentro de un área determinada. En ambos gráficos se muestra que los resultados en estudio de la casa con el sistema de cultivo hidropónico y la convencional mantienen un margen con una diferencia de 0,57 aproximadamente, dando así una diferencia significativa en los valores de las temperaturas mínimas.

Gráfico 4. 6. Temperaturas de los tres horarios.

Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

Dada la representación en el gráfico 4.6 en donde se muestran los resultados en diferentes horarios; se puede observar las temperaturas máximas de ambas casas: a las 7:00 am se mostró con un promedio de 1,36⁰C; a las 13:00 pm un promedio 1,57⁰C y a las 18:00 pm con un 1,03⁰C; mientras que en la temperatura mínima se dieron las siguientes diferencias, en el caso de las 7:00 am con un promedio de 1,52⁰C; a las 13:00 pm con un promedio de 0,95⁰C y a las 18:00 pm con 1,36⁰C; mostrando así una diferencia significativa entre ambas casas, dando a conocer la eficiencia del sistema de cultivo hidropónico.

Cabe recalcar que, la temperatura de acuerdo a Bravo y Cosquillo (2011), se encuentra relacionada directamente al tiempo en el que se emplea el sistema hidropónico dentro de un área determinada

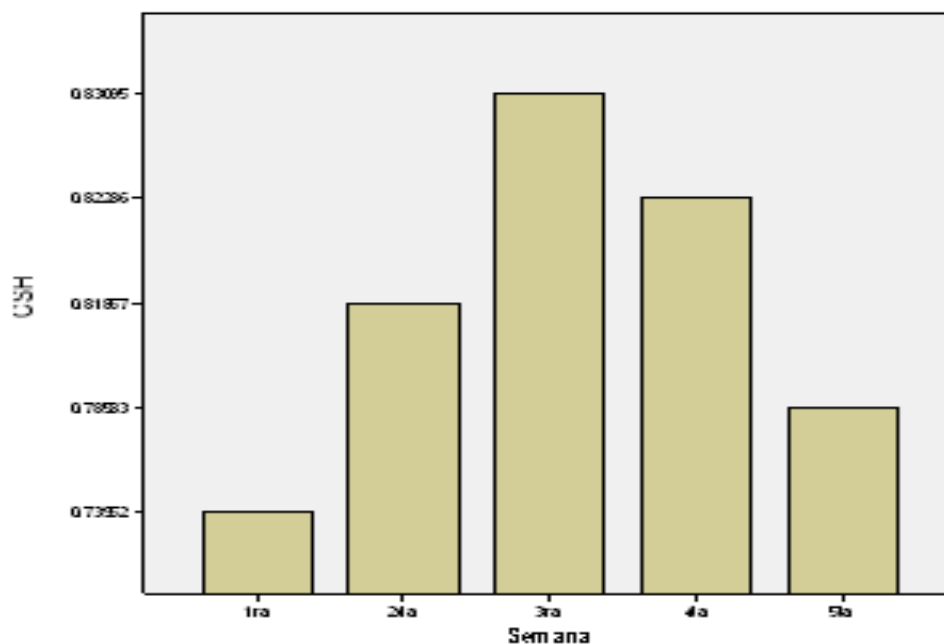
Gráfico 4. 7. Diferencia de temperatura en los dos tipos de casas.

Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

Mediante los resultados obtenidos de las temperaturas en ambas casas; en el gráfico 4.7 se mostró que en el sistema de cultivo hidropónico su temperatura máxima fue de 28,21⁰C mientras que la casa convencional presentó un promedio de 29,53⁰ C; dando así una diferencia final de 1,32⁰C; por otra parte la temperatura mínima del sistema dio un promedio de 27,45⁰C mientras que en la casa convencional dio como resultado un 28,73⁰C; presentando una diferencia de 1,28⁰C. Tomando en cuenta estos resultados se puede resaltar que el sistema de cultivo hidropónico es eficiente en la disminución de temperaturas ya que dio una diferencia de más menos 1⁰C en significancia. Según Danosa (2014), menciona que las cubiertas verdes son capaces de reducir el efecto de isla calor en los lugares disminuyendo las temperaturas de las superficies plantadas mediante el proceso de transpiración y evaporación que las plantas realizan, por lo tanto una cobertura vegetal situada sobre la envolvente de las edificaciones ayuda a mantener la uniformidad de las temperatura como en el gráfico donde se observa los picos más altos de las temperaturas.

4.3.2.2. HUMEDAD

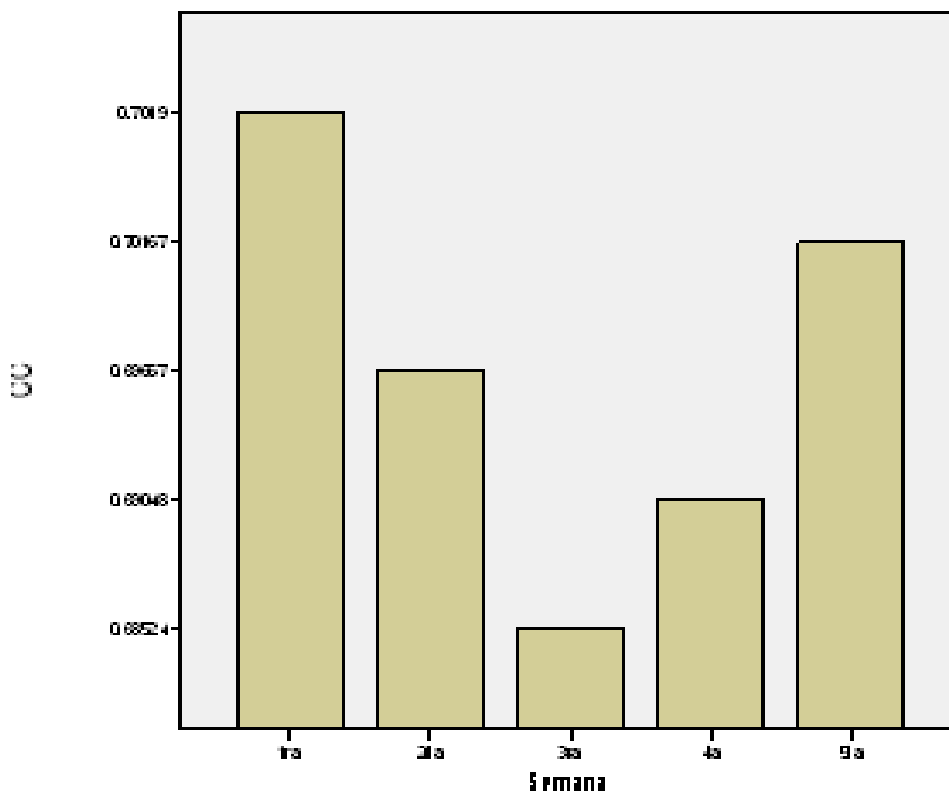
Gráfico 4. 8. Resultados de % de humedad del sistema de cubiertas verdes.



Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

En el gráfico 4.8 se presentan los porcentajes de la humedad durante las cinco semanas dando a conocer que en la casa de cubiertas verdes se reflejaron los siguientes resultados por semanas: 0,70%; 0,69%; 0,68%; 0,69%; 0,70%. De acuerdo a estos porcentajes se encuentra el criterio de Souza (2013), quién señala que tanto la temperatura como la humedad están relacionadas debido a que los niveles de humedad varían con el cambio de la temperatura.

Gráfico 4. 9. Resultados de % de humedad de la casa convencional.



Elaborado por: Bravo y Loor (2019)

Basados en los resultados obtenidos después de medir el porcentaje de humedad durante las cinco semanas, los valores reportados en los promedios por semana en la casa convencional sus valores son los siguientes: 0,73%; 0,81%; 0,83%; 0,82%; 0,78%. Por lo cual se determinó estadísticamente que los tratamientos presentan diferencias significativas entre sí, es decir no hay homogeneidad entre ellos, presentando un nivel de confianza del 95%, tomando en cuenta que el valor de diferencia es de 1% entre las dos casas. Estos resultados se presentan ya que el volumen de plantas permite que el sistema de cultivo hidropónico se torne en un ambiente fresco debido a que estas plantas logran reducir los efectos de islas de calor, manifestando que cuando la temperatura es baja la humedad tiende a subir.

Finalmente, es importante mencionar que, durante las cinco semanas de monitoreo de la temperatura y la humedad tanto en la casa convencional, como en la casa con el sistema hidropónico; se pudo constatar que existieron diferencias significativas y variaciones entre ambos tratamientos en todas las

semanas y en los dos factores analizados. Suárez (2013), por su parte, indica que, si la humedad es demasiado baja, la temperatura tiende a subir y por lo tanto el crecimiento de las plantas se torna lento; mientras que, si la humedad sube, la temperatura tiende a bajar lo que hace que el cultivo se desarrolle normalmente en el tiempo adecuado.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El sistema hidropónico empleado en la casa resultó eficiente al ser comparado con la casa convencional, ya que dicho sistema provee mejores condiciones de tiempo meteorológico tanto en temperatura como humedad.
- La temperatura de la casa convencional mantuvo un promedio entre 29,5°C a 28,7°C, mientras que la del sistema de cubiertas verdes mantuvo un promedio entre 28,2°C a 27,4°C, resultando una diferencia significativa de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ de entre los tratamientos durante las cinco semanas de monitoreo.
- Los porcentajes de humedad manifestaron que la casa convencional mantuvo una humedad baja de 69,52% ya que no fue favorable para la bioclimatización por la elevación de temperatura, mientras que la casa con el sistema hidropónico se mantuvo en un porcentaje de 79,95%, con una eficiencia de 95% y con una diferencia de 1% entre ambas casas reflejando un buen confort térmico.

5.2. RECOMENDACIONES

- Fomentar investigaciones de sistemas de cubiertas verdes con base de cultivos hidropónicos, ya que estos ayudan a mantener un equilibrio en el ambiente, y a su vez permiten regular el uso de artefactos como acondicionadores de aire.
- Sociabilizar los beneficios que proveen los sistemas de cubiertas verdes, de manera que las personas apliquen este tipo de sistema.
- Realizar monitoreo de otras variables meteorológicas, y obtener mayor información acerca de los beneficios de los sistemas de cubiertas verdes en base a los cultivos hidropónicos implementados en viviendas y edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams. (1991). Comparación de tres sistemas de producción de fresa en invernadero. *Redalyc* , 23.
- Adams. (1994). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. Torreón: PDF.
- Alvarado. (2001). *Evaluación de seis variedades de lechugas, (Lactuca sativa L.) cultivadas con el sistemashidropónico recirculante NFT en el centro experimental de cota cota* . Bolivia: Tesis de grado.
- Amena. (30 de Septiembre de 2010). techos vivos. *Redalyc*, 46.
- Aruquipa. (2008). *Producción hidropónica de lechuga*. Universidad Península de Santa Elena . Ecuador: Tesis de la faculta de ciencias agrarias.
- Azurmendi. (Mayo de 2014). Técnicas hidropónicas raíz flotante. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Redalyc*, II, 56.
- Baumann. (12 de Febrero de 2006). Techos verdes. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Redalyc*, 91-104.
- Baweja. (2009). Hacia la implementación integral de la eficiencia energética. *Colef*, 95-96.
- Bravo y Cosquillo. (2011). *Temperatura en sistemas hidropónicos*. Ecuador : Unidad academica ciencias de la ingeniería .
- Bunt. (1988). Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morales, México . *Redalyc* , 123.
- Burgos. (2016). Diferencias de temperatura y humedad relativa en cultivos hidroponicos . *Scielo*, 108.
- Calderon. (2004). PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (Lactuca sativa L), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS. *Tesis* , 84.
- Calderón. (2004). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas* . tesis.
- Carillo et al. (2015). *Producción hidropónica de tres variedades de lechugas (Lactuca sativa L)* . Ecuador : tesis.
- Carrera. (2009). *Respuesta de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) Con tres niveles de fertilización en producción hidropónica en la zona de Ibarra, Provincia de Imbabura* . Carchi-Ecuador: Tesis.
- Castillo. (2001). *La Hidroponía como alternativa de producción vegetal*. España: PDF.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). pág. RO N° 449.
- Córdova. (2011). Impactos de las islas térmicas.Caracterización y valoración química del olote: Degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas. *Redalyc*, 41.
- Cornillon. (1988). *Manual para la preparación de solución nutritiva* . Torreón : pdf.

- Cristancho. (2011). Implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de honda, Tolima (COLOMBIA). *Redalyc*, 9.
- Danosa. (Marzo de 2014). Cubiertas verdes como mejora del comportamiento energético. *Redalyc*, 55.
- Delgado. (2016). Producción de avena como forraje verde hidropónico con tres métodos de producción, en el distrito 8 de la ciudad de el alto. *Redalyc*, 5.
- Diaz. (2012). Hidropónia, principios factores de influencia. *biolog*.
- Dicta. (2002). *Evaluación de seis variedades de lechuga, (Lactuca sativa L) cultivada con el sistema hidropónico recirculante NFT en el centro experimental de cota cota*. Bolivia: Tesis de grado.
- Environmental Protection Agency EPA. (2009). Impactos de las islas térmicas. *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas* Redalyc.
- Environmental Protection Agency EPA. (2013). *Estudio de factibilidad estructural para la implementación de techos verdes en edificaciones comerciales en la ciudad de Caracas*. Caracas: Tesis.
- Flores. (2015). *Evaluación de seis variedades de lechugas (Lactuca sativa L) cultivadas con el sistema hidropónico recirculante NFT en el centro experimental de cota cota*. Bolivia: tesis.
- Gallart. (2013). Cubiertas vegetales en la región del Caribe. 96. *Análisis comparativo del comportamiento térmico de una cubierta verde extensiva en el parque temático biouniverso de Chetumal, Quintana Roo*. Mexico : Tesis
- García. (2010). Confort térmico de techos verdes. *Redalyc*.
- Garzón. (2006). Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas. *Tesis*, 84.
- Gómez, E. (2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 22, 116.
- Graves. (1983). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. Torreón: PDF.
- Guerrero. (2011). *Análisis comparativo del comportamiento térmico de una cubierta verde extensiva en el parque temático biouniverso de Chetumal, Quintana Roo*. Mexico : Tesis.
- Hidroenvironment. (2007). *Estudio comparativo de tres genotipos de lechuga (Lactuca sativa L) cultivada en tres sistemas de producción hidropónica*. Ecuador: Tesis.
- Holhem. (2003). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas*. Torreón: PDF.
- Ibáñez. (2008). Techos verdes. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Redalyc*.
- Información Técnica Agrícola INFOAGRO. (2014). Confort térmico de techos verdes. *Redalyc*.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2014). Comparación de rendimientos de cultivos de fresas (*Fragaria ananassa*) bajo los sistemas de hidroponía y acuaponía . (Ochoa, Ed.) *Redaly*, 7.
- Jaramillo. (ENERO de 2017). Cubiertas verdes. *EL UNIVERSO*.
- Jim & Tsang. (2011). Confort térmico de techos verdes. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Redalyc*.
- Juaréz. (2007). Comparación de tres sistemas de producción de fresa en el invernadero . *Redalyc* , 18.
- Keeler, Carter &. (2008). "Sistema productivo de techos verdes en comunidades vulnerables. Estudio de caso en el barrio La Isla, Altoa de Cazucá en Soacha, Cundinamarca". 35p.
- Latino, G. (2010). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas* . ECUADOR: Tesis.
- León. (2001). *Producción hidropónica de tres variedades de lechugas (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas* . Ecuador: Tesis.
- Leveratto et al. (2014). Diseño y aplicación de techo verdes. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta? *Redalyc*.
- Mafla. (2015). Producción hidropónica de tres variedades de lechugas (*Lactuca sativa L*), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas . *Tesis*, 84.
- Malca. (2006). *produccion de avena forraje verde hidropónico*. ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?
- Mallar. (1978). *Producción hidropónica de lechuga (Lactuca sativa)* . Producción hidropónica de tres variedades de lechugas (*Lactuca sativa L*), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas . Ecuador : tesis.
- Manrique, A. (2012). Cemento y concreto. *Revista Virtual Pro. Colombia*, 1, 3-4.
- Martínez, e. a. (2012). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritiva* . Ecuador: Tesis.
- Montesdeoca. (2016). *Producción hidropónica en plantas ornamentales en el Ecuador*. Cevallos-Ecuador: Tesis .
- Moorby. (1980). *Manual para la preparación de soluciones nutritivas* . Torreón: PDF.
- Nateras. (2005). La importancias del método en la investigación. *Revista Espacios Públicos*, p 277-285.
- Penningsfeld. (1983). *Producción de avena forraje verde hidropónico*.
- Pérez. (1974). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa l), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas*. tesis, Universidad de Guayaquil , Guayaquil.
- Plan Nacional del Buen Vivir. (2013-2017). *Edición aprobada por el Consejo Nacional de Planificación*. Obtenido de <http://planificacion.gob.ec>

- Ramírez, F., & Zwerg, A. (2012). *Metodología de la investigación: más de una investigación*. Universidad EAFIT, Colombia. Obtenido de <http://www.redalyc.org>
- Redondo. (2014). Beneficios socio ambientales de las infraestructuras verdes urbanas . *scielo*.
- Rendón. (2007). Plantas con potencial uso ornamental del estado de Morales, México. *Redalyc*, 135.
- Rubio. (2000). *Producción hidropónica en tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L)*. Ecuador: Tesis.
- Ruiz. (1997). *Evaluación de híbridos de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)en hidroponía aplicando biorstimulantes jisamar en el Cantón la Libertad*. La Libertad-Ecuador: PDF.
- Ruiz, S. (2015). Rastrojos de cultivos y residuos forestales, Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región del Biobío. *Instituto de Investigadores Agropecuarias*, 196.
- Salinas. (2013). *Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (Lactuca saltiva I)* . Ecuador : tesis. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de <http://bibliotecadeamag.com>
- Samangoei. (2006). Techos verdes. *Redalyc*. . Rastrojos de cultivos y residuos forestales, Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región del Biobío
- Sánchez, E., Ortega, M., Mendoza, G., Montañez, O., & Buntinx, S. (2012). Rastrojo de maíz tratado con úrea y metionina. Protegida en dietas para ovinos en crecimientos. *Revista Interciencias*, 37, 395.
- Sousa. (2013). *sistemas hidropónicos cultivos en agua*. Hamburgos- Brasil. *Analisis comparativo del comportamiento termico de una cubierta verde extensiva en el parque tematico biouniverzoo de Chetumal, QUINTANA Roo*. Mexico
- Taladris, A., & Schewember, A. (2012). Cereales en las zonas centro y sur de chile: ¿Que hacer con los rastrojos? *Revista Agronomía y Forestal U.C N° 46*, 24-28.
- Teemusk Y Mander. (2009). Techos verdes. *evaluación de híbridos de tomate (lycopersicon esculentum mill.) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el cantón la libertad*. la libertad-Ecuador: PDF *Redalyc*.
- Vera. (2008). *Evaluación de híbridos de tomate(Lycopersion esculentum mill) en hidroponía*
- Wong et al. (2003). Diseño y aplicación de techos verdes . *Analisis comparativo del comportamiento termico de una cubierta verde extensiva en el parque tematico biouniverzoo de Chetumal, QUINTANA Roo*. Mexico *Redalyc*, 14.
- Yoda, K., & Shintani, A. (2014). Aplicación de concreto agregado reciclado para elenmentos estructurales de la parte superior de la tierra. *Revista Construcción y Materiales de construcción*, 67, 4.
- Yovane. (2003). *Analisis comparativo del comportamiento termico de una cubierta verde extensiva en el parque tematico biouniverzoo de Chetumal, QUINTANA Roo*. Mexico: Tesis .

- Zambrano. (2014). Estudio comparativo de tres genotipos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en tres sistemas de producción hidropónica. *Redalyc*, 7.
- Zooppolo. (2004). *Cultivo de hortalizas*. estudio comparativo de tres genotipos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas en tres sistemas de producción hidropónica Bolivia: PDF.

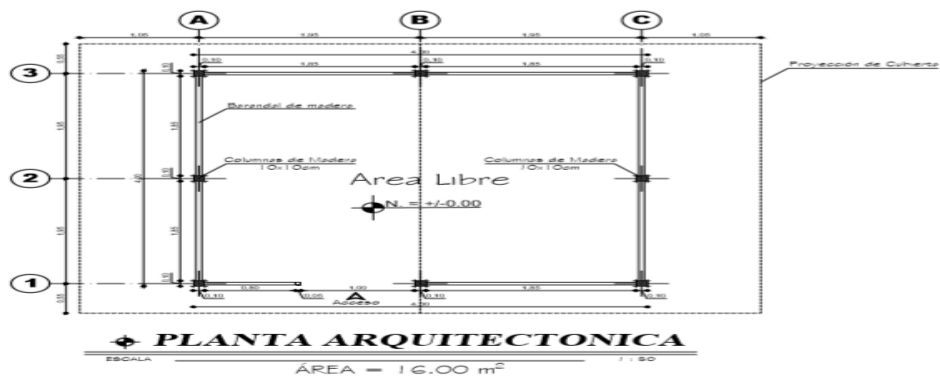
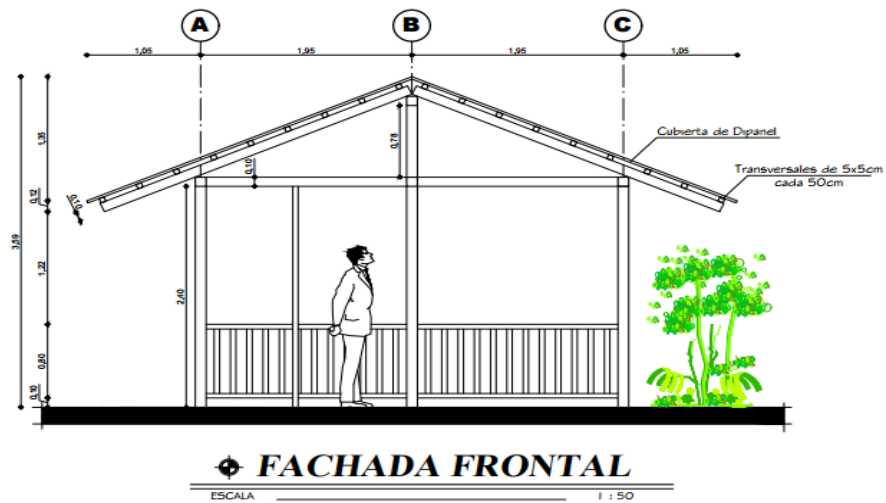
ANEXOS

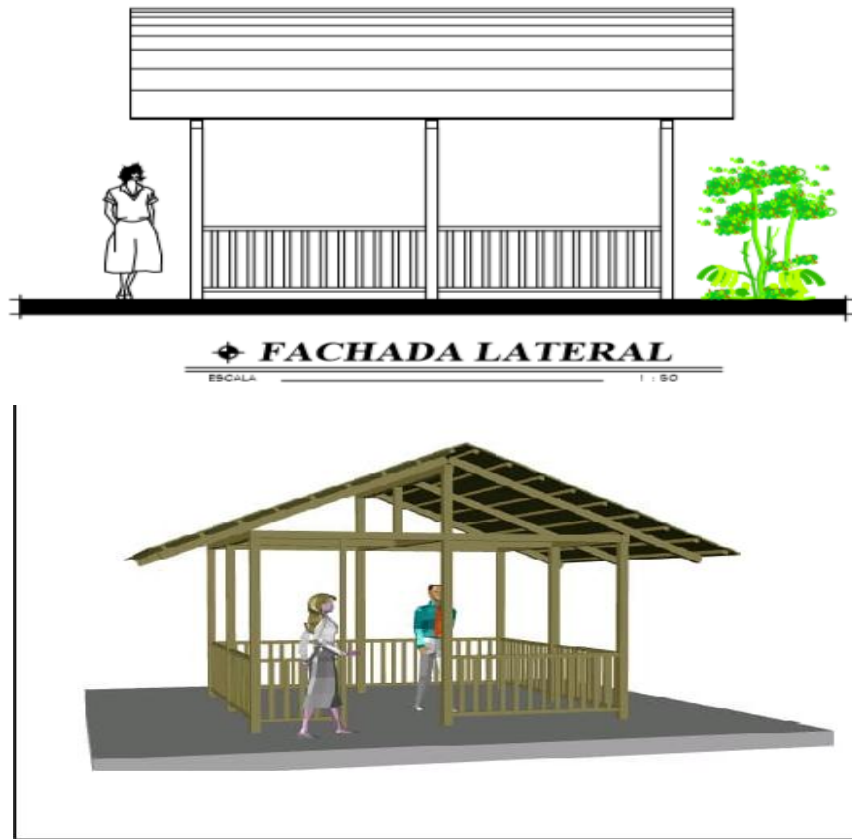
ANEXO 1. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo 1.A. Reconocimiento del área de estudio y elaboración de los huecos para la colocación de los horcones.



Anexo 1.B. Establecimiento de los parámetros para un sistema de cubiertas verdes.





Anexo 1.C. La construcción de la casa en el área de estudio



Realización de los agujeros para los horcones



Levantamiento de las cañas



Colocación de las cañas para el caballete



Colocación de las latillas en el caballete



Esta cortando las latillas para el alrededor de la casa y la ubicación del cade para la cubierta del caballete

Anexo 1.D. La planta que se utilizó ornamentales (cortinas), cuando se las sembró y se colocó en el recipiente



La siembra de las plantas ornamentales (cortinas)

Anexo 1.E. Otra de las plantas utilizada hortaliza la lechuga (*Lactuca sativa l*) cuando estaba en semilleros y cuando las lechugas tenían 15cm.



El cultivo de lechuga a los ocho días de germinación



A los doce días de germinación



A los quince días de germinación



A los veinte días de germinación

Anexo 1.F. Aplicación del sistema NFT. (Técnica de cultivo en flujo laminar) y con sus respectivas plantas



La colocación de los respectivos tubos en la parte exterior e interior



La instalación de los respectivos tanques



Colocación de las lechugas



Colocación de las cortinas



Exterior de la casa con su cubierta vegetal



Interior de la casa con su cubierta vegetal



Cubierta verde en su primera semana



Cubierta verde en su segunda semana



Cubierta verde en su tercera semana



Cubierta verde en su cuarta semana



Cubierta verde en su quinta semana

Anexo 1.G. Toma de datos de temperaturas con el termómetro

Toma de temperatura en la casa convencional



Toma de temperatura en la casa con el sistema

ANEXO 2. CUADROS DE MONITOREO (CASA CON EL SISTEMA)

Monitoreo de las temperaturas de la casa del sistema de cubiertas verdes durante las 5 semanas a partir de la implementación del sistema del NFT.

ANEXO 2.A. CASA CON EL SISTEMA

Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	69%	27,1	26,5
22/01/2019	MARTES	67%	26,9	25
23/01/2019	MIERCOLES	77%	30,3	29,1
24/01/2019	JUEVES	78%	26,1	25,9
25/01/2019	VIERNES	75%	25,3	25
26/01/2019	SABADO	70%	28,9	27,5
27/01/2019	DOMINGO	69%	28,6	26,3

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa con el sistema

Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	69%	32,7	31,7
22/01/2019	MARTES	69%	30,3	29,2
23/01/2019	MIERCOLES	68%	30,6	29,7
24/01/2019	JUEVES	69%	28,6	26,4
25/01/2019	VIERNES	68%	30,3	29,1
26/01/2019	SABADO	70%	30,8	29,9
27/01/2019	DOMINGO	69%	29,8	28,6

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa con el sistema

Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	70%	29	25
22/01/2019	MARTES	69%	29,5	28,9
23/01/2019	MIERCOLES	69%	28,6	27,3
24/01/2019	JUEVES	70%	26,4	26,2
25/01/2019	VIERNES	69%	29,9	28,7
26/01/2019	SABADO	70%	29,6	28,3
27/01/2019	DOMINGO	70%	28,1	28

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa con el sistema

ANEXO 2.B. CASA CON EL SISTEMA

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	71%	27,9	27,1
29/01/2019	MARTES	69%	27,8	26,8
30/01/2019	MIERCOLES	71%	27,8	26,7
31/01/2019	JUEVES	69%	27,5	26,9
01/02/2019	VIERNES	71%	27,3	27
02/02/2019	SABADO	70%	27,1	27
03/02/2019	DOMINGO	69%	27,1	26,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa con el sistema

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	70%	32	30,3
29/01/2019	MARTES	69%	30,1	27,4
30/01/2019	MIERCOLES	70%	29,9	27,4
31/01/2019	JUEVES	70%	29,6	27,3
01/02/2019	VIERNES	69%	29,4	27,5
02/02/2019	SABADO	70%	29,1	27,6
03/02/2019	DOMINGO	70%	28,9	27,6

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa con el sistema

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	69%	29,5	29,3
29/01/2019	MARTES	70%	29,5	28,3
30/01/2019	MIERCOLES	69%	29,1	28,6
31/01/2019	JUEVES	68%	29,1	27,3
01/02/2019	VIERNES	70%	29,1	27,8
02/02/2019	SABADO	69%	28,6	27,3
03/02/2019	DOMINGO	70%	27	26,5

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa con el sistema

ANEXO 2.C. CASA CON EL SISTEMA

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	70%	27,1	26,6
05/02/2019	MARTES	64%	28,7	27,1
06/02/2019	MIERCOLES	70%	29,1	27,8
07/02/2019	JUEVES	71%	28,9	27,8
08/02/2019	VIERNES	69%	28,6	27,8
09/02/2019	SABADO	70%	28,4	27,8
10/02/2019	DOMINGO	69%	26,4	26

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa con el sistema

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	67%	28,9	27,7
05/02/2019	MARTES	66%	28,3	27,7
06/02/2019	MIERCOLES	69%	28,4	27,8
07/02/2019	JUEVES	69%	27,9	27,4
08/02/2019	VIERNES	70%	28,2	27,9
09/02/2019	SABADO	66%	29,6	27,8
10/02/2019	DOMINGO	69%	28,2	28,1

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa con el sistema

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	70%	27,1	26,3
05/02/2019	MARTES	69%	27,3	26,6
06/02/2019	MIERCOLES	70%	27,5	26,1
07/02/2019	JUEVES	70%	26,4	26,2
08/02/2019	VIERNES	70%	27,6	26,5
09/02/2019	SABADO	66%	27,3	26,2
10/02/2019	DOMINGO	65%	27,3	26,8

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa con el sistema

ANEXO 2.D. CASA CON EL SISTEMA

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	69%	27,9	27,6
12/02/2019	MARTES	68%	26,2	26,1
13/02/2019	MIERCOLES	70%	26,4	26,1
14/02/2019	JUEVES	69%	26,4	26,2
15/02/2019	VIERNES	71%	27,9	27
16/02/2019	SABADO	70%	28,4	26,4
17/02/2019	DOMINGO	71%	26,4	26,2

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa con el sistema

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	67%	28,6	28,2
12/02/2019	MARTES	70%	29,4	28,4
13/02/2019	MIERCOLES	68%	29,1	28,6
14/02/2019	JUEVES	69%	28,8	28,2
15/02/2019	VIERNES	66%	29	28,4
16/02/2019	SABADO	71%	29,1	27,8
17/02/2019	DOMINGO	69%	29,1	27,5

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa con el sistema

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	63%	26,9	25,6
12/02/2019	MARTES	69%	28,1	27,4
13/02/2019	MIERCOLES	69%	28,1	27,3
14/02/2019	JUEVES	70%	27,1	26,8
15/02/2019	VIERNES	69%	28,2	27,3
16/02/2019	SABADO	71%	28,3	27,3
17/02/2019	DOMINGO	71%	28	27,1

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa con el sistema

ANEXO 2.E. CASA CON EL SISTEMA

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	71%	27,3	27
19/02/2019	MARTES	71%	26,6	26,1
20/02/2019	MIERCOLES	70%	27,8	27,3
21/02/2019	JUEVES	70%	27,3	26,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa con el sistema

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	70%	29,2	27,3
19/02/2019	MARTES	73%	29,2	27,1
20/02/2019	MIERCOLES	71%	29,1	28,6
21/02/2019	JUEVES	70%	29,5	27,5

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa con el sistema

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	72%	28,3	27,1
19/02/2019	MARTES	67%	28	27,3
20/02/2019	MIERCOLES	67%	28,5	27,1
21/02/2019	JUEVES	70%	28,3	27,1

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa con el sistema.

ANEXO 3. CUADROS DE MONITOREO (CASA CONVENCIONAL)

ANEXO 3.A. CASA CONVENCIONAL				
Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	70%	29,6	28,1
22/01/2019	MARTES	69%	30,1	29,6
23/01/2019	MIERCOLES	80%	29,8	29,6
24/01/2019	JUEVES	83%	27,3	26,6
25/01/2019	VIERNES	76%	27	26,6
26/01/2019	SABADO	69%	29,6	28,4
27/01/2019	DOMINGO	70%	29,1	28,4

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa convencional

Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	71%	33	31,9
22/01/2019	MARTES	80%	33	30,2
23/01/2019	MIERCOLES	81%	33,1	30
24/01/2019	JUEVES	85%	30,3	29,1
25/01/2019	VIERNES	69%	33	31,7
26/01/2019	SABADO	65%	31,8	29,9
27/01/2019	DOMINGO	66%	31	29,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa convencional

Primera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
21/01/2019	LUNES	71%	31,1	29,6
22/01/2019	MARTES	79%	30,3	28,9
23/01/2019	MIERCOLES	76%	30,1	29,6
24/01/2019	JUEVES	85%	28,4	26,4
25/01/2019	VIERNES	69%	30,8	30,1
26/01/2019	SABADO	70%	30	29,9
27/01/2019	DOMINGO	69%	29,3	28,1

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la primera semana en la casa convencional

ANEXO 3.B. CASA CONVENCIONAL

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	73%	28,8	26,82
29/01/2019	MARTES	85%	29,4	28,5
30/01/2019	MIERCOLES	91%	27,9	27,4
31/01/2019	JUEVES	85%	29,6	28,5
01/02/2019	VIERNES	85%	29	28,3
02/02/2019	SABADO	85%	29,1	28,5
03/02/2019	DOMINGO	85%	28,9	28,5

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa convencional

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	76%	33	29,4
29/01/2019	MARTES	89%	32,7	28,5
30/01/2019	MIERCOLES	88%	32,7	28,2
31/01/2019	JUEVES	81%	30,8	28,9
01/02/2019	VIERNES	81%	30,5	28,9
02/02/2019	SABADO	80%	30,3	28,9
03/02/2019	DOMINGO	80%	30,1	28,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa convencional

Segunda semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
28/01/2019	LUNES	92%	31,4	27,8
29/01/2019	MARTES	92%	30,5	27,9
30/01/2019	MIERCOLES	76%	30,3	29,2
31/01/2019	JUEVES	76%	29,2	28,7
01/02/2019	VIERNES	74%	29,9	29,3
02/02/2019	SABADO	73%	29,6	29,4
03/02/2019	DOMINGO	72%	29,6	29,4

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la segunda semana en la casa convencional

ANEXO 3.C. CASA CONVENCIONAL

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	85%	28,6	28,5
05/02/2019	MARTES	85%	28,6	28,5
06/02/2019	MIERCOLES	84%	28,5	28,4
07/02/2019	JUEVES	84%	28,7	28,4
08/02/2019	VIERNES	83%	28,6	28,4
09/02/2019	SABADO	91%	27,9	27,4
10/02/2019	DOMINGO	93%	27,9	27,5

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa convencional

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	91%	31,6	27,9
05/02/2019	MARTES	91%	31,6	27,9
06/02/2019	MIERCOLES	90%	32,2	28
07/02/2019	JUEVES	90%	32,2	29,3
08/02/2019	VIERNES	88%	32,7	28,9
09/02/2019	SABADO	87%	32,4	29,5
10/02/2019	DOMINGO	87%	32,2	30

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa convencional

Tercera semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
04/02/2019	LUNES	72%	29,4	29,1
05/02/2019	MARTES	73%	29,4	28,9
06/02/2019	MIERCOLES	75%	29,4	28,6
07/02/2019	JUEVES	74%	29,4	28,4
08/02/2019	VIERNES	73%	29,3	29,1
09/02/2019	SABADO	74%	29,2	29,1
10/02/2019	DOMINGO	75%	29,4	29,2

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la tercera semana en la casa convencional

ANEXO 3.D. CASA CONVENCIONAL

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	82%	28,4	28,2
12/02/2019	MARTES	82%	28,4	28,3
13/02/2019	MIERCOLES	81%	28,5	28,4
14/02/2019	JUEVES	81%	28,6	28,4
15/02/2019	VIERNES	81%	28,7	28,4
16/02/2019	SABADO	92%	28,6	26,2
17/02/2019	DOMINGO	80%	29,9	28,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa convencional

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	86%	31,6	28,4
12/02/2019	MARTES	86%	31,4	28,1
13/02/2019	MIERCOLES	86%	31,1	28,9
14/02/2019	JUEVES	85%	30,8	28,7
15/02/2019	VIERNES	85%	30,5	28,9
16/02/2019	SABADO	99%	30,3	27,3
17/02/2019	DOMINGO	99%	30,1	27,8

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa convencional

Cuarta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
11/02/2019	LUNES	75%	29,6	29,2
12/02/2019	MARTES	74%	29,4	29,2
13/02/2019	MIERCOLES	75%	29,3	28,9
14/02/2019	JUEVES	75%	29,3	28,6
15/02/2019	VIERNES	74%	29,4	28,4
16/02/2019	SABADO	75%	29,5	28,2
17/02/2019	DOMINGO	75%	29,8	27,9

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la cuarta semana en la casa convencional

ANEXO 3.E. CASA CONVENCIONAL

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
7:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	80%	30,8	29
19/02/2019	MARTES	80%	29,6	29
20/02/2019	MIERCOLES	81%	29,6	29,1
21/02/2019	JUEVES	82%	29,6	29,2

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa convencional

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
13:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	75%	29,4	29,2
19/02/2019	MARTES	77%	31,6	29,3
20/02/2019	MIERCOLES	78%	32,4	29,1
21/02/2019	JUEVES	79%	33	29,2

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa convencional

Quinta semana de toma de temperatura				
Horario del análisis				
18:00				
Fecha	Días	Humedad	Temperatura mínima	Temperatura máxima
18/02/2019	LUNES	74%	29,4	28,2
19/02/2019	MARTES	75%	29,6	28,3
20/02/2019	MIERCOLES	82%	29,4	29
21/02/2019	JUEVES	80%	29,5	29

Valores de humedad, temperatura máxima y mínima en la quinta semana en la casa convencional

ANEXO 4. CUADROS DE PRUEBAS

ANEXO 4.A. Resumen del informe de pruebas de medias de temperatura mínima

semana		sistconv07	sistconv13	sistconv18	scvd07	scvd13	scvd18
1ra	Media	28,1900	30,3300	28,9400	26,4700	29,2300	28,7300
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
2da	Media	28,0700	28,8100	28,8100	26,9100	27,8700	27,8700
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
3ra	Media	28,1600	28,7900	28,9100	27,2700	27,7700	26,3900
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
4ta	Media	28,1100	28,3000	28,6300	26,5100	28,1600	26,9700
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
5ta	Media	29,0800	29,2000	28,6300	26,8300	27,6300	27,1500
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
Total	Media	28,3220	29,0860	28,7840	26,7980	28,1320	27,4220
	N	5	5	5	5	5	5
	Desv. típ.	,42623	,76520	,14859	,32668	,64383	,90206

ANEXO 4.B. Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	T	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
sistconv07	148,582	4	,000	28,32200	27,7928	28,8512
sistconv13	84,995	4	,000	29,08600	28,1359	30,0361
sistconv18	433,148	4	,000	28,78400	28,5995	28,9685
scvd07	183,428	4	,000	26,79800	26,3924	27,2036
scvd13	97,704	4	,000	28,13200	27,3326	28,9314
scvd18	67,975	4	,000	27,42200	26,3019	28,5421

ANEXO 4.C. Resumen del Informe de pruebas de medias de temperatura máxima

semana		sistconv07	sistconv13	sistconv18	scvd07	scvd13	scvd18
1ra	Media	28,1900	30,3300	28,9400	26,4700	29,2300	28,7300
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
2da	Media	28,0700	28,8100	28,8100	27,5000	29,8600	28,8400
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
3ra	Media	28,4000	32,1300	29,3600	28,1700	28,5000	27,2100
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
4ta	Media	28,7300	30,8300	29,4700	27,0900	29,0100	27,8100
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
5ta	Media	29,9000	31,6000	29,4800	27,2500	29,2500	28,2800
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
Total	Media	28,6580	30,7400	29,2120	27,2960	29,1700	28,1740
	N	5	5	5	5	5	5
	Desv. típ.	,73809	1,28187	,31459	,61893	,49005	,67560

ANEXO 4.D. Prueba para una muestra

	Valor de prueba = 0					
	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
sistconv07	86,821	4	,000	28,65800	27,7415	29,5745
sistconv13	53,622	4	,000	30,74000	29,1483	32,3317
sistconv18	207,632	4	,000	29,21200	28,8214	29,6026
scvd07	98,614	4	,000	27,29600	26,5275	28,0645
scvd13	133,101	4	,000	29,17000	28,5615	29,7785
scvd18	93,249	4	,000	28,17400	27,3351	29,0129

ANEXO 4.E. Resumen del Informe de pruebas de media para humedad

		Casos					
		Incluidos		Excluidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SistConv07 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
SistConv13 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
SistConv18 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
SCVd07 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
SCVd13 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
SCVd18 * Semana		5	100,0%	0	,0%	5	100,0%
Semana		SistConv07	SistConv13	SistConv18	SCVd07	SCVd13	SCVd18
1ra	Media	,7386	,7386	,7414	,7214	,6886	,6957
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
2da	Media	,8414	,8214	,7929	,7000	,6971	,6929
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
3ra	Media	,8643	,8914	,7371	,6900	,6800	,6857
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
4ta	Media	,8271	,8943	,7471	,6971	,6857	,6886
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
5ta	Media	,8075	,7725	,7775	,7050	,7100	,6900
	N	1	1	1	1	1	1
	Desv. típ.	.	.	.	.	.	.
Total	Media	,8158	,8236	,7592	,7027	,6923	,6906
	N	5	5	5	5	5	5
	Desv. típ.	,04786	,06971	,02461	,01178	,01167	,00386