



Implementación de Adaptaciones Demostrativas en pro de la Sustentabilidad para un Hogar Urbano en Heredia, Costa Rica

Antony Oswaldo Castro Rivera

Proyecto de Graduación
para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo
con el grado académico de
Licenciatura en Ciencias Agrícolas

Guácimo, Limón, Costa Rica

2014

La Universidad EARTH certifica que el Proyecto de Graduación titulado

**Implementación de Adaptaciones Demostrativas en pro de la
Sustentabilidad para un Hogar Urbano en Heredia, Costa Rica**

Presentado por

Antony Oswaldo Castro Rivera

**Reúne las condiciones para obtener el título de Ingeniero Agrónomo
con el grado académico de Licenciatura**

Asesor

Roger Castellón, M.Sc.

Diciembre 2014

Dedicatoria

Dedico esta obra a todo aquel soñador que se aventure.

Agradecimiento

Agradezco a mi familia, porque son quienes más se regocijan de mis alegrías y porque somos uno, en sangre y/o espíritu. Agradezco a quienes me han dado su sustento, su comida, su hombro y su trabajo; incluida mi alma mater y su poderosa facultad. Pero sobre todo, agradezco al gran espíritu. En ellos encontré inspiración.

Resumen

Se diseñó e implementó una propuesta de hogar sustentable con adaptaciones aplicables a realidades urbanas generalizadas, pero generadas para la realidad compleja que integra lo energético, alimenticio, económico, antropológico y ecológico del caso en específico. El proceso se desarrolló en un ambiente de mejora constante por parte de un equipo interdisciplinario familiar con inversiones, costos consideraciones y metodologías que se registraron y se exponen en el presente documento. De acuerdo a las evaluaciones realizadas el sistema propuesto estaría generando ingresos equivalentes a una persona con salario mínimo legal por cada 11,77 inversionistas que decidieran invertir tiempo, trabajo y recursos para implementar el sistema. Los ingresos se recibirían en forma de dinero y productos locales cosechables. El patrimonio se generaría en forma social-familiar, con propiedades ecológicas, como colectores y paneles solares, sistemas de recolección de agua, bancos de semillas de plantas y animales (lombrices y microorganismos), lo que potencia el capital en forma de suelo, diversidad genética y lluvia de países de latitudes de trópico húmedo. Por ello, se atiende el problema de la falta de información acerca de los múltiples ejes fundamentales necesarios de comprender si se desea realizar una intervención a nivel urbano-comunitario. La manera en que se atiende el problema es describiendo un marco teórico-práctico a manera de referencia experiencial y económica.

Palabras clave: agricultura urbana, agricultura comunitaria, autoabastecimiento, autoconsumo, colector solar, compost casero, energía solar, hidroponía, panel solar, periurbana, riego por goteo, sostenibilidad, sustentabilidad, Takakura.

Abstract

Selected sustainable home adaptations proposal, applicable to generalized urban realities were designed and implemented, but generated for the complex specific reality, which integrates the energetic, edible, economical, anthropological and ecological of the specific case. The process was developed in a constant improvement environment by an interdisciplinary and familiar team with investments, costs considerations and methodologies which were registered and exposed in the present document. In accordance with the performed evaluations, the proposed system would be generating incomings equivalent to the a Costa Rica's minimum wage for each 11,77 investors which decide to invest time, work and resources in implementing the system. The incomings would be received in form of money and harvested local products. The patrimony would be generated in social and familiar form, with ecologic properties, like rain collectors and solar panels and plant's and animal's seed banks (earthworm and microorganism cultivation) which maximize the capital management efficiency of soil, genetic diversity and rain resources in tropic humid latitudes. Therefore, the lack of information problem is attended from the perspective of multiple fundamental axes, necessary to comprehend if an urban community intervention want to be implemented. The way in which the problem is attended is by describing a theoretical and practical framework as experiential and economical reference.

Key words: community agriculture, compost, hydroponics, gravity drip, self-supply, solar energy, sustainability, Takakura, urban agriculture.

Lista de Contenido

	Página
Dedicatoria	v
Agradecimiento	v
Resumen	vii
Abstract	viii
1 Introducción	1
2 Objetivos	1
2.1 Objetivos Específicos	1
3 Materiales y Métodos	2
3.1 Ubicación del Proyecto	2
3.1.1 Contexto del proyecto: Guararí	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Integración Interdisciplinaria y Área de Trabajo	3
3.3 Recolección de Lluvia.....	5
3.4 Manejo de Residuos.....	8
3.4.1 Lombricultura	8
3.4.2 Composteo Takakura.....	9
3.5 Factor Energético	11
3.6 Auto Abastecimiento y Comercialización de Activos Biológicos.....	11
3.6.1 Hidroponía	14
3.6.2 Sistema de riego por goteo/gravedad	15
3.7 Sondeo de las Reacciones Culturales y de Mercado.....	17
4 Resultados y Discusión	18
4.1 Descripción y Diagnóstico de la Situación Inicial Encontrada Antes de Empezar el Proyecto	18
4.2 Sistema de Recolección de Lluvia	19
4.3 Reciclaje a Nivel Urbano	21
4.3.1 Compost Takakura.....	22
4.3.2 Lombricompost	26
4.4 Factor Energético	27
4.4.1 Consumo eléctrico	27
4.4.2 Panel fotovoltaico.....	28
4.4.3 Colector solar para agua (Termosifón).....	28
4.4.4 Recomendación general	31
4.5 Hidroponía.....	31
4.5.1 Cotización de sales minerales para soluciones madre	31
4.5.2 Infraestructura.....	33
4.5.3 Desconocimiento de procesos físicos, químicos y biológicos complejos	33
4.5.4 Sondeo de mercado.....	34
4.6 Sistema de Riego por Goteo/Gravedad.....	35

4.6.1	Recomendaciones a sistema	37
4.7	Incremento de Especies Vegetales en Área de Trabajo y Comercialización	38
4.8	Sugerencias a Cultivos en Interior	38
4.8.1	Desmalezado selectivo	38
4.8.2	Rotulación de cultivos	38
4.8.3	Estructura de protección ante sol y lluvia	38
4.8.4	Elección de materiales de construcción	38
4.8.5	Limitaciones de cultivos expansivos.....	38
4.9	Cultivos en Exteriores.....	39
4.9.1	Análisis técnico de la intervención social.....	42
4.9.2	Proyección agrícola en comunidad	47
4.10	Componente Animal	48
4.11	Análisis Socio-Económico de la Intervención.....	48
4.11.1	Detalle y análisis de las inversiones realizadas y su valor social.....	48
4.11.2	Determinación del valor actual neto de las inversiones realizadas.	51
4.11.3	Depreciaciones y amortizaciones económicas financieras de las inversiones realizadas	52
4.11.4	Determinación de los beneficios económicos, financieros y sociales del modelo	53
4.11.5	Análisis del costo de la mano de obra para el manejo del modelo propuesto	56
4.11.6	Proyección y análisis del estado de resultados de la propuesta bajo un enfoque de costo beneficio financiero tradicional	58
4.11.7	Valor actual neto de los resultados económicos y sociales de la propuesta .	59
4.11.8	Determinación del flujo de caja y análisis de TIR y VAN de la propuesta	60
4.12	Conclusiones.....	62
5	Lista de Referencias Bibliográficas	65
6	Anexos.....	67
6.1	Anexo 1. Información en Internet sobre la Comunidad de Guararí.....	67
6.2	Anexo 2. Proyecto de Emprendimiento Místico-Artístico/Empírico en Guararí de Heredia (comunidad de estudio de caso).....	68
6.3	Anexo 3. Información Recopilada de Facturación por Concepto de Servicio Hídrico del Hogar de Estudio (CR).....	68
6.4	Anexo 4. Fotografía a Detalle de Manufactura de Prototipo de Eco canoa	69
6.5	Anexo 5. Contabilización de Consumos Eléctricos de Electrodomésticos.....	69
6.6	Anexo 6. Información Recopilada de Facturación por Concepto de Servicio Eléctrico del Hogar de Estudio	70
6.7	Anexo 7. Mercadeo Experimental	71
6.8	Anexo 8. Imagen que ilustra Funcionamiento del Sistema de Riego por Capilaridad en Catálogo de Microtubos	71
6.9	Anexo 9. Encuesta Realizada a Compradores de Lechugas	72
6.10	Anexo 10. Encuesta Realizada a Vecinos	72
6.11	Anexo 11. Encuesta Realizada a Población del Instituto Tecnológico de Costa Rica	73
6.12	Anexo 12. Dimensionamiento de los Movimientos Económicos y Energéticos de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red	74

6.13	Anexo 13. Diseño de un Calentador Solar del Arquitecto Entusiasta Eduardo Valverde (2014).....	75
6.14	Anexo 14. Componente Animal Avícola Ornamental	76

1 Introducción

El informe Brundtland de La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (WCED, 1987), proclamó el desarrollo sustentable como la meta central de la política ambiental, lo definió como: "El desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, de satisfacer sus propias necesidades". Este acuerdo científico mundial contrasta con la realidad globalizada de este siglo: se necesitan más planetas Tierra de los que tenemos para satisfacer el consumo de la civilización humana.

A partir de ese acuerdo se ha definido a la vivienda sustentable como el conjunto de actividades tendientes a satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer la capacidad de dar respuestas a las demandas de generaciones futuras (Hernández, 2011). Por ello, la vivienda como edificación compleja (arquitectura) y la energía en ella (alimentos, combustible, calor y electricidad) son grandes puntos a tratar cuando se desarrolla el concepto de vivienda sustentable; un tercero igual de relevante es el factor cultural, puesto que las personas dentro de la vivienda son subjetivas y deben invertir tiempo y trabajo para llevar a cabo tareas y optimizar procesos. La consciencia (cultura) y su anuencia a invertir económicamente (un cuarto factor) son los que dan rumbo al desarrollo y mantención en el tiempo de los sistemas integrados en un hogar.

Un ejemplo sencillo de lo anterior es la permacultura, definida por diseñadores como el diseño consciente de paisajes que imitan los patrones y las relaciones de la naturaleza, mientras suministran alimento y energía para satisfacer las necesidades locales (La esencia de..., 2007). Una permacultura moderna y urbana, aplicada no solo a campos agrícolas, esperaría poder organizar la dinámica dentro de una vivienda para suministrar alimento y energía en sistemas que perduren, debiendo tener estructuras, energía, mano de obra, dinero para financiar y una remuneración que satisfaga culturalmente. Un ejemplo más concreto sería el decidir invertir en bombillos fluorescentes más costosos inicialmente, sabiendo que si se usaran cuatro bombillos durante 5 horas, significaría un consumo de 125W y no de 1471W, como sería con bombillos incandescentes (Juanicó *et al.*, 2009); esto suministraría energía lumínica consumiendo menos, lo cual organizaría la vivienda de modo que se encamine a la sustentabilidad.

Un factor externo, el social, puede incluir cooperativismos que permiten cierta resiliencia ante el factor económico dadas así sinergias y tendencia a la sinergia en condiciones que permitan a los grupos organizados expresar sus potenciales. Esto sería afirmar que el sistema, relativamente, es lo contrario a la entropía, pues en el sistema la suma de sus elementos resulta ser eficiente y como colectivos (agrupaciones), tienen más magnitud que trabajando independientemente. Lo anterior y la falta de información accesible a un público poco relacionado con la interdisciplinariedad que acoge el concepto de vivienda sustentable es lo que da pertinencia a generar una base de datos para consulta, así como un modelo demostrativo en la localidad.

Guararí de Heredia, lugar del proyecto, en sus inicios fue un proyecto social en donde se otorgaron bonos de vivienda para urbanizar zonas que anteriormente habían sido cafetales, que

son un indicador de suelos fértiles. Una vez otorgados los bonos de vivienda, las personas empezaron a poblar la zona; más una de sus secciones denominada Villa Paola, empezó a ser poblada por precaristas. Pasado el tiempo, esta zona se tornó en la zona más conflictiva de Heredia, por su alta tasa de asesinatos y problemas de drogadicción, pobreza, refugio de prófugos de la ley y demás malestares sociales Anexo 1.

Para los finales del segundo gobierno de Oscar Arias, se invirtió en la remodelación de Villa Paola, construyendo una serie de casas prefabricadas que ayudaron a mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la zona. Con esta acción, se percibió una mejoría en las zonas aledañas pues los problemas por presencia de antisociales drogadictos a la piedra de crack disminuyó notablemente, así también para los habitantes de Villa Paola las condiciones mejoraron considerablemente en materia de "condiciones dignas".

A los inicios del proyecto, Villa Paola y el resto de Guararí se proyectaron como una comunidad sostenible, pues se inyectó dinero para la construcción de un centro de acopio bien equipado, lo que causó impacto en los alrededores. Incluso, algunos personajes de la comunidad pintaron un mural que alude a esta orientación de desarrollo comunitario y otros, han estado emprendimientos de arte más complejos, aunque del mismo porte (Anexo 2). El resto de las zonas de Guararí presenta problemas sociales no tan serios como los que se habían presentado en Villa Paola, de igual forma, es común escuchar tiros por la noche, enterarse de asaltos a locales, así como de sucesos particulares donde se han usado bombas molotov u otras formas de violencia. Una característica espacial interesante de Guararí es que tiene muchas áreas verdes totalmente improductivas, cubiertas de charral y personas ociosas que ganan menos del salario mínimo, lo que supone un potencial en jóvenes que podrían involucrarse voluntariamente o padres que estén interesados en involucrarles. Más todo lo anterior supone limitantes para el proceso de acercamiento de un centro demostrativo a la zona, pues evidentemente habría que prever más consideraciones para salvaguardar bienes tangibles e intangibles.

2 Objetivos

Diseñar y llevar a cabo la ejecución de un modelo de hogar sustentable en la zona urbana de la provincia de Heredia (Heredia, Costa Rica) que sirva como marco de referencia a interesados en hogares sustentables.

2.1 Objetivos Específicos

- Proponer un diseño de hogar sustentable urbano que ayude en la disminución de uso de recursos hídricos y eléctricos.
- Caracterizar los residuos generados en el hogar con el propósito de hacer un uso eficiente de los mismos.
- Construir un sistema integrado de producción de hortalizas y plantas medicinales demostrativo para auto consumo en el hogar.
- Integrar los elementos energía, recurso hídrico, residuos y alimentos para autoconsumo en el hogar en una propuesta de hogar sustentable, procurando su implementación.
- Evaluar y recomendar sobre la base de la experiencia práctica y metodológica del proceso realizado.

3 Materiales y Métodos

3.1 Ubicación del Proyecto

De forma general, el proyecto se ubica al norte del valle central de Costa Rica (Centroamérica), entre la cordillera Volcánica Central y la Cordillera Volcánica de Talamanca, específicamente en la provincia de Heredia; en las coordenadas $9^{\circ}58'54.20''$ y $84^{\circ}7'15.02''$ O, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Georeferenciación de la ubicación general del proyecto.

El proyecto se ubica en Heredia central, en el cantón de San Francisco en distrito Copan-Guararí, en una zona sísmica, entre las fallas de Alajuela, Higuito y Lara. Hay riesgo de sismos, factor que se debe considerar en construcciones de la zona.

El mapa en la Figura 2 ilustra la ubicación del centro demostrativo (A), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA [B]), la feria del agricultor (C), el centro de Heredia (D) y el mall Paseo de las Flores (E). La línea morada a la derecha demarca la carretera Heredia - San José, la de la izquierda la carretera Heredia-Alajuela, la línea naranja demarca la ruta hacia el centro de Heredia y la celeste la trayectoria del río más próximo al proyecto.

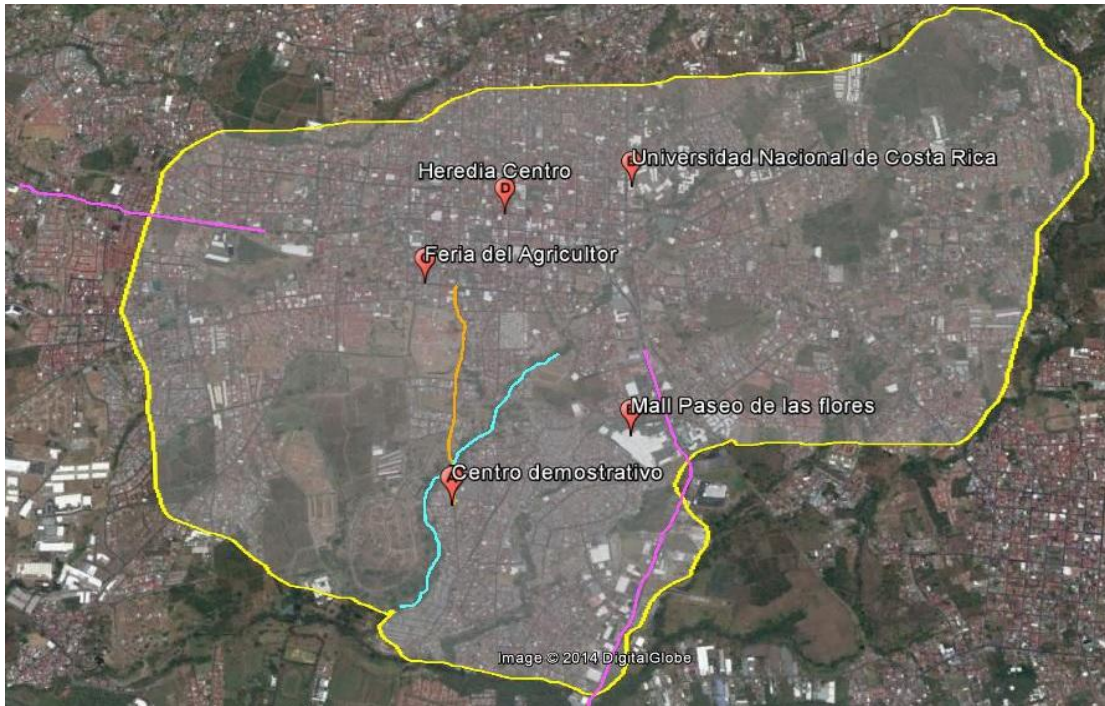


Figura 2. Georeferenciación del área urbana inmediata al proyecto en un radio de 2,5 km.

3.2 Integración Interdisciplinaria y Área de Trabajo

El proyecto consistió en explotar un capital en espacio improductivo y el potencial interdisciplinario de un núcleo familiar compuesto por una licenciada profesora en contabilidad y finanzas; un mecánico, maestro de obras y electricista empírico; un estudiante de agronomía con énfasis en sostenibilidad; un artesano de mimbre adulto mayor, previamente agricultor y verdulero; y una joven de 13 años, que cursaba el 6to y último año de educación primaria. Estos miembros han mantenido el terreno de 143m² improductivo (Figura 3), en términos de agricultura, por 15 años; esta área es un patio trasero privado al paso, de 12,6 m x 9,8 m (123,5 m²); además, un espacio externo de 0,8 m x 32 m (25,6 m²), el segundo espacio está rodeado de vía pública y no posee demarcación.

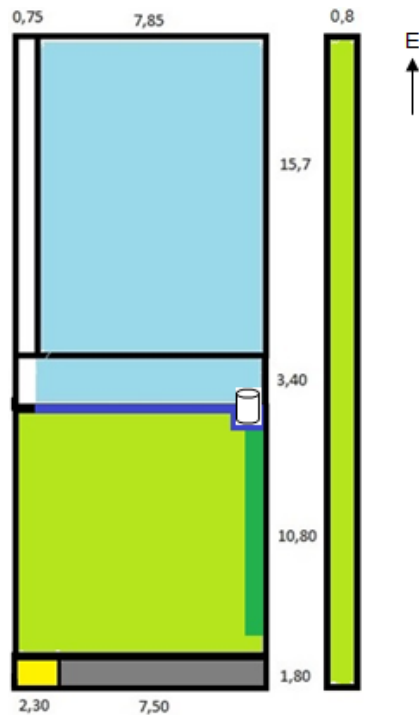


Figura 3. Croquis sin escala del área de trabajo (unidades: metros).

En la Figura 3 se observan las dimensiones del hogar de trabajo. El área de color celeste es la parte techada del hogar que corresponde a la parte interna de la casa. El color verde musgo representa las áreas que se trabajaron para instalar componentes productivos vegetales en suelo o maceta; el color verde oscuro representa el área designada para producción hidropónica. La parte azul oscura corresponde al sistema de captación de agua de lluvia; el cilindro blanco corresponde al área de los contenedores. Ni las partes verdes, la azul oscura o la blanca están techadas.

Para la integración de las diferentes disciplinas, se contemplaron las posibilidades de manera individual y grupal, compartidas en su mayoría en múltiples espacios típicos de la idiosincrasia costarricense llamados "café". El espacio del café consiste en sentarse en una mesa a beber café, refresco o jugo, generalmente acompañado de un pan con mantequilla, mermelada o paté; o bien, unas galletas (tiene múltiples análogos, por mencionar: hierba mate [Argentina] o pitcheo [Perú]). Una vez dialogadas las posibilidades y tras analizadas, se procedió a implementar las viables, según objetivos del proyecto y acuerdos multilaterales.

El área de color amarillo corresponde al área empleada como corral de reproducción de *Gallus gallus* de variedad jardinera (ornamentales). El área gris corresponde a una bodega donde se guarda equipo eléctrico de constructor y electricista, además de una cantidad no determinada de materiales de construcción. Ambas áreas mencionadas en este último párrafo están techadas.

3.3 Recolección de Lluvia

La estimación de lluvia se realizó contemplando un área de captación del 100 m², dado que la superficie efectiva de captación era de 12,8 m x 7,85 m, debido al diseño inicial del hogar y las múltiples expansiones de espacio pavimentado y techado, con ángulos variables que llevan el agua hacia canalizaciones que no desembocan en el área de trabajo.

Habiendo estimado que el área de captación es de 100 m², se procedió a proyectar el agua que se captaría con los datos climatológicos reportados por el IMN (2014), para la estación meteorológica de Aranjuez en el cantón de San José, en las coordenadas 09°56 N; 84°05 O; estación a una altura de 1172 m.s.n.m.

El Cuadro 1 contiene información representativa de 18 años de recolección de datos para la estación meteorológica de Aranjuez, en el cantón de San José. Última toma: 31/12/2013. (IMN, 2014).

Cuadro 1. Información representativa de 18 años de recolección de datos para la estación meteorológica de Aranjuez, en el cantón de San José. Última toma: 31/12/2013. †

Mes	Promedio de días con lluvia	Precipitación total media (mm)	Captación en 100 m ² (m ³)
Enero	5	10,4	1,0
Febrero	3	14,0	1,4
Marzo	4	11,3	1,1
Abril	9	52,1	5,2
Mayo	21	241,7	24,2
Junio	21	239,7	24,0
Julio	21	185,8	18,6
Agosto	23	223,0	22,3
Septiembre	24	304,3	30,4
Octubre	25	292,3	29,2
Noviembre	19	144,4	14,4
Diciembre	8	29,2	2,9

† IMN (2014).

La incidencia de lluvia sobre el techo en L/mes se calculó multiplicando los mm (L/m²) de lluvia por 100 m² y el resultado se dividió entre 1000 (1000 L= 1 m³) para obtener los m³. Habiendo calculado esto, se procedió a estimar el valor de esta agua según los precios reportados por el AyA (2013). Tarifas sobre consumos residenciales para uso de acueductos y alcantarillados, en función del consumo (Cuadro 2) (AyA, 2013).

Cuadro 2. Reporte de tarifas en colones para consumos residenciales por concepto de uso de acueductos y de alcantarillados, en función de rangos de consumo del recurso. †

Consumo de agua (m ³)	Acueductos (CRC /m ³)	Alcantarillados (CRC /m ³)
0-15	396	132
16-25	793	264
26-40	872	289
Cargo Fijo	1.500	600

† AyA (2013).

Para efectos de facturación, los costos se manejan con un cargo mínimo de 2100 CRC (suma de cargos fijos); según recibos de 10 meses recopilados (Anexo 3) . El mínimo de consumo mensual fue de 10 m³, por lo que los cálculos para efectos de valorizar el agua se realizaron de acuerdo a las tarifas del Cuadro 2, pero sin contemplar el cargo fijo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estimado de captación de agua en superficie de 100 m², promedio de días con lluvia y valor económico del agua captada según tarifas de Cuadro 2.

Mes	Captación (m ³ /100m ²)	Promedio de días con lluvia	Valor bruto del agua captada (CRC)
Enero	1,0	5	549
Febrero	1,4	3	739
Marzo	1,1	4	597
Abril	5,2	9	2.751
Mayo	24,2	21	17.613
Junio	24,0	21	17.401
Julio	18,6	21	11.704
Agosto	22,3	23	15.636
Septiembre	30,4	24	24.794
Octubre	29,2	25	23.401
Noviembre	14,4	19	7.624
Diciembre	2,9	8	1.542

Una vez estimados los flujos de agua, siendo consciente que este valor no contemplaría el costo de potabilización de la misma y que no se incursionaría en generar filtros, se procedió a sentarse a "tomar café" para dialogar la posibilidad con los miembros del equipo, informándoles que no sería prudente emplear el agua captada para ingesta directa o en labores como el lavado de ropa, ya que esta acción podría funcionar como vector para que hongos o bacterias alcancen la piel. Habiendo sido valorada la viabilidad del proyecto en el largo plazo por los miembros del equipo, partiendo de la base del valor del agua consumida en el caso en específico (Anexo 3), se calcularon los materiales que se requerían para realizar la obra en función de las consideraciones estéticas que aportara el componente femenino y se procedió a instalarles.

El sistema se estimó para poder almacenar la mayor cantidad del agua captada durante los meses más secos, es decir, diciembre, enero, febrero y marzo (Cuadro 1). Para ello, dos contenedores con capacidad de 400L cada uno, conectados en su parte inferior por dos

conectores machos de 1" limados y pegados con pegamento-solvente de PVC (soldadura en seco), como se observa en la Figura 4. El criterio para inclinarse por este volumen fue que en la estación seca del ciclo hidrológico anual, el costo de facilitación del recurso agua por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados se eleva y se plantea que las adaptaciones entre colectividades imiten a un zooide, a una comunidad similar a procesos que sean eficientes, sin infringir como individuales en gastos mayores injustificados con el ambiente circulante.



Figura 4. Collage de fotografías relativas al sistema de recolección de lluvia.

Paralelamente al proceso anterior y contemplando que el proyecto se proyectaba a ser demostrativo de adaptaciones pro sustentables, se procedió a generar un bajante con botellas plásticas que se le instaló frente a la casa para canalizar aguas del techo no canalizado al área de trabajo, puesto que es precisamente el frente de la casa, un lugar transitado y donde paran buses que van en sentido Heredia-Guararí, lo que se pensó, potenciaría la interacción de las personas con el elemento y facilitaría el proceso de integración comunitaria.

Para la instalación del bajante (Figura 5) se empleó un número desconocido de botellas reciclables/no retornables de gaseosas de 3 L a los que se realizó sistemáticamente el corte del Anexo 4; posteriormente, se introdujeron a manera de tubo una en otra consecutivamente. La eficiencia en materiales con el prototipo de la Figura 5 no fue del 100 %. Para el segundo bajante, se empleó un número desconocido del mismo tipo de botellas plásticas, con una ineficiencia nula. Conforme se obtuvieron resultados, se comentaban en los espacios de café, incluso cuando no todo el equipo estaba congregado.



Figura 5. Instalación de bajante.

3.4 Manejo de Residuos

Para efecto del manejo de residuos generados por compras de alimentos, la metodología consistió en rechazar productos ineficientes con la materia o la energía, reducir las ineficiencias, reutilizar materiales que componen los residuos, valorizar lo que esté dentro de las posibilidades y disponer lo no reciclable o valorizable. Para efectos de separar la materia, se agruparon los residuos en: papel y cartón, metales, tetrabrick, botellas plásticas y material para compostaje. Cabe resaltar que el equipo había estado en procesos de concientización ambiental asertiva por parte de las instituciones educativas donde asistían los menores del equipo.

Toda la materia excepto los residuos orgánicos, fue entregada a recolectores de reciclaje identificados en las cercanías del hogar de estudio, no sin antes pesarles. Se cuantificaron los flujos de los residuos orgánicos del hogar de estudio, más no los productos procesados (compost Takakura y lombricompost), puesto que al tener que pesarles, se complicaba su uso en el hogar.

Para efecto de procesar la materia orgánica, se sondearon métodos promisorios para diseminación, concentrándose en factores técnicos de relativa simplicidad, expandibles mediante diseminación de semilla para compartir y factores culturales de aceptación. Bajo estos criterios, los métodos de lombricultura y compostaje Takakura (Jica, 2014), resultaron los apropiados para el caso de estudio, puesto que en ambos se puede compartir semilla (lombrices u microorganismos) y ambos resultan métodos apropiados para manejar volúmenes a escala residencial. Se procedió a implementarles.

3.4.1 Lombricultura

Para el sistema de lombricultura, se empleó el modelo de la Figura 6, que consiste en colocar baldes perforados en su base uno dentro de otro simultáneamente, a manera que a las lombrices les convenga migrar baldes arriba, donde se coloca el alimento fresco. El balde de la base no posee perforaciones para efectos de recolectar los lixiviados de los baldes superiores.

El lombricompostaje resulta prometedor para el caso de estudio, puesto que generaciones pasadas de costarricenses, ahora adultos mayores, son portadores de conocimientos empíricos y experiencias de la erosionada cultura agrícola subsistente costarricense y están familiarizados con lidiar con lombrices para procesar materia orgánica.



Figura 6. Modelo empleado para lombricompost.

El funcionamiento resulta fácil de comprender, las lombrices comen en el segundo piso y migran al tercer piso para alimentarse de los residuos semidegradados. Cuando hayan migrado, se cosecha el compost del penúltimo nivel, extrayendo la bandeja que le contenía. Al cosechar, todas la demás bandejas bajan un nivel y la bandeja cosechada, ahora vacía, se coloca en el piso más alto, donde se depositarán residuos frescos hasta la próxima cosecha. La bandeja de lixiviado se podrá cosechar cuando se desee.

Para determinar si el proceso de lombricomposteo se dio apropiadamente, se realizó un análisis de nutrientes totales en el laboratorio de suelo de la universidad EARTH a los lixiviados y se analizaron los resultados.

3.4.2 Composteo Takakura

El compostaje, sea cual sea, requiere de microorganismos degradadores. El método de compostaje Takakura surge de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Jica, 2014), donde se requería procesar materia orgánica en ciudades que no disponían fácil acceso a microorganismos degradadores, por ello, la alternativa de cultivarles en casa en dos medios de cultivo: uno salado, a partir de cascaras frutas y verduras; y uno dulce, que reproduce bacterias lácticas y levaduras.

3.4.2.1 Medio de cultivo salado

Para el medio de cultivo salado, se acopiaron cáscaras y tallos de frutas y verduras, se les dispuso en dos botellas plásticas con 1,5 L de agua y sal de cocina al 1,5 %, que es aproximadamente 15 g/L H₂O de cristal de NaCl empleando medidas conocidas como *tablespoon* (Tbsp) que son usadas comúnmente para medir ingredientes de formulaciones en la cocina. Para calcular la medición, mediante el método de conversión, se midieron 15 g de cristal de NaCl (densidad = 2,16 g/cm³) en un *tablespoon* (15 cm³).

3.4.2.2 Medio de cultivo dulce

El medio de cultivo dulce fue realizado agregando azúcar de cocina a una botella de agua de dos litros hasta el gusto de tres personas lo pudiera percibir y entonces, se agregó leche, natilla y yogurt; y se dejó reposar el medio de cultivo en condiciones anaerobias con una trampa de agua durante cuatro días.

3.4.2.3 Semilla microbiológica

Al pasar los cuatro días de fermentación de los medios de cultivo, se forró una caja con cartón, se rellenó con semolina y granza en proporción 1:1 y se agregaron los medios de cultivo en su totalidad, incluyendo las cáscaras. La nueva mezcla se dejó reposar tapada con papel periódico por una semana, como se muestra en la Figura 7. A los cinco días, se estabilizó la temperatura del sustrato inoculado (semilla microbiológica); luego de este punto, se empezaron a realizar ensayos en un contenedor dispuesto en el área interna del hogar (área celeste de Figura 3) y otro en el patio trasero (mayor área verde clara de Figura 3), con fracciones de la totalidad del sustrato inoculado.



Figura 7. Caja contenedora de sustrato inoculado

Paralelamente al proceso de composteo, se analizó en el microscopio una muestra de 2 g compuesta por los diferentes colores que se observaron en el sustrato inoculado, para determinar especies presentes, para ello, se consultó la guía dicotómica de Barnett y Hunter (1998).

3.5 Factor Energético

Se cuantificó el consumo de energía eléctrica de la familia contabilizando consumos eléctricos de los electrodomésticos del hogar con un voltímetro de enchufe y consultando a la familia por las horas de uso de los mismos (Anexo 5). Al mismo tiempo, se acopiaron las facturaciones de los últimos 10 meses (Anexo 6). Los datos tomados directamente permitieron identificar los consumos más elevados y valorar las opciones para disminuirlos; con los datos de las facturaciones, se proyectó la viabilidad técnica y económica de implementar colectores o paneles solares para economizar en consumo eléctrico; esto a los precios actuales de electricidad y paneles, es decir, sin contemplar variaciones en precios eléctricos a través del tiempo. Al mismo tiempo, se indagó sobre los trámites necesarios para poder realizar estas adaptaciones, así como los documentos que se deben presentar. Para efectos de los cálculos de consumo, se siguieron los pasos del ICE (2014).

Para la realización de las tablas de cálculo, un precio de 91 (US\$0.17)¹ para los primeros 200 kWh y de 164 (US\$0.30) para los excedentes, de acuerdo a la tarifa del ICE (2014) para el día en que se realizó la consulta. Paralelamente a los paneles solares, se facilita información relevante sobre la adaptación colector solar hechizo, pues es una opción de reemplazo para la ducha, que representa de los mayores consumos instalados en el hogar según el Anexo 5.

3.6 Auto Abastecimiento y Comercialización de Activos Biológicos

Al inicio del proyecto no se contaban con especies vegetales aprovechables en el área de trabajo. Se procedió a incrementar el número de especies basado en criterios técnicos de condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo (empíricas), ecológicos de incremento de disponibilidad de alimentos para especies polinizadoras y económicos de viabilidad de producir ingresos futuros, considerando factores de estética y aceptación cultural para con la familia en específico y los transeúntes de la zona externa.

Al momento de plantar las diferentes especies de la del Cuadro 4 que no se reprodujeron por método de siembra directa, se fertilizó con medidas empíricas de un puñito de 10-30-10 combinado con lombricompost producido en el hogar, depositado bajo una capa de tierra para evitar quemado de raíces. De las plantas que se incorporaron al hogar, se cuantificaron las plantas plantadas o establecidas si era por semilla sexual, y cosechas del patio, únicamente cuando se requería para ventas, que se realizaban en función de los tiempos de cosecha de las lechugas.

¹ Tipo de cambio 543 CRC = US\$ 1.00.

Cuadro 4. Especies incorporadas al espacio de trabajo.

Nombre científico	Orden: Familia	Nombre Común	Cantidad	Criterio(s)
<i>Eryngium foetidum</i>	Condimento	Culantro coyote	†	Condimento Fácil reproducción/diseminación Expansión agresiva
<i>Apium graveolens</i>	Fácil reproducción/diseminación	Apio	1	Autoconsumo
<i>Allium schoenoprasum</i>	Expansión agresiva	Cebollino	5	Autoconsumo
<i>Aloe sp.</i>	Autoconsumo	Sábila	†	Medicinal Fácil reproducción/diseminación Hojas cotizadas a 1000 (US\$2 aprox.)
<i>Helianthus sp.</i>	Autoconsumo	Girasol gigante	5	Autoconsumo Alimento para polinizadores Muy estético Alta productividad de semillas
<i>Lactuca sativa</i>	Autoconsumo	Lechugas	250	Fácilmente comercializable
<i>Chamaemelum nobile</i>	Medicinal	Manzanilla	1	Medicinal
<i>Sechium edule</i>	Fácil reproducción/diseminación	Chayote	†	Expansión agresiva Alta productividad Fácil reproducción/diseminación Autoconsumo
<i>Origanum vulgare</i>	Hojas cotizadas a 1000 (US\$2 aprox.)	Orégano	1	Condimento y medicinal Muy conocido por costarricenses Autoconsumo
<i>Ocimum basilicum</i>	Autoconsumo	Albahaca	1	Condimento y medicinal Muy conocido por costarricenses Autoconsumo
<i>Mentha spicata</i>	Alimento para polinizadores	Hierba buena	1	Condimento y medicinal Muy conocido por costarricenses Autoconsumo
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Muy estético	Romero	1	Condimento y medicinal Muy conocido por costarricenses Autoconsumo

Implementación de Adaptaciones Demostrativas en pro de la Sustentabilidad

Nombre científico	Orden: Familia	Nombre Común	Cantidad	Criterio(s)
<i>Lippia alba</i>	Alta productividad de semillas	Juanilama	1	Medicinal Alimento para polinizadores
<i>Manihot esculenta</i>	Fácilmente comercializable	Yuca	3	Autoconsumo
<i>Zea mays</i>	Medicinal	Maíz	16	Icónico de la agricultura Autoconsumo
<i>Cymbopogon sp.</i>	Expansión agresiva	Zacate limón	1	Medicinal Muy conocido por costarricenses Fácil reproducción/diseminación
<i>Ruta sp.</i>	Alta productividad	Ruda	1	Medicinal Muy conocido por costarricenses
<i>Nephelium lappaceum</i>	Fácil reproducción/diseminación	Mamón chino	1	Muy consumido en temporada Autoconsumo
<i>Acnistus arborescens</i>	Autoconsumo	Güitite	1	Empleado para colocar orquídeas sobre su corteza Muy conocido por costarricenses Fácil reproducción/diseminación
<i>Capsicum chinense</i>	Condimento y medicinal	Chile panameño	2	Condimento Autoconsumo
<i>Capsicum annuum</i>	Muy conocido por costarricenses	Chile jalapeño	2	Condimento Autoconsumo
<i>Solanum lycopersicum</i>	Autoconsumo	Tomate cherry	†	Autoconsumo
<i>Musa acuminata</i>	Condimento y medicinal	Banano	2	Icónico de la agricultura Autoconsumo
<i>Musa balbisiana</i>	Muy conocido por costarricenses	Plátano	3	Icónico de la agricultura Autoconsumo
<i>Zingiber officinale</i>	Autoconsumo	Jengibre	2	Condimento Autoconsumo

† Indeterminado; no se cuantificaron las plantas que generó el sistema.

Las ventas se realizaron en un puesto en el garaje del hogar (Figura 8). Los productos ofrecidos eran lechugas, chayotes y plantas aromáticas secas en bolsitas. En una ocasión, por decisión de la mayoría, se implementó marketing en alrededores del hogar (Anexo 7).



Figura 8. Puesto de ventas en el hogar.

3.6.1 Hidroponía

Los sistemas productivos hidropónicos consistían en rellenar con fibra de coco, granza de arroz y carbón de origen vegetal, en proporción 2:2:1 respectivamente, 19,8 m de tubo hidropónico. Adicionalmente, se añadió una lata de bebida por cada pala de sustrato mezclado. Antes de mezclar los componentes del sustrato, el carbón se partió con un maso hasta alcanzar que la colectividad de partículas alcanzara un largo de 4 cm o menos, siendo precavido de no pulverizar las partículas que ya habían alcanzado la longitud deseada, separando los tamaños mediante una el empleo de saranda que funcionaba como malla filtro (Figura 9).



Figura 9. Zarandeo de partículas de carbón vegetal.

Una vez aprobados los diseños, se construyeron las estructuras con capacidad para 96 puntos de siembra en hidroponía piramidal (Figura 10). Los tubos hidropónicos fueron dispuestos en media pirámide que se apoyó contra una pared, como se observa en la Figura 10. La media pirámide fue construída con madera, una cinta métrica, un cerrucho (hubo que realinear los

dientes del mismo), un taladro, una extensión eléctrica, tornillos para perlin y tornillos para madera.



Figura 8. Labor de siembra en tubos hidropónicos.

Se sembraron todos los puntos con lechuga (*Lactuca sativa*), y se aplicó riego diario con la fórmula de la (FAO , 2003); se consultaron proveedores de agroquímicos y químicos por presentaciones y cantidades (no se comparte contacto) y con esa información se calcularon datos relevantes para la actividad productiva. Se empleó un viverón para la medición de las dosis de soluciones madre en los momentos de preparación de la disolución en agua de las soluciones concentradas y se fertirregó con artefactos empíricos manufacturados con botellas plásticas y un contenedor de 20 L.

3.6.2 Sistema de riego por goteo/gravedad

Respuestas a encuestas indican que el tiempo en ciudades se percibe como un limitante, de esto se infiere que la producción automatizada o semiautomatizada incrementaría la anuencia de las poblaciones muestreadas a cultivos urbanos. El Colono Guápiles, Riegos Modernos de la Uruca, Durman Esquivel y Kaf Internacional S.A ofrecían goteros que funcionan con 5 o 7 psi como mínimo. Estas presiones se destinan a mercados tecnificados y especializados que empleen maquinas para bombeo de agua a presión.

La inversión en una bomba eléctrica de 1HP implicaba una inversión en equipo de aproximadamente US\$ 120; posibilidad de inversión que no fue bien visto por el equipo. La siguiente posibilidad fue la de aprovechar la fuerza de gravedad para generar presión de riego, más se calculó que con 3,5 m se obtendrían 5 psi. Tal altura se consideró inaceptable, dada la topografía relativamente plana del área de trabajo, como se observa en la Figura 10; la complicación técnica de la instalación para funcionar con goteros comerciales, su difícil logística de ejecución y el riesgo laboral que supondría la labor de manejo del sistema semiautomatizado teorizado, hicieron abandonar la idea.

Se procedió a indagar sobre formas para aumentar presión en tuberías o disminuir requerimientos de presión de los goteros. Se encontraron alternativas interesantes, pero poco aplicables a la realidad de los roles de los personajes del hogar, como por ejemplo, la posibilidad de bombear agua aprovechando la energía mecánica de una o varias bicicletas.

El sistema de recolección de lluvia demostró poder cubrir la demanda de agua de un potencial sistema de riego por goteo a través gravedad al menos durante la estación lluviosa y que combinar los sistemas aprovechando la altura y su energía potencial gravitacional no sería complicado, dada su cercanía en el área de trabajo, como se observa en la Figura 3. Por ello, luego de tomar datos en campo, se determinó por el método de conversión de metros en pies (1 m= 3,28 ft) y de pies en libras de presión por pulgada cuadrada (2,31 ft = 1 psi), que la presión del sistema sería de 2,6 psi.

Se encontró que en el mercado hay microtubos de riego por capilaridad (Anexo 7) con protección UV y medidas estandarizadas que funcionan con presiones inferiores a 5 psi; más al consultar en las tiendas que se detallan en el primer párrafo del punto 3.6.2, se informó que habría que traerlas del extranjero, con sus respectivas tramitologías burocráticas y un tiempo indefinido de entrega.

Una vez identificada la limitante de mercado, se procedió a generar prototipos de goteros, estirando y sometiendo al calor de un encendedor varias secciones de tuberías para riego por goteo de polietileno de alta densidad. Los productos del experimento resultaron en virutas (colochos) de grados de rotación espiral de múltiples veces 360° y diámetros variables, es decir, productos poco estandarizables. El prototipo de gotero mas desarrollado, que obedece a la imagen de la Figura 11, fue evaluado en un sistema de riego que distribuía fluídos a 96 puntos de siembra de hidroponía. El prototipo consistió en usar cortes manguera de 2 mm de diámetro interno como tubos conductores de fluídos que salían de las tuberías terciarias y cortes de tubo conductor de 1mm de diametro interno usados como reductor de intensidad de aplicación, conectados a los tubos de 2 mm, insertando la segunda en la primera presionando y rotando para facilitar su inserción. Este prototipo imitaba los microtubos de riego por capilaridad (Figura 12).

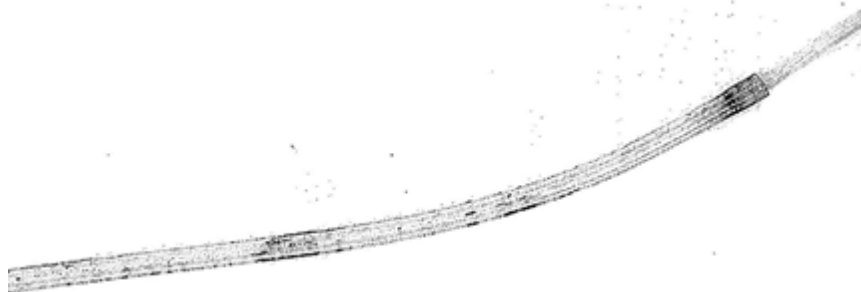


Figura 9. Prototipo de gotero evaluado.

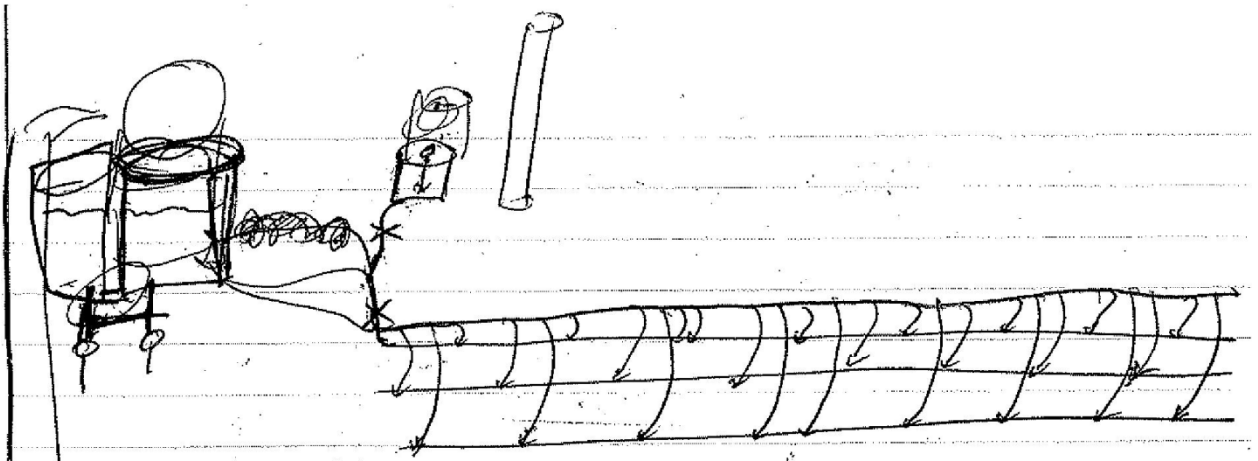


Figura 10. Apuntes de una sesión de café en la que se propuso el sistema de goteo que integraría el sistema de recolección de lluvia, a través de la gravedad.

3.7 Sondeo de las Reacciones Culturales y de Mercado

Para sondear las diferentes percepciones culturales se procedió a generar tres encuestas: una para los compradores de lechugas (Anexo 6), una para los vecinos del proyecto (Anexo 7) y otra para quienes asistieron a una charla con el título "Teoría y experiencias de la agricultura periurbana", impartida por el autor de este documento a individuos de diferentes carreras del Instituto Tecnológico de Costa Rica (Anexo 8).

4 Resultados y Discusión

El hogar de trabajo estuvo sometido a procesos de inducción en temáticas ambientales previos al inicio del proyecto, dado que uno de sus miembros estudió agronomía con inclinaciones sostenibles en la universidad EARTH; esto, sumado al núcleo familiar interdisciplinario, propició un ambiente sinérgico que facilitó el concretar logísticas requeridas a lo largo del proyecto. No se hubiera podido alcanzar el nivel de éxito obtenido si no se hubiera contado con las subjetividades que propiciaron un involucramiento inmediato y comprometido de los miembros del equipo.

4.1 Descripción y Diagnóstico de la Situación Inicial Encontrada Antes de Empezar el Proyecto

Los rendimientos por unidad de área antes de las diferentes inversiones eran nulos, aunque la tendencia a almacenar materiales de construcción facilitó considerablemente el abasto de materiales de aluminio, hierro y concreto a través del tiempo en áreas que posteriormente se volverían agrícolas, era una tendencia. Esto a su vez, facilitó el disponer de una amplia gama de herramientas eléctricas de construcción, lo que facilitó considerablemente la independencia del proyecto del alquiler de estos o de contratación de mano de obra externa.

Al iniciar el proyecto, mucho de los materiales metálicos ya se encontraban deteriorados, por lo que se procedió a indagar el proceso de recepción de material en la chatarrera, lo que llevó a la necesidad de invertir mano de obra en preparar los residuos no aprovechables a lo interno para ser vendidos, una fotografía de esta labor fue registrada en la Figura 13.



Figura 11. Proceso de separación de componentes no metálicos de piezas metálicas valorizables.

Esta labor permitió liberar los espacios ocupados por materiales improductivos y preparar el material para entregarlo a la chatarrera libre de impurezas, dado que no reciben materiales que requieran de separación de componentes (Cuadro 5). Una plataforma de trueque de materiales sería algo ideal, considerando que el reciclaje es economía de escala que transformará los materiales para una homogeneización fisicoquímica y reconstitución manufacturada.

Cuadro 5. Precios de recibimiento de materiales consultados en la chatarrera donde se llevaron los materiales.

Mineral	Precio (CRC/kg)
Hierro	80
Batería de carro	200
Acero	400
Aluminio	400
Bronce	1.000
Cobre	2.500

La comercialización en el estrato inferior de la cadena de valorización de chatarra resultó en un ingreso bruto de 7.700 CRC, considerado poco significativo en comparación al potencial ahorro en inversión de materiales que se evitaría al reutilizar los materiales en construcciones. Así también, se debe considerar que acopiar estos materiales requiere de un espacio apropiado, por ello se debe procurar cierta liquidez de este tipo de activos para no generar un inventario estancado que tienda a la depreciación.

4.2 Sistema de Recolección de Lluvia

El AyA reporta que hay un cargo fijo (Cuadro 2), de lo que se infiere que reducir el consumo hasta cifras por debajo del volumen de consumo mínimo no ofrece ventajas económicas, más considerando que el agua proviene de fuentes subterráneas o nacientes montaña arriba, el captar agua de lluvia ofrece la posibilidad de disminuir la presión sobre estas fuentes del recurso y aprovechar el agua que cae del cielo, que tiende a ser canalizada hacia cuencas hidrográficas masivamente, lo que genera gastos públicos múltiples en infraestructura, modernización y mantenimiento; aparte, esta canalización no permite el proceso natural de infiltración en el suelo y recarga de mantos acuíferos.

Con el paso del tiempo se generó una capa de lodo al fondo de los contenedores, como se ilustra en la Figura 14. El componente principal de esta mezcla parecía ser polvo, además, al tacto presentaba cierta viscosidad, lo que pudiere suponer presencia de microorganismos. No se procedió a identificar microorganismos o componentes químicos en laboratorio.



Figura 12. Fotografía de lodo que se formó al fondo de los contenedores de agua captada, canalizada y almacenada desde el techo del hogar.

El colocar un filtro tiene implicaciones técnicas y logísticas que no se pudieron cubrir, como poder filtrar todo el caudal recolectado por el techo con intensidades de lluvia en el pico de la tormenta, por lo que se optó por no incursionar en generarles. El no colocar un filtro para disminuir el ingreso de partículas y nutrientes al agua almacenada, además de la incidencia de luz solar sobre el agua y las paredes internas de los contenedores a las 12:00 m.d., generó un medio de cultivo de microorganismos que limitó el número de labores en que se podía emplear el agua; se empleó para riego de plantas y lavado de textiles destinados a labores de limpieza que no estuvieran relacionados con procesos de preparación de alimentos o cuidados de la piel, como lo fue el lavado de los textiles para trapear los suelos o asear el carro.

Se consideró la opción de integrar el sistema de recolección de lluvia con el servicio sanitario para disminuir el consumo de agua por deposición de excretas en el tanque séptico del hogar, más la dada la complejidad de colocar las tuberías de redirección hacia toda la casa, hizo caer en conciencia de que este tipo de integraciones debieran contemplarse al momento de construir las viviendas, previendo este tipo de adaptaciones incluso desde el momento en que se prospectan terrenos para las mismas. El factor de la topografía es particularmente importante al momento de redireccionar el agua recolectada hacia puntos de interés sin infringir en gastos energéticos. La opción de un baño seco también fue contemplada para efectos de disminuir el consumo de agua, más dentro del marco de este proyecto, dada la complejidad sanitaria y cultural en que habría que incursionar y la posibilidad de la subestimación de advertencias respecto a *E. coli* en heces humanas, esta posibilidad quedó descartada.

El bajante generado con botellas plásticas (Figura 15), funcionó perfectamente como bajante y miembros del equipo de trabajo notificaron que este activo llamaba la atención de las personas que bajaban de los buses que paraban próximos a este componente visualmente llamativo de la urbanidad circundante, en especial cuando llovía, y resaltaron que se escuchó a los niños referirse a él como "Eco-canoa" (de ahí el nombre que se adoptó).

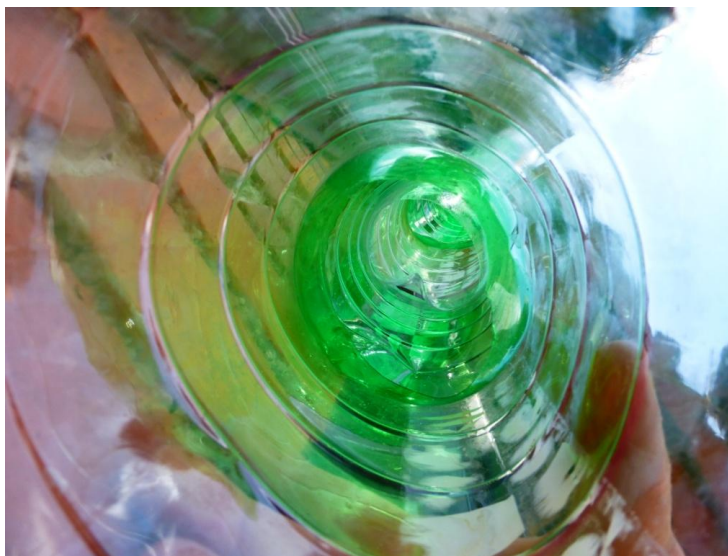


Figura 13. Vista vertical interna de la Eco-canoa.

El activo fue sustraído parcialmente la primera vez que se instaló y en su totalidad la segunda vez; al analizar el área, el equipo concluye que fue un ser humano quien generó el daño. No se explica el motivo objetivo por el cual alguien querría hacerse con este bajante, dado que su valor comercial es nulo.

4.3 Reciclaje a Nivel Urbano

Ocasionalmente solían tocar la puerta señoras quienes consultaban por residuos valorizables para transportarles al centro de acopio más cercano. El hogar de colaboró con estas señoras para así, alcanzar reciclar el material acopiado.

Al consultar a las mismas si se podría tener acceso a los registros de su actividad, indicaron que la misma es libre para consulta, en especial cuando es para efectos de trabajos universitarios; más al presentarse al lugar para revisarles, se encontró con que el lugar había sido cesado actividad, al consultar los motivos se mencionó que se debió a quejas presentadas por los vecinos y una posterior intervención municipal, que determinó que la organización no cumplía con los permisos necesarios.

La Figura 16 muestra como el acopiar residuos resultó complicado en términos de estética. Los mismos necesitaron un área en el garaje para su posterior cuantificación. Esta área daba la impresión de desorden y de área basurero a primera vista. Esto podría ser un motivo por el que no todos los vecinos participan en el reciclaje.



Figura 14. Área de acopio de materiales para reciclaje en el hogar de estudio.

La cuantificación total de 27,1 kg de residuos orgánicos frescos del Cuadro 6 es comparable en términos de masa con todos los otros 29,3 kg de residuos cuantificados que no se compostarían en el hogar del Cuadro 7. Los materiales a compostar se distribuyeron incuantificadamente entre los compostajes Takakura y lombricompost.

Cuadro 6. Tabla de pesajes de residuos orgánicos frescos.

Fecha	Peso (kg)
16/04/2014	3
02/05/2014	3,3
09/05/2014	1,2
15/05/2014	4
02/06/2014	1,7
02/06/2014	5,7
03/07/2014	1,5
13/07/2014	1
21/07/2014	1,7
25/07/2014	3
27/07/2014	1
Total	27,1

Cuadro 7. Cuantificación de residuos valorizables acopiados en el hogar de estudio. †

Fecha	Peso (kg)	Caracterización
30/06/2014	5	latas no bebidas
30/06/2014	0,3	tetrabrick cajas de leche
30/06/2014	2,5	Vidrio
30/06/2014	4	Cartón
30/06/2014	1,5	Botellas
30/06/2014	1	Papel
23/08/2014	12,3	Cartón
23/08/2014	1,2	latas no bebidas
23/08/2014	1,5	latas bebidas
Total	29,3	

† Residuos orgánicos frescos se incluyen Cuadro 6.

4.3.1 Compost Takakura

4.3.1.1 Generación de semilla

El proceso de generación de cultivos microbiológicos se dio satisfactoriamente al seguir las instrucciones del Jica (2014). Los cultivos de microorganismos cumplieron con el estándar de olor a alcoholes, al someterlo a un análisis físico in-situ empleando el sentido del olfato. Se generó una colonización de los medios de cultivo (Figura 17) en el medio con semolina y granza de arroz, que no está de más mencionar, brindan energía y condiciones de aerobiosis, respectivamente.



Figura 15. Cultivo de microorganismos en medio salino a partir de cáscaras, tallos y hojas frescas.

Al combinar los medios de cultivo con la fuente de energía, se observó un desarrollo adecuado de los cuerpos micélicos (cuerpos blancos de Figura 17) y se percibió al tacto un incremento en la temperatura y un decrecimiento hasta temperatura ambiente, que culminó a los 5 días.

Las colonizaciones se dieron satisfactoriamente y se presentaron temperaturas típicas de actividades microbianas catalizadas por adición de fuentes energéticas (en este caso, la semolina), donde con el tacto se percibieron alrededor de 60 °C en el exterior y al ingresar la mano al centro del contenedor del sustrato, debía retirarse tras el paso de menos de 8 segundos.

Al llevar una muestra de 2 g compuesta de sustrato colonizado estabilizado, esperando obtener diferentes microorganismos al componer la muestra de los diferentes colores y tonos que se observaron en el sustrato colonizado, solo se observó e identificó al microorganismo *Aspergillus* sp. (Eurotial: Trichocomaceae), como se documentó en la Figura 18; que es un hongo saprófito, a través de la clave dicotómica de Barnett y Hunter (1998).

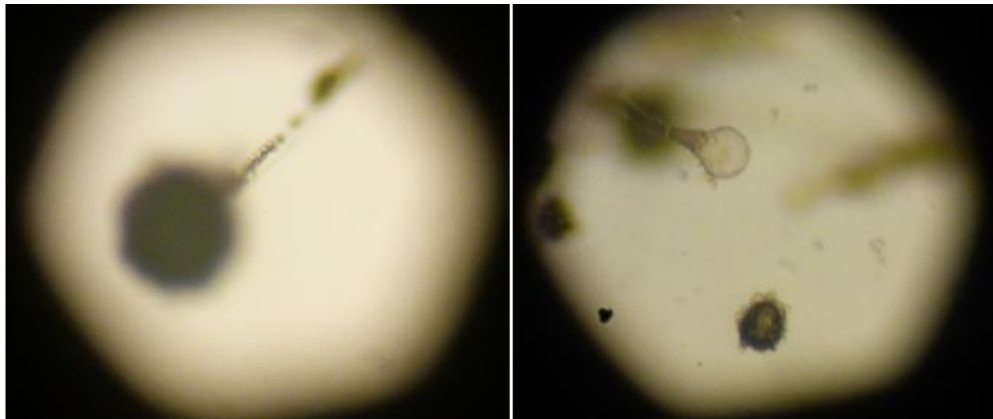


Figura 16. Imágenes de cuerpos fructíferos observados en microscopio a 40x.

4.3.1.2 Recomendaciones al proceso de producción de semilla microbiológica

- Agregar hojas de bosque para inocular con actinomicetos adaptados para degradar lignina y celulosa en las condiciones complejas de la zona; además, *Saccharomyces cerevisiae* (Saccharomycetales: Saccharomycetaceae), para potenciar la fermentación alcohólica en el cultivo anaeróbico.
- Registros técnicos más detallados; específicamente, grados de temperatura/unidad de tiempo. Se podría usar un termómetro de cocina.

4.3.1.3 Composteo Takakura

Posterior a la realización de la semilla en casa, se procedió a implementar el método de composteo Takakura, tal cual las instrucciones para su caso en Japón, más los resultados difieren considerablemente de los indicados en la literatura citada como fuente del método. Tales diferencias se atribuyen a los componentes biológicos del área inmediata a la ubicación del compost.

Se tuvo identificaron problemas con el proceso de composteo en el área externa de la casa, los más graves se atribuyen a las especies:

- *Cannis lupus familiaris* (Nombre común: perro)
- *Musca domestica* (Nombre común: mosca doméstica)

Los perros tendían a alimentarse de los restos de alimentos y del sustrato, que cabe mencionar, aún tenía zonas de comestible semolina no colonizada. A grandes rasgos se desorganizaba el área de trabajo. Larvas de mosca se presentaron a los días de iniciado el proceso de composteo, probablemente por el exceso de humedad de la materia que se acopió y la falta de comprobación periódica de la misma mediante la prueba de puño, dada la no empatía del equipo con esta metodología y la falta de regulación de la relación C:N, dada la no preparación de una logística para efectos de obtener esta data. El recubrir la mezcla a compostear con papel periódico resultó inútil; las moscas encontraron zonas aptas para ovoposición, así también otros artrópodos encontraron como entrar en la mezcla. La presencia de *Musca domestica* se considera un problema grave dado su conocido rol como vector de enfermedades.

El ensayo en el área externa consistió en intentar procesar 40 kg de materia orgánica, provista en una única entrega por parte de un verdulero. Al combinarle con 10 kg de sustrato colonizado por microorganismos y dejarte sin cuidado a través del tiempo en lo que respecta a incorporar carbono, agua y oxígeno a través del volteo, se presentó una mezcla con malos olores y larvas, que son un indicador de humedades superiores a las apropiadas para un compost y procesos anaerobios. Se reafirmaron las condiciones anaerobias al encontrarse con un nivel freático de lixiviados al fondo del contenedor.

Por lo anterior y por la imposibilidad de brindar un seguimiento técnico diario al proceso, se cesó de recibir el material y se conservó a pequeña escala. El proceso a pequeña escala se comportó adecuadamente los primeros días, pero a través del tiempo tampoco presentó resultados satisfactorios, puesto que hubo una resistencia por parte de los involucrados a

realizar la prueba de puño para determinar la humedad antes de dosificar el agua en la misma y una dificultad técnica de generar un buffer de agua que durara lo que las visitas por parte del miembro estudiante de la EARTH; que eran semanales, quincenales o trisemanales, en función de la carga académica.

Los miembros del equipo sugirieron volver a intentar el proceso con el mismo sustrato que poseía larvas y malos olores, pero esta vez con más inóculo Takakura. Se refutó la intención fundamentando que los microorganismos que se habían presentado en el sustrato, podrían ser gram negativos, que son una clasificación de microorganismos que tienden a ser no deseables en BPA's bien implementadas; de cualquier forma, estos microorganismos representarían competencia para los microorganismos cultivados que se inoculen.

La Figura 19 ilustra cómo se encontró la mezcla en una de las ocasiones. Al revisarle, se encontró, un nivel freático de lixiviados al fondo del contenedor y olores típicos de descomposiciones anaerobias no controladas. Al consultarse en esta ocasión, se respondió que la última vez que se le revisó, la mezcla emanaba calor; lo que es buen indicador; aparte, que se agregaron un par de litros de agua superficialmente.



Figura 19. Apariencia de compost en uno de las revisiones.

4.3.1.4 Mejoras al proceso de composteo

Se atribuye el error fatal a la falta de aireación y drenado del nivel freático de lixiviado que se generó en el fondo del contenedor. Por ello se recomienda emplear contenedores que permitan salida de lixiviados e intercambio gaseoso en sus aristas. Aparte, buscar o generar literatura sobre dosificaciones de inóculo por unidad o volumen de sustrato a compostear.

4.3.2 Lombricompost

En el caso del lombricompost, no había presencia de malos olores al olfato del estudiante de EARTH y del artesano miembros del equipo, se le comparó con el olor a tierra mojada. Se procedió a realizar un análisis de nutrientes de su lixiviado (Cuadro 8).

Cuadro 6. Análisis de nutrientes realizado a lixiviados de lombricompost.

P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	NO ₃	pH	C. E.
----- mg/kg -----										dSm/m
65,78	1593,89	106,87	22,99	1,00	0,61	0,87	1,00	†	8,28	4,74

† No detectable.

Los análisis de laboratorio solicitados indicaron bajos o nulos contenidos de NO₃, lo cual es un indicio de que el proceso presentó anaerobiosis. Esto desmotivó para seguir haciendo otros análisis y ciertamente, podría calificarse el abono como de mala calidad, dado que criterios de evaluación tienen que ver con las relaciones C/N que en este sistema estarían por encima de los rangos adecuados. Aun así, el sistema funcionó como zocriadero de lombrices.

Por la anaerobiosis podría presentarse fitotoxicidad por NH₃, por lo que es necesario diluir el lixiviado para dosificar plantas; más se desconoce la concentración de este elemento, pues no se solicitó el análisis de laboratorio adecuado. Por otra parte, los valores inferiores a 100 mg/kg de Cu, Zn y Mn indican que no se posee fitotoxicidad de estos metales en el lixiviado; por su parte, las 1593,89 mg/kg de K representan el elemento más abundante cuantificado; todo lo anterior, excepto la presencia de NH₃, representa características deseables en el lixiviado.

Al comparar los mg/kg obtenidos de los análisis al lixivado de lombricompost, contra los niveles aceptables de elementos en una solución nutritiva hidropónica reportada por el Guzmán (2004) en el Cuadro 9, se encuentra que solo el elemento Cu está dentro del rango aceptable. Que se excede los límites máximos en los casos de P (+5,78 mg/L), K (+1293,89 mg/L), Fe (+0,2 mg/L), Mn (+0,94 mg/L) y Zn (+0,57 mg/L) y que en otros casos no se alcanza el límite inferior como Ca (-13,19 mg/L) y Mg (-7,01 mg/L).

Cuadro 7. Niveles aceptables en mg/l (mg/kg) de cada elemento en una solución nutritiva hidropónica y principales formas de absorción. †

Elemento	Ideal (mg/L)	En lixiviado (mg/L)	Forma de absorción
N	150 - 200	-	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻
P	20 - 60	65,78	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻
K	200 - 300	1593,89	K ⁺
Ca	120 - 200	106,87	Ca ⁺
Mg	30 - 50	22,99	Mg ⁺²
S	50 - 100	-	SO ₄ ⁻
B	0,3 - 0,6	-	H ₃ BO ₃
Cu	0,5 - 2	0,61	Cu ⁺²
Fe	0,5 - 0,8	1,00	Fe ⁺²
Mn	0,01 - 0,06	1,00	Mn ⁺²

Elemento	Ideal (mg/L)	En lixiviado (mg/L)	Forma de absorción
Mo	0,1 -0,3	-	MoO ₄ , HMoO ₄
Zn	0,1 -0,3	0,87	Zn ⁺²
Cl	50 - 100	-	Cl ⁻
Na	<50	-	Na ⁻

† De acuerdo a fórmula de la FAO (2003) y Guzmán (2004).

El pH de 8,28 (Cuadro 8) no posee capacidad buffer, por lo que no representa un riesgo de alcalinización a corto ni mediano plazo, mucho menos con los volúmenes que se manejaron (Cuadro 10). Por otra parte, aun siendo un abono que se podría considerar pobre en nitrógeno, la carga de actividad microbiana presente en los lixiviados de lombricompost favorece procesos de absorción y mineralización de nutrimentos, factor que es relevante considerar en suelos urbanos cuyos ecosistemas microbianos han tendido a verse reducidos considerablemente.

Cuadro 8. Cuantificaciones de lixiviado de lombricompost del contenedor basal del prototipo empleado (Figura 6).

Fecha	Lixiviados (L)
25/05/2014	3
16/06/2014	5
25/08/2014	2

Se cuantificaron 10 L de lixiviado en total. Posterior a recibir los análisis, el mismo se empleó para regar las plantas hidropónicas directamente, luego de regar con solución madre A (macronutrientes), dado que el inventario de solución B (micronutrientes) siempre se agotó primero.

4.4 Factor Energético

Los información reportada por el ICE (2014) en el plan de expansión de la generación eléctrica del periodo 2014 - 2035 indican que los precios han tendido al aumento desde 1995 hasta el 2012, y que la demanda tenderá al aumento. La demanda creciente del recurso eléctrico proviene de distintos sectores, para los que se han diferenciado las tarifas. Estos distintos sectores infringen en consumos activos, que consisten en maquinaria o electrodomésticos encendidos; y los consumos pasivos, que es el consumo que demandan las maquinarias o electrodomésticos conectados a la red estando en modo apagado o *stand-by*.

4.4.1 Consumo eléctrico

Se determinó un consumo máximo de 7,97 kW/h por día con el método de acopio de facturación de servicios públicos (Anexo 6) y 14,73 kW/h (Anexo 5) con el método de cuantificación con voltímetro, midiendo así casi todos los electrodomésticos, aparte se realizó una consulta colectiva por el uso diario y semanal de los consumos.

Al medir el con un voltímetro el mismo incrementó valores en su pantalla hasta marcar error; la ducha y la cocina, por estar conectadas directamente a switches de la caja breaker de la casa, no pudieron ser medidos con el instrumento disponible. La refrigeradora estaba en modo

"stand-by" al requerir hacer la medición. Las potencias de estos electrodomésticos fueron consultadas en sus casas comerciales vía internet.

En la el Anexo 5 se observa que en el hogar de estudio, los menores voltajes fueron electrodomésticos que tenían la capacidad de cortar el paso de corriente eléctrica al oprimir el botón de apagado. Se observa también uno de los televisores aparece señalado en la columna de consumo pasivo mínimo y otros 2 en la columna de consumos pasivos máximos. Por otra parte, la contestadora es un ejemplo del tipo de electrodoméstico que consume constantemente corriente y que no se puede apagar y seguir funcionando, dada la naturaleza de su función.

La sumatoria de los máximos consumos pasivos reportados y señalados en el Anexo 5 equivale a 1,38Wh/día, lo que representaría un consumo de 41,5Wh/mes (4,9kWh/mes) en un mes de 30 días, que a un costo de US\$0.17/kWh, representaría un gasto de US\$7.05/mes; en este mismo Anexo se puede hacer la sumatoria de los consumos máximos activos señalados y obtener el valor de 426,1kWh/mes; consumo que representaría un gasto de US\$72.44/mes por consumos activos.

4.4.2 Panel fotovoltaico

Para efectos de los cálculos, se manejaron 5HSP (horas solares pico) y una potencia de 250Wp; con una eficiencia de microinversor de 0,95. Se calculó la producción de los paneles solares de la siguiente manera:

$$\# \text{ de paneles} * (250W * 5HSP * 0,95) = \frac{Wh}{\text{día}} \text{ de autoabasto}$$

El Anexo 12 se adjunta para efectos de dimensionar los movimientos económicos y energéticos que representaría el implementar un sistema fotovoltaico conectado a la red, con paneles de 250W con microinversor con un precio de US\$ 536,75 (US\$ 250/panel + US\$ 225/microinversor + US\$ 61.75/iva por combo) que se proyectan a satisfacer una demanda de 7,97kWh/día.

En el Anexo 12, los porcentajes de autoabasto vienen en múltiplos de 15, esto se debe a que cada uno produce 1,2 kWh, que es el 15 % de 7,97 kWh/d. Las proyecciones se manejaron con meses de 30 días y años de 360 días. Se proyecta a 25 años ya que es la garantía que el proveedor facilitó para el activo y porque la eficiencia del activo al cabo de ese tiempo haberse depreciado a 75 % a 80 %. La proyección se realizó calculando para meses de 30 días y años de 360 días.

Se infiere de los resultados del Anexo 12, específicamente de la sección de porcentaje respecto a la ganancia, que es prudente hacer la inversión en casos residenciales que consuman habitualmente lo que produce un panel solar o más, a un precio de tarifa de consumo superior a la mínima ICE (2014). Todo el caso bajo las políticas tributarias para paneles solares actuales.

4.4.3 Colector solar para agua (Termosifón)

Se visitó a un entusiasta generó un modelo de colector solar para calentar agua casero. Él había generado por esta adaptación, también la de de colectar lluvia, lombricompost y cultivos

varios en el jardín. La idea de instalar esta adaptación fue bien acuñada por el equipo, más se postergó fuera del periodo de este proyecto.

El calentador solar de agua de la Figura 20 es un sistema que aprovecha el calor captado en el panel de plástico para incrementar la temperatura del aire dentro de la celda, que genera un pronunciado efecto invernadero dentro de las botellas (Figura 21) que recubren las tuberías de conducción de agua, lo que por el principio físico de termosifón y por el ángulo de inclinación del mismo, permite el flujo del agua hacia el contenedor aislante para almacenar el agua calentada, a través de las tuberías. Dentro de este contenedor, por el mismo principio de termosifón; el agua caliente asciende y la fría se mantiene en una lámina inconsistente bajo esta. Por ello, al lado superior derecho de la Figura 20 y al otro lado del termosifón (Figura 21), coincidiendo con las láminas de agua fría del contenedor, se conectan una tuberías que permiten la reinserción del agua fría al área colectora de calor, lo que permite una circulación del agua fría y el incremento de su temperatura.



Figura 17. Calentador solar de agua de entusiasta anónimo.



Figura 18. Calentador solar de agua de entusiasta anónimo.

El modelo del entusiasta dejó por fuera el mantener hermética la celda, por lo que los gases, por diferencia de temperaturas y principio de entropía, migraban hacia el exterior, cuya temperatura era inferior a la de la celda. El escape del calor se acentúa en función de la diferencia de temperaturas.

Se puede rescatar que recubrió el interior con un poliuretano, que es un material aislante, así también, con láminas de aluminio, que es un material reflectante. El detalle anterior, en teoría, debiera generar un mayor efecto invernadero al interior de la celda.

4.4.3.1 Recomendaciones al modelo del entusiasta

Colocar platinas en los perímetros, atornillándoles en las zonas marcadas con rojo de la Figura 21, considerando colocar aislante entre el mismo y la lámina de plástico; así también, colocar sellador de ser posible.

Colocar el balde de almacenamiento de la Figura 20 de forma vertical, como se muestra en el Anexo 13; esto permitiría un menor intercambio término entre las temperaturas separadas por el efecto termosifón.

4.4.4 Recomendación general

Considerar orientación de la estructura respecto a los puntos cardinales, así como los ángulos de orientación respecto a un nivel plano imaginario en el techo y el ángulo de las tuberías, para no contrarrestar contraproducentemente el efecto termosifón con la fuerza de gravedad.

4.5 Hidroponía

4.5.1 Cotización de sales minerales para soluciones madre

Se consultó por las fórmulas químicas que componen la fórmula de la FAO (2003) en múltiples casas comerciales de agroquímicos y de químicos en general. En las ocasiones en que se consultó por correo no se recibió respuesta; por teléfono se logró obtener algunos de los precios y también al consultar personalmente. Fuentes anecdóticas reportaron que la dificultad práctica de conseguir esta información se debe a la gran cantidad de entusiastas que consultan y no realizan compra y que la reiteración de este suceso, desmotiva a los vendedores a facilitar cotizaciones de los elementos disponibles dada la multiplicidad de precios en función de las múltiples presentaciones y la no presencia física de la persona para negociar.

Ninguna casa comercial disponía de todos los elementos ni de una cotización pre-diseñada, dada la rotación de inventarios y las variaciones en disponibilidad, precios y presentaciones. Los elementos sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y molibdato de amonio $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, resultaron particularmente difíciles de cotizar, hubo que requerir asistencia de un contacto en un laboratorio de suelos.

Las soluciones hidropónicas A y B de EverGreen un vivero costaron 2.700 CRC cada una; con este dato se espera que el lector extrapole los precios de las fórmulas en el mercado de los viveros para efectos de este estudio, pero se le recomienda indagar con mayor cantidad de unidades muestrales. El costo por materiales para la elaboración de las mismas totizado es de 211 la A y 43 la B, de acuerdo con los múltiples proveedores consultados y los cálculos del Cuadro 11, que está a continuación.

Cuadro 9. Costo de soluciones madre en ciclos productivos de 100 lechugas.

Solución Madre	Fórmula de la sal	Producto comercial		Sales en solución madre		Solución con producto (L)	Costo solución madre		Número de ciclos (100 lechugas) †
		Presentación (kg)	Precio (CRC)	g/10 L	g/4 L		(sal/L)	(L)	
A	NH ₄ H ₂ PO ₄	25	24.700	340		735	33,59		122,5
A	Ca(NO ₃) ₂	25	8.900	2080		120	74,05	210,82	20,0
A	KNO ₃	25	23.450	1100		227	103,18		37,9
B	MgSO ₄ /7H ₂ O	25	4.835		492	203	23,79		67,8
B	CuSO ₄ 5H ₂ O	1	29.219		0,5	8000	3,65		2666,7
B	MnSO ₄ /4H ₂ O	25	16.780		2,5	40000	0,42		13333,3
B	ZnSO ₄ 7H ₂ O	1	709		1,2	3333	0,21	43,45	1111,1
B	H ₃ BO ₃	25	20.250		6,2	16129	1,26		5376,3
B	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,5	70.655		0,02	100000	0,71		33333,3
B	FeEDTA	1	6.344		8,46	473	13,42		157,6

† Número de ciclos posibles con sal en inventario se estimó en función de la capacidad instalada.

$$L \text{ sol. posible con inventario} = \frac{\text{kg presentación comercial} * 1000}{\text{g sal}} \quad (1)$$

$$\text{Costo sal por L de solución madre} = \frac{\text{Precio}}{L \text{ sol. posible con inventario}} \quad (2)$$

4.5.2 Infraestructura

A los tubos hidropónicos de la Figura 22 se les realizaron aberturas en la parte que da con la estructura de madera, pues se determinó que era necesario realizar un drenaje para evitar la sobrecarga de peso por agua de lluvia, dada la ausencia de un techo; la disminución en incidencia de radiación solar que implicaría y su elevado costo.



Figura 19. Una sección productiva que sobrepasó en peso la resistencia de la adaptación señalada con flechas color aguamarina.

Se consideraron bases teóricas de hidroponía, factores de rentabilidad, demanda cultural y mercado para los puntos de siembra hidropónicos; por ello la especialización en producción de lechugas, que resulta un producto que consume en gran parte de las familias costarricenses varias veces a la semana. Esto garantizaría un mercado si la inserción era empática con los clientes, dada su posición de consumidor racional, que pagaría el precio de mercado, más este mercado no ofrecía un reintegro de costos que convenciera al equipo, por lo que se procedió a evaluar alternativas de valor agregado.

El método de lluvia de ideas distribuídas en el tiempo en espacios aleatorios, permitieron consolidar la logística para un producto con raíz, lo que ofrecería ventajas fisiológicas respecto a un producto sin sistema vascular activo, en términos de longevidad y exclusividad. Este nuevo elemento a la logística del negocio dio luz verde a la implementación de las estructuras requeridas.

4.5.3 Desconocimiento de procesos físicos, químicos y biológicos complejos

La complicación más grave durante el proceso productivo fue cuando hubo que rellenar con sustrato recién preparado los puntos de siembra para replantar el segundo ciclo productivo, dada la extracción de sustrato sostenido por las raíces que supone el momento de la cosecha. En esta ocasión los miembros del equipo aplicaron la proporción 2:2:1 de fibra de coco, granza

y carbón recomendada, más al encontrarse con un saco de semolina, supusieron que agregar un poco de este elemento a la mezcla "podría mejorar la consistencia" de la mezcla.

El sustrato con alguna parte de semolina que rodeaba las plantas replantadas del segundo ciclo fue colonizado por un componente fúngico no identificado, como se observa en la Figura 23. Se debió al desconocimiento de la función de la semolina y a cierta subestimación de la complejidad técnica del método. Se remedió replantando, más se observó pérdida de vigorosidad respecto al primer ciclo productivo. Luego de este suceso, los datos técnicos recibieron más atención por parte del equipo y generalmente se apuntaban.



Figura 20. Cuerpo micélico no identificado que colonizó sustrato que rodeó raíces de plántulas replantadas.

4.5.4 Sondeo de mercado

La totalidad de la población muestreada coincide en que es un producto de calidad, por lo que sería prudente apuntar a un mercado de este porte, considerando que el precio de mercado es inferior al de venta de las lechugas (Cuadro 12). El método de preservación preferido fue el de mantener las lechugas en agua, aun así, la población encuestada en su totalidad niega que le desempeñan una función como planta ornamental.

Cuadro 10. Respuestas a encuesta realizada a compradores de lechuga (Anexo 9).

Edad	Opinión que merece a las lechugas:	Método de preservación:	¿Ornamental?	Comentarios
43	Calidad Novedoso Muy accesible y a la mano para comprar	Consumo inmediato	No	Le gusta mucho; muy rica
52	Calidad Muy accesible y a la mano para comprar	Bolsa total + perforaciones	No	Más saludable por no llevar químicos Muy ricas "Porque no se le aplica cloro; (solo un poquito de sal)" Si hubiera producción constante, ya no compraría "de afuera".
55	Calidad Muy accesible y a la mano para comprar	En agua	No	Excelente No saturado de químicos por ser hidropónico
55	Novedoso Calidad	En agua	No	Muy buena calidad Buena presentación Muy novedoso "Al pie de vaca"; agradable cosecha fresca. Buen aseo
78	Calidad	En agua	No	No saturado de químicos por ser hidropónico

La información recolectada da indicios de que hace falta comprender la base teórica de la procedencia de los micro y macronutrientes que se emplean en la hidroponía. Se considera que es casi una cuestión de semántica el hablar de que las plantas orgánicas no llevan químicos, puesto que:

- La hidroponía emplea sales minerales (inorgánicas) disueltas para nutrir plantas.
- El emplear componentes para fertilizar orgánicamente un sistema de hidroponía es llamado organoponía.
- En hidroponía y organoponía se pueden usar agroquímicos sintéticos, aunque tienden a usarse en menor medida que en agricultura convencional.

Se comentó en el equipo que el contacto con la comida viva es el valor agregado.

4.6 Sistema de Riego por Goteo/Gravedad

Se estimó que la presión que manejaría la tubería principal sería de 2,6 psi, lo que evidentemente estaba muy por debajo de las cinco mínimas requeridas (sin contar pérdidas por accesorios). El mandar a traer los microtubos (Anexo 8) al extranjero hubiera dejado a

destiempo el desarrollo de las actividades con respecto a la motivación de los miembros del equipo, pues lo manifestaron en espacios fuera de los cafés. Lo que evidenciaba incumplimiento de expectativas creadas, que tiende a resultar fatal para procesos de involucramiento social. Esto motivó a incursionar en generar un modelo propio de gotero.

El sistema ramificaba desde la tubería primaria, tuberías secundarias y de estas, terciarias donde se insertaron los prototipos de gotero en la tubería terciaria. Un intento por aprovechar el efecto venturi resultó en fracaso dado que la velocidad que adquiría el agua al disminuir el diámetro interno de la tubería no generaba succión, sino un escape de agua por la tubería "inyección de nutrientes"; posterior a esto, la tubería de menor diámetro se removió.

El sistema al momento requería de un tiempo de 40 s para estabilizar la distribución de fluidos hasta los 96 puntos de siembra; esto se comprobó con múltiples observadores y un cronómetro que se activó al abrir la llave de flujo de agua desde el sistema de recolección de lluvia. Luego de este identificado este punto donde se estabilizó el sistema y todas las boquillas estaban emitiendo agua, se dispuso a la persona que llevaba la cuenta con un cronómetro la labor de indicar a 5 ayudantes el momento cuando debían colocar dos recipientes plásticos a recoger líquidos de un gotero aleatorio en cada recipiente por dos minutos. De tal forma, se contabilizó volumen por unidad de tiempo. Y se obtuvo un valor promedio de 165 mL/min, con un máximo de 245 mL/min y un mínimo de 100 mL/min, con una desviación estándar de 45 mL/min (27,5 %).

Habiendo medido esta uniformidad de aplicación, se procedió a probar un sistema de inyección de nutrientes que inyectaría nutrientes a la tubería con una jeringa de veterinaria por la liga de la Figura 24; por ello, se inyectó en el caudal de la tubería colorante natural sin diluir, para efecto de observar el movimiento del mismo dentro del sistema. El resultado no cumplió los estándares de operaciones comerciales de precisión, dado que pasaron hasta 2 minutos sin que el colorante llegara a más de 15 puntos, lo que proyectado a un diario riego con el sistema, generaría una distribución desuniforme de nutrientes y el subdesarrollo de esos puntos de riego. Se concluye con base a la medición de presión que se observa en la Figura 24 que la presión estimada por método de conversión no es representativa de la presión del sistema y se atribuye esto a la no inclusión de pérdidas por accesorios y a imprecisión del instrumento de medición.



Figura 21. Medición de presión con un manómetro en punto de inyección de nutrientes.

4.6.1 Recomendaciones a sistema

- Manejar sistemas de distribución de fluidos en paralelo y no en serie dentro de lo posible. Esto homogeneizaría la distribución de fluido inyectado a tubería principal.
- Dentro de lo posible, emplear tuberías gruesas como tuberías principales y secundarias. Esto permitiría menores pérdidas de presión del sistema.
- Basado en la idea de limitaciones que debiera imponer el estado sobre la tecnología y la organización social, que media entre la capacidad del medio ambiente y el ser humano de satisfacer las "necesidades" presentes y futuras del documento de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Nuestro Futuro Común (WCED, 1987), se propone que una mejora para el trópico húmedo es desarrollar este sistema con impresoras 3-D e implementarlo a nivel nacional con instalaciones de conglomerados que tengan una superficie de captación que atente contra la capacidad de infraestructura del estado, contra los cuerpos superficiales de agua de la población por arrastre de sedimentos o cuando el beneficio de producción de alimentos de forma semi-automatizada genere un beneficio social. De manera que el estado lo promueva como un requisito infraestructural y no como beneficio. Los autor de modelos, dígame, el estado, sus instituciones u organizaciones sin fin de lucrar, debieran de liberar los modelos de goteros de patentes restrictivas, para efectos de mejorar el hardware libre. Así también en alguna fase avanzada, se podrían cargar en la red modelos completos de partes ensamblables de modelos hidropónicos, acuapónicos y organopónicos, expandiendo posibilidades no solo a tuberías de conducto de fluidos; a mallas con tamices con Mesh ingenierilmente precisos y rocas porosas para que residan bacterias nitrificantes en los biofiltros de sistemas acuapónicos son opciones imaginables.

4.7 Incremento de Especies Vegetales en Área de Trabajo y Comercialización

Se han cuantificado las cosechas del patio, dígame chayotes, yuca y orégano. Así también se ha introducido poco a poco a la cultura el hacerse bebidas con las plantas medicinales. Vale mencionar que varias de las plantas mencionadas están plantadas a lo externo del hogar, lo que ha llamado la atención de vecinos quienes se han acercado a trabajar y compartir.

4.8 Sugerencias a Cultivos en Interior

4.8.1 Desmalezado selectivo

Desmalezado selectivo considerando que arvenses son plantas productoras de polen y que controlan crecimiento de gramíneas. Fundamental para disminución en costo de mano de obra por desmalezado en agricultura periurbana.

4.8.2 Rotulación de cultivos

Los cultivos plantados en suelo del patio no eran un cultivo intensivo, tampoco se les realizaba rodaje; lo que desencadenó en múltiples pérdidas de activos biológicos durante las labores de control de arvenses, dada la dificultad por parte de colaboradores de reconocer las especies frente a las diferentes arvenses. Esto genera el aprendizaje de que es necesario rotular por sus beneficios en términos de comunicación logística de lo que está pasando en el centro demostrativo, así también podría explotársele un potencial didáctico.

4.8.3 Estructura de protección ante sol y lluvia

Un intento de reproducción por esquejes resultó en fracaso. Fracasó por pérdidas de agua a través de estomas por evapotranspiración y por excesos de lluvia en cortos periodos de tiempo.

4.8.4 Elección de materiales de construcción

Para adaptaciones del corte de las que se manejan en el presente estudio, la logística de selección de materiales puede ser orientada hacia la longevidad (sin mantenimiento significativo) o hacia un consumo ocasional de los materiales de construcción para efectos de dar mantenimiento reiteradas veces durante el tiempo que se tenga la actividad productiva. Ambas posibilidades afectan de diferente formas los libros contables de las actividades agrícolas; el primero garantiza en gran medida una productividad constante en el tiempo y pequeños gastos por mantenimiento; el segundo, podría suplir carencias de capital inicial elevado, más dependerá del factor humano de observación e incluso, de mejora constante, para que la adaptación no se torne en estructura improductiva a través del tiempo por fallos de las partes que no estaban nuevas al momento de las construcciones.

4.8.5 Limitaciones de cultivos expansivos

Hay cultivos que ocuparán mucho espacio como árboles o enredaderas. Este factor complica la especificidad de los casos y las especies que se puedan escoger, considerando incluso aspectos de ingeniería civil, pues es conocido que los árboles pueden dañar cimientos de estructuras. Compartir espacios abiertos es una buena ventaja contra esta limitante.

4.9 Cultivos en Exteriores

Los cultivos externos se plantaron únicamente con el propósito de poder evaluar las reacciones de los transeúntes y cabe mencionar que la lógica del experimento no fue comprendida por los miembros del equipo. La contadora, el maestro de obras y el artesano no comprendían la complejidad interdisciplinaria de los procesos productivos tan riesgosos desde un punto de vista económico de inversión en tiempo y recursos, como sembrar afuera, cuando se había presentado el suceso del hurto de la "eco-canoa" de la Figura 5 y el previo hurto de un basurero metálico en la zona donde se sembraría; es común la sustracción de piezas metálicas para vender a chatarrerías, en el caso se estudió, fuentes anecdóticas afirman que son adictos al crack. El estudiante de EARTH por su parte se mantenía muy positivo al porvenir del proceso, más se sometió a la desesperanza de que le robaran las cosechas, más no se dejó desmotivar para expandir el área cultivada. Generado este experimento, se procedió a hacer la encuesta de la Cuadro 13 donde se entrevistó a seis vecinos. De ellos, cinco afirmaron haber notado cambios en los jardines de la casa de la familia de los encuestadores en el año en curso, el otro indicó que no lo había notado.

Cuadro 13. Respuestas a encuesta realizada a vecinos (Anexo 10).

	Personas entrevistadas					
	1	2	3	4	5	6
Edad	19	24	49	51	55	72
¿Observó cambios?	Si	Si	No	Si	Si	Si
Cambios observados:	Mejóro aspecto	Disminución de jardines (pavimentación) No mantenimiento a gramíneas que colonizan áreas y forman <i>montaza</i> *.	N/A	Aumento de legumbres Uso de abono Chayotes producen rápido Cambio en el uso de la tierra	Mayor diversidad de especies Maíz Girasol gigante	Girasoles Limpia y siembra
Positivo / Negativo	Positivo	Negativo	N/A	Positivo	Positivo	Positivo
Positivo, por:	No está el <i>charral</i> † Ya no es puro monte y basura	N/A	N/A	Rápido da frutos Calidad del producto Genera ecología	Se ve bonito	Embellece la comunidad "Cambia atmósfera y panorama"
Negativo, por:	N/A	Se pavimentó y con esto "se está eliminando la vida"	N/A			
Intereses manifestados	NS/NR	Semilla de girasol o cáñamo (<i>Cannabis</i> sp.)	N/A			
¿Importante adaptaciones en urbanidad?	Sumamente importante	N/A	N/A	Sumamente importante	Sumamente importante	Sumamente importante
Factible?	Difícil de ejecutar	N/A	N/A	Factible	Factible	Factible

	Personas entrevistadas					
	1	2	3	4	5	6
Justifique factibilidad	Porque no se tiene recurso	N/A	N/A	Ayuda a la ecología, la comunidad, las economías de las personas locales. Más sano	Porque lo observó en el caso de estudio Muchos métodos	Porque va en bien de la comunidad
Capacitación	Si	Si	N/A	Si	Si	No
¿Cómo ve la propiedad sembrada?	Propiedad privada que hay que respetar	Propiedad privada que hay que respetar	Para consumo pero con consideración	Propiedad privada solidaria con vecinos	Libre acceso para consumo	Libre acceso para consumo

† Montazal/charral: Jergas centroamericanas que hacen alusión a un ecosistema u espacio colonizado por gramíneas en regeneraciones primarias de bosque.

4.9.1 Análisis técnico de la intervención social

La pavimentación brinda cimientos firmes a edificaciones, dos de estos factores son la sismicidad y los deslaves de terreno. En la ingeniería civil, por estos últimos factores mencionados, se tiende a extraer los horizontes A, B e incluso C, en función de la escala de la estructura arquitectónica que se dispondrá encima. Luego de extraído el suelo, se tiende a cubrir con mezclas de concreto o asfalto, en combinación con arena, piedra, malla electrosoldada y otros. Es posible que ingenieros civiles carezcan de comprensión de procesos naturales y descontemplan la estratificación en calidad físico-química de suelos y colocan jardines sobre horizontes pobres.

La Figura 25 muestra una fotografía de la labor de colocación de una barrera de contención de madera, que se procedió a instalar luego de que se previó el riesgo de erosión por escorrentía que pudiere representar el agua acelerada proveniente de la pendiente señalada con una flecha azul en el croquis del área de trabajo de la Figura 25; en esta misma figura se muestra el área en rojo, que representa el área de las líneas de sentido de la pendiente en la fotografía de la derecha. En dicha fotografía, también se aprecia el suelo recién desmalezado y mecanizado a 30 cm de profundidad, para sembrar maíz en él.



Figura 22. Fotografía de trabajo en exterior (izquierda) y ubicación de acera de al lado en croquis de la casa (derecha).

El encuestado de 25 años es quien menciona la pavimentación y la problemática de los montazales, a su vez, los califica como negativos. Evidentemente, pavimentar como aspecto negativo es refutable, dada su contribución al aprovechamiento de espacio según tendencias de ingeniería de urbanismo en Heredia que pasaron de casas Victorianas patrimonio a urbanismo moderno sin espacios actividades agrícolas cafetaleras de las últimas décadas; al no haber actividades agrícolas y empleando tal modelo de urbanismo, la pavimentación se encarga de controlar el costo de mantenimiento de montazales.

El individuo muestral de 49 años manifiesta no haber observado cambios, lo que resulta interesante dado que se esperaba un grado de éxito total en lo llamativo de plantas de maíz, plátano, sábila y girasol en la vía pública. Este individuo muestral indica que las plantas en vía pública pueden ser consumidas por terceros pero con consideración. Estas observaciones y las de la persona de 51 años, "...producen rápido" y "rápido da frutos", indican cierta carencia de conciencia de la complejidad de los procesos que se coordinaron para alcanzar generar frutos vegetales en las condiciones del caso en específico. Para consumo con consideración y propiedad privada solidaria con vecinos, implican consumo por parte de terceros; esto es un punto de conflicto en función de si se cuenta o no con mano de obra solidaria por parte de consumidores terceros.

La persona de 51 años comprende en alguna medida de procesos biológicos, puesto que comentó sobre el abono que se colocaba en los chayotes y la ecología que generan los incrementos de especies. Posteriormente, el individuo muestral de 51 años califica como factible el proyecto porque lo observó en el caso de estudio, lo que evidencia que estos procesos de incremento de especies se proyectan como alternativas a manejo de espacios entre la población muestral.

Por su parte, el individuo muestral de 72 años observó las labores que se requirieron, menciona que este tipo de labores embellecen la comunidad y dice que no invertiría tiempo y recursos en capacitarse, justificando su decisión en su edad.

Retroalimentación experiencial al proceso

El equipo en predijo la sustracción de semilla vegetal y de cosechas. De hecho, la totalidad de los maíces fueron sustraídos sin consulta previa ni justificación a posteriori. En este caso, los vecinos infantiles notificaron sobre la situación que la principal sustractora del activo el uso usaba las mazorcas para alimentación de loros. Evidentemente no existen barreras imaginarias sobre alimentos que estén en la calle, así tampoco, sobre plantas medicinales. Las plantas tuvieron que ser replantadas con raíces profundas, dentro de lo posible, y con cierta asimetría, para desestimular el hurto de las mismas hasta un momento regenerado en que desarrollen estructura radical, que les daría anclaje, como en el caso de la sábila de la Figura 26 o la planta ornamental defoliada de la Figura 27.



Figura 23. Sábila con 40cm de raíz recién replantada.



Figura 24. Planta ornamental defoliada y Musácea, en jardín externo.

Tal anclaje implicaría que el hurto exitoso debiera darse con herramientas apropiadas (pico, pala, machete u otras) y no solo con la fuerza del cuerpo, ingenio y uso de sus pulgares. La musácea de la Figura 26 fue plantada sin prepararle para una resiembra exitosa (no se hizo cirugía de defoliado para evitar pérdidas de agua por evapotranspiración), y como se esperaba, fue sustraída, lo no generó efecto, ya que se estaba familiarizado con la tendencia en esta área de trabajo; la planta ornamental permaneció en su lugar, dada su profunda raíz; cabe mencionar que la planta CAM está defoliada puesto que hubo que deshacerse de las espinas de las puntas de las hojas para poder llegar a su tallo de la misma y jalar, habiendo cavado alrededor de las raíces de la planta. Posteriormente se procedió a plantar semilla vegetativa (hijos de agua) de *Musa* sp., aprovechando la presencia de plantas gramíneas, que permitieron encubrirlas y permitir su desarrollo radical in-situ para anclaje.

De esta encuesta se concluye que una serie de subjetividades pueden potenciar o atrofiar el proceso, por ello estos procesos de corte social o comunitario, deben estar en un proceso de mejora constante que basado en la observación, dada la impredecibilidad de los transeúntes.

Cuadro 11. Respuestas a encuestas realizadas a una población muestreada de estudiantes del TEC (Anexo 11).

Edad	Área de estudio	Zona de procedencia	¿Por qué?	Limitantes:
18	Ing. en Computadores	Heredia	Costa Rica posee un considerable espacio aprovechable en el país Podría llegar a mejorar los costos de alimentos para el consumidor	Tiempo para cuidado de los cultivos (dedicación) Conocimiento para implementación
18	Ing. en Computadores	Heredia	No se precisa de suelo para cultivar; se pueden aprovechar espacios aéreos	Requiere concientización de personas Falta de información
18	Ing. en Computadores	Heredia	Fácil mantención Tendencia al incremento del urbanismo Un método diferente	Falta de conocimiento y experiencia
18	Agronegocios	San Marcos de Tarrazú	Es una mejor forma para aprovechar espacios en casas y ciudades Desde punto de vista personal esta agricultura es la solución para la demanda agroalimentaria del mundo, incluso para lugares áridos como desiertos (LIMA) ya que aumentan productividad. Complemento con agricultura orgánica	Costa Rica produce convencionalmente Falta de capacitación
18	Electrónica y computación	Zona sur	Forma de ahorrar dinero en alimentación de comestibles cultivables	Desconocimiento práctico Falta de motivación (pereza) Falta de liderazgos (poca iniciativa) Poco tiempo libre
18	Ing. en Computadores	Heredia	Principios sencillos Aseado Útil Potencial para sustento económico en familias	Vagancia Falta de motivación Indiferencia o desinterés
19	Ing. en Computadores	San José	Mayor potencial en áreas muy pobladas, como la metropolitana; ahí favorecería la producción de cultivos en lugares donde el factor terreno va en disminución No es una actividad de tiempo completo	Tiempo para cuidado de los cultivos

Edad	Área de estudio	Zona de procedencia	¿Por qué?	Limitantes:
19	Ing. Diseño Industrial	Turrialba	Costa Rica se presta para sembrar hortalizas al aire libre Crea costumbre de aprender a cosechar parte de lo que consumimos	Limitante: falta de conocimiento del proceso de hidroponía Falta de costumbre de cultivar Preferencia por comprar (intercambiar por dinero)
20	Administración de Empresas	Cartago	Disponibilidad de suelos fértiles en Costa Rica Viene a solucionar muchos problemas de agricultura en suelos	Desconocimiento práctico Percepciones especulativas sobre costos
22	Informática	Cartago	Solución viable Alta productividad por unidad de espacio	Actividad familiar, de integración y de aprendizaje.†
23	Ing. en Diseño Ambiental	San Carlos	Forma de crear independencia Conciencia referente a los alimentos	Falta de información Compromiso necesario con cuidado Falta de educación

† Se aportó algo positivo, en vez de una limitante.

Análisis a encuestas realizadas al TEC

La totalidad de la población muestral respondió afirmativo a creer que la agricultura tiene potencial.

Los por qué a resaltar:

- Podría mejorar costos de alimentos para el consumidor
- Tendencia al incremento del urbanismo, factor terreno va en disminución
- Solución para la demanda agroalimentaria del mundo, incluso para lugares áridos como desiertos (LIMA) ya que aumentan productividad.
- Complemento con agricultura orgánica
- Forma de ahorrar dinero en alimentación de comestibles cultivables
- Potencial para sustento económico en familias (estrategia, semejante a comprar bombillos fluorescentes o cerrar el tubo).
- Fácil mantención, Principios sencillos, Aseado, crea costumbre
- Forma de crear independencia; conciencia referente a los alimentos.

Limitantes:

- Tiempo para cuidado de los cultivos (dedicación)

- Percepciones especulativas sobre costos
- Conocimiento para implementación, falta de información, falta de conocimiento y experiencia, desconocimiento práctico
- indiferencia o desinterés
- falta de costumbre de cultivar, preferencia por comprar (intercambiar por dinero)
- Falta de motivación, pereza
- Falta de liderazgos, poca iniciativa
- Requiere concientización de personas

Para intervenciones ingenieriles posteriores, se aporta que al mecanizar manualmente el suelo del área de trabajo del exterior, se encontró una alta cantidad residuos plásticos y metálicos, lo que es un indicio de la aleatorización de distribución de residuos humanos en áreas verdes descuidadas.

4.9.2 Proyección agrícola en comunidad

Se instaló un bajante de agua ensamblado con botellas plásticas en las afueras de la casa; al pasar dos semanas, el bajante a pesar de no tener valor económico fue sustraído de su estructura. Lo anterior fue un imprevisto del cual se entiende la complejidad tan grande de idealizar un cambio tangible a gran escala.

Niños vecinos quienes en un pasado habían destruido el jardín externo, ayudaron a trabajar un área de 6 m² para plantar maíz, se les obsequió semilla y se les dio un paseo para mostrarles las plantas medicinales dentro del hogar. Con esto se concientizó la importancia de mantener las plantas en buen estado. Ellos aceptaron colaborar y actualmente llegan cada vez que me ven a preguntar cosas; se les otorgó parte de la parcelita de maíz para que sembraran frijoles. Así también, vecinos ayudaron a trabajar la tierra.

Por un fenómeno social ampliamente conocido, en el que hasta cierto punto los trabajos comunitarios no prosperan es por el hecho de que se necesita tener algo tangible que en cierta forma garantice la inversión de tiempo y esfuerzo que se realizará, cuando se habla de trabajo no remunerado. Las personas tienen expectativas y no desean expectativas insatisfechas, por lo que un ejemplo físico y tangible a los sentidos complementa muy bien las ideas de ampliación con dinámicas colectivas donde hayan personajes sociales involucrados.

La sustracción de activos en la urbanidad es inminente actualmente en el área de ubicación del proyecto. Se notificó de una señora que sustrajo maíz para alimentación animal de un loro (Psittaciformes: Psittacidae). Alguien cosechó medicina natural (plantas de sávila o hojas, valoradas en 1000 /unidad), casos complejos como niños robando una flor de girasol gigante, que en el caso de estudio. Se generaron sombras en la acera por motivo del maíz, esta sombra proveía condiciones prospectadas por consumidores de narcóticos en las noches, lo que alarmaba a los vecinos.

4.10 **Componente Animal**

Al proyecto se donó 1 hembra y 1 macho de pollitos de jardín; se reprodujeron y eclosionaron 8 pollitos. Tres polluelos fueron asesinados por los perros y sobrevivieron 1 macho y 4 hembras (Anexo 14). Cada ave de jardín está valorada en 3.000 CRC (no se contempla en estudio económico). Por ecología, es de esperar un movimiento de especies al espacio con microclimas y fuentes de alimento; lo que coincide con el incremento de especies reportado por la componente juvenil del equipo, quien frecuenta el patio para recreación con frecuencia.

4.11 **Análisis Socio-Económico de la Intervención**

Con el objeto de poder evaluar la viabilidad de poder implementar a nivel domiciliario un modelo de producción eco sostenible y el propuesto aplicado a este proyecto de graduación, se procedió a realizar una evaluación del mismo, desde una perspectiva financiera, económica y social.

4.11.1 **Detalle y análisis de las inversiones realizadas y su valor social**

Como un primer paso metodológico se procedió a detallar todas y cada una de las inversiones que se realizaron en este proyecto, lo cual fue posible, por el hecho de que el encargado de este proyecto, se dio a la tarea de recopilar toda la información generada, clasificar la misma, ordenarla y presentarla bajo los estándares generales de clasificación financiera y contable.

El detalle de las inversiones realizadas primeramente en infraestructura se presenta en el Cuadro 14. Como puede apreciarse la inversión realizada en este rubro ascendió a la suma total de 166.951 CRC, los cuales se desagregan de la siguiente manera:

1. Sistema de Hidroponía	73.671 CRC
2. Sistema de riego por gravedad	30.074 CRC
3. Sistema de recolección de lluvias	63.206 CRC

Cuadro 12. Detalle de inversiones realizadas en infraestructura (CRC).

Adaptaciones	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Total
Hidroponía				
Tubo Hidropónico	1	Unidad	14.207	14.207
bolsas Carbón	8	bolsa	1.565	12.520
reglas 1X2 x5 Varas	10	Unidad	800	8.000
tornillos	50	Unidad	11	550
Reglas 1X4 Varas	2	Varas	2.935	5.870
pz 3x4 Varas	3	Varas	1.450	4.350
pz 1x2x4 Varas	5	Varas	990	4.950
saco carbón	1	Sacos	4.000	4.000
sacos granza arroz 4000 C/U	3	Sacos	4.000	12.000
Insumos para sales y soluciones	1	Unidad	530	530
Sacos fibra coco	2	Sacos	3.347	6.694
Sub Total				73.671
Riego por goteo/gravedad				
boquillas de canoa	2	Unidad	470	940
Codo liso PVC 1/2"	2	Unidad	136	272
Cruz lisa PVC 1/2"	6	Unidad	1.196	7.176
adaptador hembra PVC 1/2"	24	Unidad	178	4.272
Codo PVC 1/2"	1	Unidad	229	229
adaptador goteo 16x1/2"	29	Unidad	200	5.786
T de 16	6	Unidad	51	308
base para aspersor	2	Unidad	125	251
Base para microaspersor	2	Unidad	29	57
Válvula compacta	1	Unidad	1322	1.322
Tubería de riego	10	Metros	188	1.881
gasas de 1/2"	8	Unidad	38	300
Codo de 1/2"	1	Unidad	155	155
T con rosca de 1/2"	3	Unidad	330	990
Pegamento PVC pequeño	1	Unidad	895	895
tubo 1/2"	8	Metros	530	4.240
Jeringa 50mL	1	Unidad	500	500
Aguja	1	Unidad	500	500
Sub Total				30.074
Recolección de Lluvia				
mtrs canoa	8	metros	3.949	31.590
Boquilla	1	Unidad	2.130	2.130
Ganchos Canoa	19	Unidad	730	13.870
Macho	1	Unidad	820	820
tapas Canoa	1	Unidad	1.200	1.200
Niple	1	Unidad	628	628

Adaptaciones	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Total
Pegamento PVC	1	Unidad	1.765	1.765
Valvula Vola	1	Unidad	965	965
Cemento Holcim	1	saco	5.748	5.748
Poxipol	1	Unidad	4.490	4.490
Sub Total				63.206

Este total de inversiones en infraestructura, desde el punto de vista financiero privado, representarían un monto a desembolsar para realizar el proyecto, sin embargo, lo notable de esta iniciativa es que este monto, a su vez, desde la perspectiva económica y social, representa un valor agregado a la casa u hogar en el cual se establece el sistema. Es decir, el valor financiero, se convierte en este caso en un valor social que le agrega valor a la casa u al hogar donde se establecen estas inversiones. Por tanto, las mismas inversiones, no solo deben ser tomadas como montos a desembolsar para obtener futuros beneficios, sino que además, las mismas son consideradas como beneficios mismos en el mismo momento en que se realizan.

Es importante considerar, que a este monto de Inversiones en infraestructura se le debe agregar un monto adicional de 20.000 CRC los cuales fueron invertidos en equipo básico para la mejor gestión y administración del modelo. Este equipo básico en términos pragmáticos, consistió en la compra de una balanza o romana para poder pesar productos a vender o insumos a utilizar en el sistema. Con este dato, el monto total en infra estructura y equipos, ascendió a la suma de 186.959 CRC.

Adicionalmente a las inversiones realizadas en infraestructura y equipos, en este proyecto, se realizaron inversiones en activos biológicos, específicamente en el sistema Takakura y en el sistema de producción de cultivos en huerta. El detalle de estas inversiones se presenta en el Cuadro 15.

Cuadro 13. Inversiones realizadas en activos biológicos para el sistema (CRC).

Adaptaciones	Cantidad	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Takakura				
Semolina	1	Saco	7.500	7.500
Granza	1	Saco	1.000	1.000
Manguera	4,16	Metros	300	1.250
Masking	1	Unidad	700	700
Caja Organizadora	1	Unidad	6.490	6.490
			Sub Total	16.940
Producción de Cultivos				
Tierra Abonada	1	Saco	3.319	3.319
Apio	1	kg	881	881
Albahaca	1	kg	881	881
Manzanilla	1	kg	774	774
Ruda	1	kg	881	881
Semilla Culantro	1	kg	795	795
Semilla Tomate	1	kg	700	700
Plantulas lechuga	92	kg	30	2.750

Adaptaciones	Cantidad	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total
Planta de menta	1	Unidad	1.000	1.000
Alambre	6,5	kg	1.769	11.500
			Sub Total	23.480
Total de Inversión en Sistema de Producción de Cultivos en Huerta				40.420

Como puede apreciarse, estas inversiones productivas ascendieron a la suma total de 40.420 CRC, de los cuales, el sistema Takakura, requirió una inversión de 16.940 CRC y el sistema de producción en huertas, una inversión de 23.480 CRC. Estas inversiones financieras, si bien, no son en infraestructura o activos fijos, deben también ser consideradas como Inversiones Sociales que agregan valor a la casa u hogar donde se establecen, dado que, desde el punto de vista económico, si alguna persona, comprara este bien, debería reconocer por el mismo, las inversiones productivas y biológicas que el bien (casa u hogar) posee, dado que las mismas, le permitirían en un futuro, ahorros financieros y económicos importantes para los miembros de su familia.

4.11.2 Determinación del valor actual neto de las inversiones realizadas

Una vez detalladas las inversiones realizadas, se procedió a desagregar las mismas, pero en función de los meses en los cuales estas fueron realizadas. Este proceso es importante por el hecho de que, dado que se está hablando de una Inversión en un hogar, las mismas se deben de realizar poco a poco, según se vayan necesitando, dado que de esa manera se logra no ejercer presión sobre el flujo de caja de la familia.

El Cuadro 16, presenta el total de las inversiones realizadas, y las desagrega según el mes, en que las mismas fueron requeridas.

Cuadro 14. Resumen de las inversiones realizadas según el mes en que fueron ejecutadas.

Concepto Económico Financiero	Componente del Sistema	Costo Total	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14
Infraestructura	Hidroponía	73.671	14.737	58.934	-	-	-	-
Infraestructura	Riego por Gravedad	30.074	-	-	-	22.949	7.125	-
Infraestructura	Recolección Agua Lluvia	63.206	-	58.716	4.490	-	-	-
Activo Biológico	Takakura	16.940	10.450	6.490	-	-	-	-
Activo Biológico	Huerta	23.480	8.230	2.750	-	-	12.500	-
Equipo Administrativo	Administración	20.000	20.000	-	-	-	-	-
	Total	227.370	53.416	126.890	4.490	22.949	19.625	-
	%	100	23	56	2	10	9	

Como puede apreciarse, en total se realizaron inversiones por un monto de 227.370 CRC en un período de seis meses que duró el proyecto en su fase de implementación. Cabe resaltar que del 100 % de las inversiones, un 23 % fueron realizadas en el primer mes y un 56 % en el segundo mes, para un total de 79 % en los primeros dos meses del proyecto. El restante 21 % de las inversiones realizadas se ejecutaron a razón de un 2 %, 10 % y 9 % durante el tercero, cuarto y quinto mes, respectivamente. Dado que estas inversiones fueron realizadas en diferentes momentos de tiempo, las mismas es necesario que sean evaluadas, desde la perspectiva económica financiera, en un solo momento del tiempo. Para esto se hizo necesario ajustar estas inversiones según la tasa de descuento o tasa de costo de oportunidad del capital. En este caso, se escogió descontar las mismas, no bajo una tasa de inversión privada (14 % a 20 %) sino bajo una tasa de inversión social de un 6 % para Costa Rica, según datos del Banco Central y del Ministerio de Economía de Costa Rica.

Realizado este proceso de ajuste, se determinó que el Valor Actual Neto de todas estas inversiones, asciende a la suma de 224.842 CRC, equivalentes a unos US\$ 416.37.

4.11.3 Depreciaciones y amortizaciones económicas financieras de las inversiones realizadas

Una vez determinado el valor actual neto de todas las Inversiones realizadas, se procedió, metodológicamente a calcular el monto de las depreciaciones y amortizaciones correspondientes a estas inversiones (Cuadro 17). Es importante primeramente aclarar que, se hizo este proceso, debido a qué, las inversiones realizadas, tenían un período de vida útil mucho mayor que el período durante el cual se desarrolló este proyecto. Por tanto, era indispensable asignar como costo, solo los montos correspondientes a los períodos durante los cuales, estas inversiones fueron utilizadas y los remanentes o valores no utilizados, deberían, más bien tratarse como valores residuales, estrictamente hablando.

Cuadro 15. Determinación de los montos de depreciación y amortización anual de las inversiones en CRC.

Concepto Económico Financiero	Componente del Sistema	Inversión	Vida Útil en Años	Depreciación		Amortización	
				Anual	Mensual	Anual	Mensual
Infraestructura	Hidroponía	73.671	3	24.557	2.046		
Infraestructura	Riego por Gravedad	30.074	3	10.025	835		
Infraestructura	Recolección Agua Lluvia	63.206	3	21.069	1.756		
Activo Biológico	Takakura	16.940	3			5.647	471
Activo Biológico	Huerta	23.480	3			7.827	652
Equipo Administrativo	Administración	20.000	3	6.667			
	Total	227.370		62.317	4.637	13.473	1.123

Otro elemento clave en este análisis, es que se diferenció el concepto de depreciación, del concepto de amortización. Es decir, a los activos fijos como es el caso de la infraestructura y el

equipo, se les calculó una tasa de depreciación anual y luego mensual, por cuanto, los mismos son sujetos a desgaste por su uso o a obsolescencia por su no uso, sin embargo, a los activos biológicos, se les calculó y aplicó una tasa equivalente de amortización, dado que los mismos, más que sujetos a desgaste por su uso, son sujetos a consumo durante su uso productivo, pero de igual manera, pueden ser reemplazados o restituidos por el mismo sistema, tal es el caso especial del Takakura, el cual incluso podría tener un efecto multiplicador en vez de un efecto de pérdida de valor, razón por la cual, se amortiza, para recuperar su inversión, en vez de depreciarlo. Se presenta a continuación los cálculos realizados en esta parte del proceso evaluativo.

Como puede apreciarse, el monto de depreciación anual para las inversiones en infraestructura y equipos, ascendió a la suma de 62.317 CRC y el monto de las amortizaciones estimadas para las inversiones en activos biológicos ascendió a la suma de 13.473 CRC.

Desde la perspectiva económica financiera, estos montos representan los costos que estas inversiones tendrían anual o mensualmente. Desde la perspectiva social los mismos montos representan las cantidades anuales o mensuales, que la familia, tendría que ahorrar, de sus ingresos por ventas, para poder reinvertir en el sistema y hacer que el mismo sea sostenible en el mediano y largo plazo.

4.11.4 Determinación de los beneficios económicos, financieros y sociales del modelo

Posteriormente al proceso de análisis de las inversiones, depreciaciones y amortizaciones correspondientes, se procedió a determinar el monto de los beneficios económicos, financieros y sociales que este modelo generó.

Parte importante de este análisis, resultó ser el hecho de identificar los componentes que deberían ser evaluados. Los componentes identificados y más claramente medibles fueron los cinco siguientes:

- Ingresos financieros por venta de productos.
- Beneficios familiares por ahorro en el consumo (autoconsumo).
- Donaciones realizadas (externalidades) a la comunidad (solidaridad).
- Manejo de residuos comercializables.
- Venta de productos colaterales (lombricompost).

Se presenta en el Cuadro 18, un resumen del total de beneficios que fueron generados por el sistema propuesto. Nótese que en el período de 6 meses que operó el sistema bajo control y supervisión, el monto total de beneficios debidamente cuantificables, ascendió a la suma de 128.835 CRC. Con respecto a las fuentes más importantes de estos beneficios, se puede observar que la venta de productos como lechugas u otros vegetales representó un 79 % y los ahorros familiares por autoconsumo representaron un 3 %. Entre ambos conceptos suman un 82 % de beneficios familiares (directos) que podrían alternarse entre ingresos monetarios o componentes de economía de autoconsumo, lo que representa una cifra significativa.

Cuadro 16. Cuantificación de los beneficios económicos, financieros y sociales del modelo en CRC.

Concepto Económico Financiero	Cantidad	Unidad	Valor x Unidad	Ingreso total
Ingresos Por Ventas				
Venta de Lechugas	90	Unidades	500	45.000
Venta de Orégano	2	Unidades	200	400
Venta de Chayotes	20	Unidades	100	2.000,
Venta de Chayotes	4	Unidades	288	1.150,
Venta de Lechugas	91	Unidades	500	45.500,
Venta de Chatarra				7.700,
			Sub Total	101.750 (79 %)
Beneficio por Ahorros				
Autoconsumo	6	lechugas	500	3.000
Autoconsumo	5	lechugas	300	1.500
			Sub Total	4.500 (3 %)
Solidaridad Comunal				
Donado a 6 Niños	10	lechugas	500	5.000
Donado a caminantes	10	chayotes	200	2.000
Donado a 3 Familias	0,3	kg semilla tomate	700	210
Donado a caminantes	0,5	kg de tierra abonada	83	41
			Sub Total	7.251 (6 %)
Manejo de Residuos				
Residuos Orgánicos	27,1	kg	400	10.840,00
Reciclaje Comercializable				
Latas	7,7	kg	50	385
Vidrios	2,5	kg	70	175
Papel	1,0	kg	100	200
Botellas	1,5	kg	50	75
Cajas tetrabrick	0,3	kg	60	18
Cartón	16,3	kg	70	1.141
			Sub total	12.834 (10 %)
Lombri Compost				
	10	Litros	250	2.500
			Sub Total	2.500 (2 %)
			Total de Beneficios	128.835 (100 %)

Un concepto importante, introducido en este análisis es el de “Solidaridad”. Como parte del efecto multiplicador del proyecto, muchas personas, incluyendo niños (as) observaron el proceso, algunas preguntaban qué era eso, para que servían y porqué era importante. Otras

personas se incorporaron al trabajo por un rato y otras también pidieron que se les regalara algo. Este componente social y de externalidades es sumamente valioso, sin embargo, es sumamente difícil de valorar, pues tiene un efecto multiplicador impredecible y posee un precio de mercado invaluable (educación, motivación, inspiración). Para efectos de este proyecto, se cuantificaron, solamente aquellos componentes que fueron factibles de medir.

El componente solidario, como puede apreciarse, sumó 7.251 CRC y representó un 6 % del total de beneficios cuantificables. Un cuarto componente, muy importante, que representó un 10 % del total de beneficios cuantificables fue el componente de reciclaje comercializable. En total en el período de 6 meses se recolectaron 27,10 kg de residuos orgánicos y 29,30 kg entre latas, vidrios, papel, botellas, cartón y cajas. Este componente ascendió a la suma de 12.834 CRC en total en los 6 meses. El quinto y último componente se refiere a la utilización de algunos productos complementarios como es el caso del lombricompost, producto del cual se generaron en total 10 litros, en el período de seis meses, los cuales valorados a un precio mínimo de 250 CRC/L, aportó para el análisis un monto total de 2.500 CRC que representó a su vez un 2 % del total de beneficios cuantificables.

Como puede apreciarse, el monto total generado se puede decir que tuvo, un 82 % de impacto directo en lo financiero de la familia, un 6 % de efecto social comunitario y un 12 % de efecto ambiental directo por reciclaje o por generación de lombricompost, residuos que de otra manera podrían más bien, haber afectado al ambiente.

Es importante analizar también el efecto del modelo como un todo. Si se toma en cuenta el total de beneficios generados, es decir, 128.835 CRC en 6 meses, podemos determinar que en promedio este modelo generó tan solo 21.479 CRC en promedio cada mes. Si se tomara como referencia el salario mínimo en Costa Rica, para un puesto de Misceláneo, para el segundo semestre del 2014, este es de 278.208 CRC por mes. Sin embargo, a este dato se le debe ajustar al menos un 9,17 % de cargas sociales (5,5 % para el seguro social, 1 % para el Banco Popular y 2,67 % para el seguro de Invalidez, Vejez y Muerte), lo cual hace que el salario neto mínimo de referencia sea de tan sólo CRC252.695. De acuerdo a esto, este modelo propuesto, estaría generando cada mes tan solo un 7,72 % de un salario mínimo bruto y un 8,5 % del salario mínimo neto mensual. Lo anterior, debe interpretarse, no en término de sustitución a los ingresos familiares, pues no es esta exactamente la idea propuesta, sino más bien, debe interpretarse correctamente como que el modelo vendría a agregar valor a los ingresos familiares mínimos de una familia en un valor equivalente a un 8,5 %; lo que podría plantearse como una cuantificación de una potencial sinergia económica y ecológica.

De manera similar al análisis anterior, si el modelo generó 128.835 CRC en 6 meses, podemos extrapolar que en un año, podría estar generando un mínimo de 257.680 CRC y este monto representa un 102 % del salario mínimo neto anteriormente expuesto. Como este ingreso adicional bruto, se asume que no sería cargado con impuestos o cargas sociales, se convierte a la vez en un ingreso adicional neto. Interpretando socialmente este %, podemos decir, que prácticamente el efecto del modelo propuesto, es equivalente a que cada familia que lo

implemente posea una vez al año, un aguinaldo más y esto como ya se sabe, es de alto impacto y mucho valor social para cada familia cada año.

4.11.5 Análisis del costo de la mano de obra para el manejo del modelo propuesto

Dado que el modelo aquí propuesto, tiene un enfoque claramente definido hacia la sostenibilidad integral, se procede seguidamente a evaluar el componente de mano de obra del mismo.

En el Cuadro 19, se presenta el detalle de todas las actividades realizadas durante los 6 meses del proyecto acá siendo evaluado. Nótese que en total se invirtieron 199 horas, las cuales representan 25 jornales de un trabajador laborando 8 horas por día. Sin embargo, para efectos de análisis más detallado, se separan las horas invertidas en obras o labores de infraestructura (112 horas) de las horas usadas para mantenimiento del sistema (87 horas).

Cuadro 17. Registro de horas mano de obra utilizadas en el proyecto.

Fecha	Horas de labor	Trabajo Realizado	# Personas	Total Horas	Concepto
13/04/2014	6	Limpieza, patio	1	6	Operacional
13/04/2014	6	Limpieza, acera	1	6	Operacional
14/04/2014	5	Siembra maíz acera	1	5	Operacional
20/04/2014	2	Barrera anti-erosiva	2	4	Inversión
25/05/2014	2	Siembra sábila	2	4	Inversión
19/05/2014	5	Estructura Madera salchichas	2	10	Inversión
19/05/2014	3	Limpieza, patio	2	6	Operacional
25/05/2014	4	Colocación canoa	3	12	Inversión
25/05/2014	3	Estructura madera salchichas	2	6	Inversión
25/05/2014	2	Llenado 3 bolsas	2	4	Inversión
25/05/2014	4	Limpieza, patio	2	8	Operacional
08/06/2014	1,5	Siembra de yuca y girasoles	1	1,5	Operacional
08/06/2014	3	Siembra lechugas	2	6	Operacional
10/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
11/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
12/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
13/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
14/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
15/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
16/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
17/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
18/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
19/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
20/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
21/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
22/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
23/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
24/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
25/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
26/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
27/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
28/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
29/06/2014	1,5	Diario, riego lechugas	1	1,5	Operacional
30/06/2014	1	Siembra de lechugas	2	2	Operacional
08/06/2014	3	Siembra de yuca y girasoles	2	6	Operacional
08/06/2014	1	Siembra 9 lechugas	5	5	Operacional
08/06/2014	4	Llenado 6 bolsas	3	12	Inversión

Fecha	Horas de labor	Trabajo Realizado	# Personas	Total Horas	Concepto
09/06/2014	6	Estructura recolección agua	3	18	Inversión
22/06/2014	2	Tubería recolección agua	1	2	Inversión
08/06/2014	2	Labores múltiples de jardín	2	4	Operacional
10/08/2014	20	Chayotera	2	40	Inversión
10/08/2014	1,5	Siembra lechugas	1	1,5	Operacional
Total de horas	199	Horas para Inversión	112	Jornales	14
Jornales (8 hr)	25	Horas Operacionales	87	Jornales	11

Si se toma como referencia el mismo salario mínimo anteriormente utilizado en este análisis de 278.208 CRC por mes y asumiendo en promedio 22 días laborables por mes, esto significa que en promedio el valor de cada jornal equivale a un monto de 12.646 CRC. Por tanto, se concluye que en términos de mano de obra, en este proyecto se invirtieron 25 jornales equivalentes a un monto de 316 144 CRC, de los cuales un 56 % (14 jornales) sería dedicado a Inversión y un 44 % (11 jornales) serían dedicados a operación y mantenimiento del sistema. De esta manera se establece con claridad que, 177.041 CRC fueron destinados a mano de obra para inversiones iniciales u obras cuyo fin en sí no era el mantenimiento, sino su uso y aprovechamiento posterior. Por otro lado, la diferencia, es decir, 137.523 CRC fueron utilizados durante los 6 meses para efectos de mantenimiento y operación del sistema o modelo propuesto.

Analizando este dato, se puede observar que, desde la perspectiva tradicional financiera, el mismo representaría un costo de mano de obra, ya sea para inversión o para operación, pero, desde una perspectiva más amplia, social, este costo, se convierte a través del modelo propuesto, en un ingreso familiar o al menos en un beneficio familiar, pues esta mano de obra utilizada en este modelo, no tiene que ser necesariamente contratada externamente a la familia, sino más bien la idea es que sea mano de obra familiar, que actualmente quizás, tiene potencial pero no tiene oportunidades de empleo y este representa un cambio importante e innovador que el modelo propone desde una perspectiva de sostenibilidad socio familiar, mismo este que resulta ser de alto impacto, si se considera la realidad social de muchas familias, donde personas, tanto jóvenes como mayores, muchas veces deben entregar sus fuerzas físicas a esfuerzos privados de los cuales, no tienen ningún beneficio más que su salario para subsistir.

Dado que el monto de mano de obra que se considera en este proyecto fue tan solo para los seis meses de ejecución del mismo, se debe entonces, separar la parte que corresponde a inversión que no se puede proyectar a un año dado que se realiza solo una vez, de la parte que corresponde a mantenimiento y operación, que se realiza de manera permanente. En ese sentido, los 14 jornales de inversión se mantienen constantes para un año, pero los 11 jornales de operación, deben proyectarse a un total de 22 jornales por año, que representan el costo de mano de obra familiar que se podría utilizar en este sistema.

Como puede observarse, estos 22 jornales, equivalen a su vez a un mes de labores de mano de obra mensuales, los cuales representan a su vez el equivalente a un salario mínimo mensual, adicional, que la familia podría tener con este proyecto cada año. Por otro lado los 14 jornales, usados para la inversión inicial, representan un 64 % de otro jornal adicional por año,

sin embargo, debe tomarse en cuenta que esta inversión durara en promedio no menos de tres años con lo cual, estos 14 jornales de inversión, equivalen a 4,67 jornales por año o lo que es lo mismo un 21 % de un jornal adicional, por año. Basado en lo anterior, podemos decir que el modelo propuesto, aporta en total 2,21 salarios mínimos adicionales por año.

Estos 2,21 salarios mínimos, si logran, lógicamente ser “pagados” por las ventas reales (en efectivo) que la familia realice de los productos y servicios que el modelo le genera, se convertirían a la vez, en verdaderos ingresos familiares o aguinaldos extras que el modelo tiene el potencial para generar a una familia con tiempo y disposición para implementarle.

4.11.6 Proyección y análisis del estado de resultados de la propuesta bajo un enfoque de costo beneficio financiero tradicional

Una vez analizados de manera independiente, todos y cada uno de los componentes del modelo propuesto, se procedió a evaluar el mismo bajo una perspectiva de costo beneficio, desagregando los datos a través del tiempo de ejecución del proyecto de seis meses. Los datos procesados se presentan en los Cuadros 20 y 21.

Cuadro 18. Estado de resultados bajo el enfoque financiero tradicional (CRC).

Concepto Económico Financiero	Ingreso total	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14
Ingresos o beneficios							
Venta de productos agrícolas	101.750	3.500	-	-	52.000	-	46.250
Autoconsumo familiar	4.500	-	-	-	3.000	-	1.500
Donaciones realizadas	7.251	-	-	-	5.210	2.041	-
Venta de residuos	12.834	1.200	3.400	3.958	3.280	996	-
Venta de productos colaterales	2.500	-	750	1.250	-	500	-
Total de beneficios	128.835	4.700	4.150	5.208	63.490	3.537	47.750
Costos Operativos del Modelo							
Mano de obra familiar	137.523	26.872	22.130	86.149		2.371	
Depreciación	31.158	5.193	5.193	5.193	5.193	5.193	5.193
Amortización	6.737	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123	1.123
Total de Costos	175.418	33.188	28.446	92.465	6.316	8.687	6.316
Ganancia o pérdida neta	(46.582)	(28.488)	(24.296)	(87.257)	57.174	(5.149)	41.434
Valor actual neto al 12 %		(52.507)					

Cuadro 21. Beneficio costo privado.

Relación Beneficio Costo privada	Sin Actualizar	Actualizado
VAN beneficios (CRC)	128.835	123.138
VAN costos (CRC)	175.418	170.775
RBC actualizada	0,73	0,72

Como puede apreciarse el total de los beneficios generados durante este período asciende a la suma de 128 835 CRC, los cuales fueron desagregados según los meses exactos en los que los mismos se recibieron. De manera similar los costos tradicionales como la mano de obra, la depreciación de activos fijos y la amortización de activos biológicos, fueron desagregados en su equivalente mensual, anteriormente calculado. El total de costos de este sistema, calculado a la manera tradicional ascendió a la suma de 175.418 CRC.

Como puede apreciarse, bajo un enfoque de análisis financiero tradicional, tendríamos que afirmar que los beneficios totales generados por la propuesta, no cubren los costos totales que la misma requiere y se genera una pérdida neta, en el período de 6 meses, equivalente a un monto de 46.582 CRC negativos. Esta pérdida evaluada bajo el enfoque del Valor Actual Neto (VAN) usando una tasa de descuento no social, sino privada, de un 12 % anual, repercute en que el VAN resulte en una pérdida neta de valor de 52.507 CRC; sin embargo, para poder ser consecuente con el enfoque socio familiar y de sostenibilidad que esta propuesta aporta, es necesario, tomar en cuenta otras consideraciones y enfoques, los cuales se presentan y discuten en el acápite siguiente.

4.11.7 Valor actual neto de los resultados económicos y sociales de la propuesta

Como se comentó en el acápite anterior, la propuesta, evaluada desde la perspectiva financiera tradicional, no es rentable, pues sus costos, superan a sus beneficios y por tanto, tampoco podría pagar o recuperar la inversión inicial necesaria. Para mejorar este análisis se procedió a interpretar lo números desde una perspectiva diferente, más social y especialmente familiar. En el Cuadro 22 se puede apreciar, el Estado de Resultados Socio Familiar que generó esta propuesta durante sus seis meses de ejecución.

Cuadro 19. Estado de resultados social-familiar del proyecto (CRC).

Ingresos o beneficios	Ingreso total	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14
Venta de productos agrícolas	101.750	3.500	-	-	52.000	-	46.250
Autoconsumo familiar	4.500	-	-	-	3.000	-	1.500
Donaciones realizadas	7.251	-	-	-	5.210	2.041	-
Venta de residuos	12.834	1.200	3.400	3.958	3.280	996	-
Venta de productos colaterales	2.500	-	750	1.250	-	500	-
Total de beneficios	128.835	4.700	4.150	5.208	63.490	3.537	47.750

Ingresos o beneficios	Ingreso total	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14
Menos: externalidades (donaciones)	7.251	-	-	-	5.210	2.041	-
Total beneficios familiares directos	121.584	4.700	4.150	5.208	58.280	1.496	47.750
Asignación de los beneficios familiares							
Autoconsumo familiar	4.500	-	-	-	3.000	-	1.500
Ahorros para Inversiones Futuras	37.895	6.316	6.316	6.316	6.316	6.316	6.316
Efectivo disponible para pago de M. de O. familiar	79.189	(1.616)	(2.166)	(1.108)	48.964	(4.820)	39.934
Total de beneficios Familiares directos	121.584	4.700	4.150	5.208	58.280	1.496	47.750
Valor actual neto de los beneficios familiares	6%	118.846					

Nótese que bajo esta perspectiva, no existen los costos. Lo que se tiene realmente en esta propuesta es una serie de beneficios, a los cuales se les ajustan las donaciones o externalidades y resulta el monto de beneficios directos que la familia percibe. Posteriormente, se desagregan o asignan estos beneficios en tres grandes rubros. Lo primero es el autoconsumo familiar, que ayuda a reducir los costos que la familia tiene por alimentación. Lo segundo es el concepto de ahorro para inversiones futuras, el cual sustituye el concepto tradicional financiero de la depreciación y la amortización y finalmente, el dinero, en efectivo, restante, es utilizado para compensar o pagar parcialmente el costo de la mano de obra familiar, lo cual implica que también este costo de vuelve un ingreso. Es decir, los costos que iban a ser Externalidades son Internalizados mediante este proceso propuesto. De esta manera los beneficios totales que la propuesta genera, medidos en términos de su Valor Actual Neto ascienden a 118.846 CRC, el cual es un monto bastante aceptable para el período de 6 meses en que el proyecto se ejecutó.

4.11.8 Determinación del flujo de caja y análisis de TIR y VAN de la propuesta

Una vez superado el tema de diferenciar el enfoque financiero tradicional del enfoque social familiar, se procedió a determinar el Flujo de Caja de la propuesta, con el objeto de poder evaluar su posible sostenibilidad como alternativa económica y social en el mediano plazo para esto, se procedió a proyectar, los beneficios de la propuesta a un período de 3 años. En ese sentido, se asume que a los 3 años, sería necesario, una reinversión total del proyecto. Pudo haberse estimado hasta un máximo de 5 años, sin embargo, se hizo el análisis a tan solo 3 años, con el objeto de presionar un poco más la evaluación y exigir al modelo mejores resultados de impacto.

El Cuadro 23 presenta las proyecciones realizadas a 3 años para los beneficios familiares que originalmente se calcularon para los 6 meses del proyecto. Se comparan estos beneficios con el monto de las inversiones realizadas para poner en marcha esta propuesta.

Cuadro 20. Flujo de caja social-familiar para efectos de la propuesta contable (CRC).

Concepto Económico Financiero	Ingreso total	Periodo	Año 1	Año 2	Año 3
Total de Beneficios Familiares Directos	729.504		243.168	243.168	243.168
Inversiones necesarias	401.883	401.883			
Activo Fijo y Biológico	224.842				
Mano de Obra para Inversiones Fijas	177.041				
Superávit o Déficit Anual		(401.883)	243.168	243.168	243.168
Superávit o Déficit Acumulado		(401.883)	(158.715)	84.453	327.621
Valor actual neto del Proyecto al	6 %	248.108			
T.I.R Social del Proyecto		37 %			

Como puede apreciarse, con esta iniciativa, la familia, recupera su inversión total durante el segundo año y genera un excedente extra de 84.453 CRC en ese mismo año. Por otro lado, aún bajo la perspectiva de tener que, los beneficios familiares totales, cubrir la inversión inicial necesaria, el proyecto es rentable, pues genera un valor actual neto positivo de 248.108 CRC y una tasa interna de retorno de un 37 % que supera aún una tasa financiera de un 12 % o de un 14 %, como costo de oportunidad de capital.

Finalmente, aun cuando se pudo demostrar la viabilidad económica y social de la propuesta, pagando su inversión inicial, se procedió a hacer los ajustes correspondientes a la misma, pues no debe olvidarse que, las inversiones que se realizan, son a su vez, aumentos en el valor de la propiedad o del patrimonio familiar.

Para evaluar lo expuesto, se procedió a elaborar un nuevo flujo de caja, esta vez, tomando en cuenta que la inversión en activo fijo (sin considerar mano de obra) aumenta el valor del patrimonio del hogar y que este valor inicialmente es mayor, pero luego se deprecia, razón por la cual, solo se tomó en cuenta su valor residual al final de cada año (Cuadro 24).

Cuadro 21. Flujo de caja social-familiar final (CRC).

Concepto Económico Financiero	Ingreso total	Periodo	Año 1	Año 2	Año 3
Total de beneficios familiares directos	729.504		243.168	243.168	243.168
Activo fijo y biológico	224.842				
Mano de obra para inversiones fijas	177.041				
Inversiones necesarias	401.883	401.883			
Valor residual de las inversiones fijas			401.883	267.922	133.961
Superávit o déficit anual			645.051	511.090	377.129
Superávit o déficit acumulado			645.051	1.156.141	1.533.269
Valor actual social neto familiar del proyecto al	6%	1.380.051			
		US\$ 2556			

Nótese que en este caso, el valor actual neto de esta propuesta, evaluado a una tasa social de un 6 %, asciende a la suma de 1.380.051 CRC, equivalentes a unos US\$ 2,556, que resultan ser el verdadero valor adicional que esta propuesta genera a una familia de escasos recursos, en un período evaluativo de 3 años.

4.12 Conclusiones

Es importante llevar una vitácora, como mínimo, con las cuantificaciones que se recogen y datos de contacto de proveedores, así como tablas con caracterizaciones previstas incluidas en la(s) libreta(s) de trabajo del proyecto. Aunque no se vaya a realizar una transacción monetaria inmediata, la información servirá para futuros espacios para compartir ideas. Así tan importante como estos datos, para hablar con propiedad temas económicos, es importante llevar un registro con los nombres de personajes sociales que tengan empatía con el proyecto.

Hay una serie de recuerdos en los lugares que es lo que les da significado. La toma de decisiones en todo sentido responde a los estímulos de un nivel cuántico que se puedan recibir en sistemas abiertos como hogares o comunidades, con componentes sociales, infraestructurales, económicos, políticos, tecnológicos, éticos y de valores; en función de estas, las respuestas posibilitan o complican cada oportunidad que se presente.

Los proyectos a largo plazo perdurarán en función del involucramiento sentimental o económico, pues la empatía potencia la voluntariedad con que un individuo entrega unidades de tiempo para que las actividades se den como en el planeamiento, en especial cuando se trata de trabajo "no remunerado". La toma de decisiones acertadas también se verá limitada por los conocimientos técnicos y experienciales que se tengan, las cuales permiten un mejor ordenamiento frente a imprevistos en función de los criterios deseados. Por lo que la departamentalización pudiere funcionar en forma de individuos sociales dispersos y encargados

o consultores reconocidos que supervisen dudas y consultas de sistemas biológicos. Lo anterior requiere sumas considerables de presupuesto económico; y la eficiencia de aprovechamiento de este se dará en función del involucramiento de los personajes en quienes se está confiando la inversión.

Analizando estos datos y discusión del punto 4.11.5, se puede observar que el trabajo invertido se convierte en un ingreso familiar remunerado pagadero bajo condiciones que tienden a ser informales o al menos en un beneficio familiar, pues esta mano de obra no se contrata externamente a la familia, sino más bien la idea es que sea mano de obra familiar, que podría tener potencial de integración familiar, más no genera oportunidades de empleos conglomerados y esto representa un cambio importante e innovador que el modelo propone desde una perspectiva de sostenibilidad socio-familiar, pues la familia es el tejido social donde se dibuja este proyecto. Esta es la mayor ventaja del modelo propuesto y a la vez, la vez su mayor debilidad en términos de replicabilidad.

Evidentemente, las ideas dentro de este documento no son globalizables, es decir, un solo tipo de adaptación no será la solución para cualquier escenario urbano, por ello es importante discernir que no todos tienen espacio para sembrar, que todos tenemos necesidades comunes de urbanidad (agua, luz, calor y comida), y además, que producimos residuos. Con estos datos y conocimientos agrícolas, se pueden generar sinergias interdisciplinarias, cuya ganancia se expresaría en tiempo invertido para un asunto de interés común, cuando no se intercambie dinero por estas contribuciones; que es una opción muy viable a implementar entre universitarios. Así también hay que contemplar que las reacciones humanas no siempre benefician aun cuando son realizadas con buenas intenciones, dada la complejidad de cualquier proceso, como por ejemplo alguien que done un servicio de corta de zacate con guadaña y las plantas no tienen un rotulación adecuada que permita una comunicación asertiva, o un transeúnte que necesite cruzar a través del jardín sembrado en vía pública y que este no respete la demarcación.

Aún con tantos potenciales imprevistos que atenten contra los proyectos, cualquier proceso generará por lo menos, aprendizaje. Como el caso de las lombrices, en que aun cuando el producto no cumpliría los estándares comercializables, se incrementó la cantidad de lombrices en el sustrato respecto a la semilla animal inicial. Esta semilla se compartió a un estudiante de agronomía de la Universidad Nacional de Costa Rica, quien aún hoy posee los activos biológicos *Eisenia foetida* viables para reproducción y diseminación. Ahí la esencia de la caracterización contable de los componentes biológicos como activos biológicos, que ameritan un diferente trato contable.

El insertar diferentes especies de usos conocidos al ambiente para efectos de una ciudad debe encontrar algún equilibrio entre oferta, demanda y dispersión de semilla, para sí generar un buffer productor de semillas para replantación y diseminación, pues es de esperar que se den robos o daños a plantas por causas complejas que viven los sustrayentes; ejemplo del presente análisis: admiración por los girasoles. Las actividades realizadas en familias dispuestas a cooperar en este tipo de proyectos pueden ser capacitadas en conceptos básicos, más la

eficacia de transmisión de conocimientos es un asunto que se presentará de diferente forma en cualquier sinergia, pues en el presente estudio de caso, el contacto de la familia con la agricultura de forma tangible era casi nula antes de empezar el proyecto, a excepción del adulto mayor, y el equipo manifestó el interés en trabajar departamentalizadamente (roles definidos). Al estudiante de EARTH se le asignó el rol de responsable de la parte técnica, las mujeres no se involucraban con el manejo de las lombrices, pero si con la parte de cosecha de plantas sencillas de cosechar; hombres cosecharon yuca, construyeron y labraron la tierra; y el adulto mayor se encargaba voluntariamente del riego y atención del puesto de comercialización.

Se concluye por tanto, que la alternativa es rentable para el caso en específico, por ser familiar, puede llegar a ser sostenible y sustentable desde la perspectiva de muchas aristas interdisciplinarias en las que se basa este sistema propuesto, siempre y cuando se perfeccione el sistema de riego por goteo/gravedad para disminuir las labores diarias de riego y dejar a elección del usuario del sistema la facilidad con que se rieguen las plantas. Por otra parte, desarrollar los temas que se proponen en una forma tangible (ejemplos físicos) es fundamental para la transmisión de conocimientos, esto permite procesos de mejora constante, así también, posibilita trueques de activos biológicos entre personas con activos relacionados con el tema en la comunidad, como lo pudiere ser cambiar chayotes por limones o cajas de leche.



5 Lista de Referencias Bibliográficas

- AyA (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados). 2013. *Estimación del importe tarifario por nivel de consumo* [en línea]. San José (CR) [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <<https://www.aya.go.cr/Tarifas/ServiciosTarifarios/frwServiciosTarifarios.aspx>>.
- Barnett, HL. y Hunter, BB. 1998. *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4ed. Estados Unidos : American Phytopathological Society. 240 p. ISBN 0890541922
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. *Manual técnico la huerta hidropónica popula*. 3ed. [en línea]. Santiago (CL) [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <<http://www.fao.org/3/a-ah501s/>>.
- Guzmán Díaz, G.. 2004. *Hidroponía en casa: una actividad familiar*. San José (CR) : MAG. 25 p. ISBN 9968-877-11-5.
- Hernández, P. 2011. *Características sustentables de una biovivienda* [Tesis Experiencia Educativa]. México (MX) : Universidad Veracruzana: Facultad de Ciencia Químicas [sp].
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 2014. *Guía para calcular el consumo de electricidad* [en línea]. San José (CR) [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.grupoice.com/wps/portal/gice/elect_hub/Ahorro%20de%20Electricidad/Residencial/Calcule%20el%20consumo%20de%20electricidad!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os_gQL0N_D2cLEwN_Vy8XA08zY09TUzNTAyMDE6B8JE754DADCnQ7-5uSpNsgwNIVKO_qaxlk5mpgAJQnQrcBDuBlyOV-Hvm5qfoFuaGhoRHligB1x3BK/dl3/d3/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#.VGYaQfl5Ok1>.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 2014. *Plan de expansión de la generación eléctrica 2014-2035* [en línea]. San José (CR) : Centro Nacional de Planificación Eléctrica [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/3bd3a78047cdebee904df9f079241ace/plan_expansion_generacion.pdf?MOD=AJPERES>.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). 2014. Tarifas de servicio eléctrico según sector. [en línea]. San José (CR). [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/e620a68049a9e28c92a19b4494093694/tarifas_anteriores.pdf?MOD=AJPERES>
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2009. *Datos climáticos* [en línea]. San José (CR) [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.imn.ac.cr/IMN/MainAdmin.aspx?__EVENTTARGET=LinksInfoClimatica >
- JICA (Japan International Cooperation Agency). 2014. Environmental management: *Takakura composting method* [en línea]. Japón (JP) [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.jica.go.jp/english/our_work/thematic_issues/management/study_takakura.html>.
- Juanicó, L.; Rinalde, G.; Tagliavore, E.; Gortari, S. y Molina, M. 2011. Uso de termogeneradores para electrificación de hogares rurales. In. *Cuarto Congreso Nacional - Tercer Congreso Iberoamericano de Hidrogeno y Fuentes Sustentables de Energía* [en línea] [consultado 4 marzo 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/images/2011/hyfusen_2011/trabajos/16-101.pdf >.
- La esencia de la permacultura*. 2007. [en línea]. Victoria (AT) : Holmgren Design Services [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <<http://www.madeleine-porr.de/Permacultura.pdf>>.

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2014. *Documentación de las Naciones Unidas: guía de investigación* [en línea]. [consultado 4 marzo 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <<http://www.un.org/depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm>>.
- Siplast, 2013. *Catálogo de productos* [en línea] [consultado 14 noviembre 2014] Disponible en el *World Wide Web*: <http://www.pippohydro.com/categoria-345-1-Capillar_system.html>.
- WCED (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo). 1987. *Nuestro futuro común* [en línea]. [consultado 14 noviembre 2014]. Disponible en el *World Wide Web*: <<http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0506189.pdf>>.

6 Anexos

6.1 Anexo 1. Información en Internet sobre la Comunidad de Guararí

Google  


[Web](#) [Imágenes](#) [Maps](#) [Noticias](#) [Vídeos](#) [Más ▾](#) [Herramientas de búsqueda](#)

Aproximadamente 151.000 resultados (0,18 segundos)

Guararí - La Nación
www.nacion.com/etiqueta/guarari/ ▾
Luis Froilán Salazar González, padre de uno de los beneficiarios cuestionados y dirigente comunal en **Guararí**, argumentó que su hijo tiene derecho a la casa ...

OIJ ubica en Guararí a sospechoso de asaltos a peatones
www.nacion.com/.../OIJ-Guarari-sospechoso-asaltos-peatones_0_145065... ▾
hace 2 días - A las 6 a. m. los agentes judiciales de Heredia allanaron la casa del sospechoso y lo sacaron esposado hacia la Fiscalía. (Wilbert Hernández ...)

Imágenes de Guararí [Informar sobre las imágenes](#)

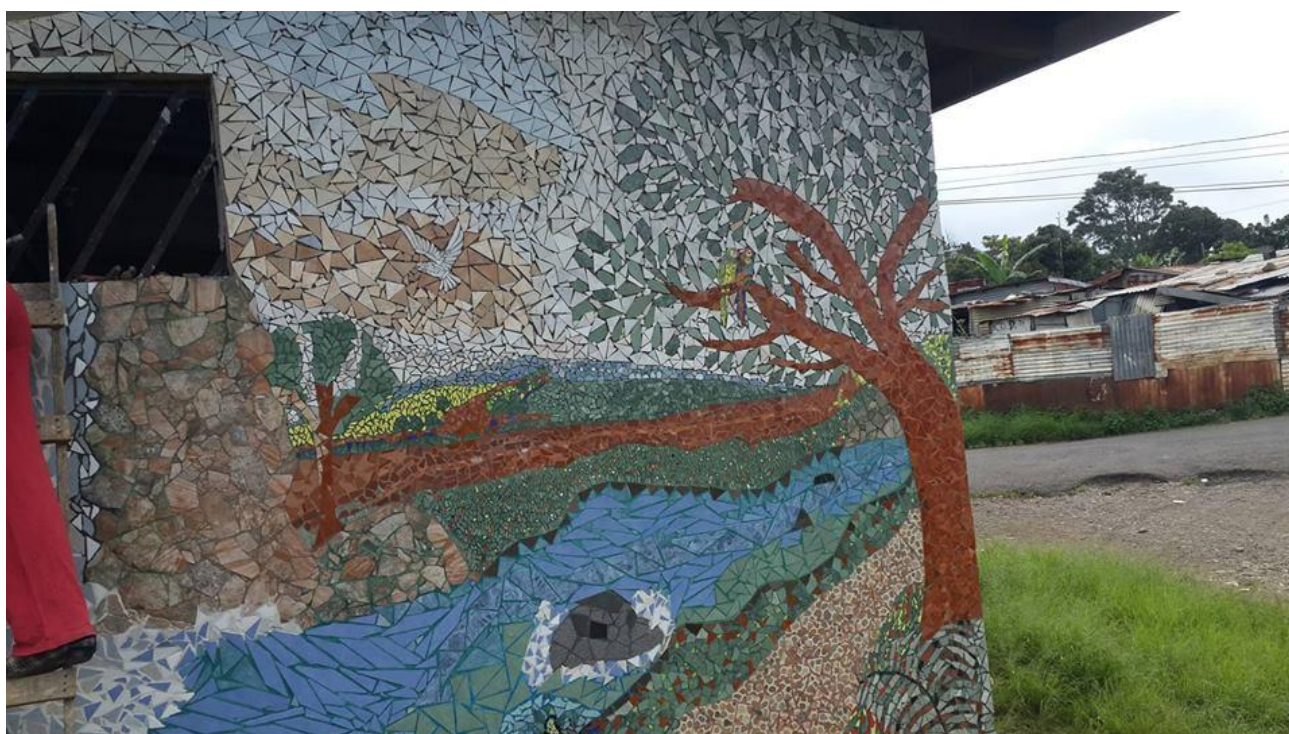


Más imágenes de Guararí

Menores de edad, fuertemente armados, son artífices de la ...
www.crhoy.com/menores-de-edad-fuertemente-armados-son-artifices-de-... ▾
25/2/2014 - Menores de edad, fuertemente armados, causan la preocupación de las autoridades policiales en **Guararí** de Heredia. Se trata de jóvenes que ...

fuerza pública detiene a presunto homicida en guararí de ...

6.2 Anexo 2. Proyecto de Emprendimiento Místico-Artístico/Empírico en Guararí de Heredia (comunidad de estudio de caso)



Fuente: Facebook de Proyectos Murales Guararí de Heredia.

6.3 Anexo 3. Información Recopilada de Facturación por Concepto de Servicio Hídrico del Hogar de Estudio (CR)

Periodo	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14
m ³ diario	0,33	0,43	0,37	0,34	0,45
m ³ mensual	10	13	11	11	13
Desglose de costos:					
Acueductos	1.940	2.522,	2.134	2.134	2.654
Tarifa hídrica mediador	150	195	165	165	200
Cobro hidrantes	220	286	242	242	286
Cobro fijo acueductos	600	600	600	600	600
Cargo por mora	67				
Total facturación AyA	2.977	3.603	3.141,00	3.141,00	3.740,00

6.4 Anexo 4. Fotografía a Detalle de Manufactura de Prototipo de Eco canoa



6.5 Anexo 5. Contabilización de Consumos Eléctricos de Electrodomésticos

Equipo	Potencia (W)		Consumo diario (h)		Consumo (Wh/d)		Consumo (US\$/kWh por mes)	
	Pasiva	Activa	Pasiva	Activa	Pasivo	Activo	Pasivo	Activo
Televisor	0,0	54,2	19,0	5,0	0,0	271,0	0,00	1,38
Radio †	0,4	20,0-33,0	23,5	0,5	65,8	16,5	0,34	0,08
DVD	1,2	4,4	22,0	2,0	184,8	8,8	0,94	0,04
Teléfono	1,5	1,5	23,5	0,5	246,8	0,8	1,26	0,00
Constestadora	2,5	2,5	0,0	24,0	0,0	60,0	0,00	0,31
Reloj		1,6	0,0	24,0	0,0	38,4	0,00	0,20
Regleta eléctrica		0,3	0,0	24,0	0,0	7,2	0,00	0,04
Computadora portátil 1	0,7	28,3	20,0	4,0	98,0	113,2	0,50	0,58
Computadora portátil 2	1,7	27,2	19,0	5,0	226,1	136,0	1,15	0,69
Impresora	0,3	6,2	23,8	0,2	50,0	1,2	0,25	0,01
Cafetera		84,0	23,0	1,0	0,0	84,0	0,00	0,43
Microondas	1,3		23,8	0,3	216,1	0,0	1,10	0,00
Lavadora 1	0,0	270,0	23,8	0,2	0,0	45,0	0,00	0,23
Secadora	0,0	110,0	18,0	6,0	0,0	660,0	0,00	3,37
Lavadora 2	1,6	200,0	18,0	6,0	201,6	1200,0	1,03	6,12
Secadora de pelo †	0,0	46-146	23,8	0,3	0,0	36,5	0,00	0,19
Masajeador	0,8	9,2	23,9	0,1	133,7	1,1	0,68	0,01
Televisor 2	1,9	44,0	22,0	2,0	292,6	88,0	1,49	0,45
Nintendo Wii	0,9	14,2	23,0	1,0	144,9	14,2	0,74	0,07
Televisor 3	1,5	38,0	22,0	2,0	231,0	76,0	1,18	0,39
Ventilador	0,0	58,0	16,5	7,5	0,0	435,0	0,00	2,22
Internet	0,9	5,0	19,0	5,0	119,7	25,0	0,61	0,13
Router	0,3	4,6	19,0	5,0	39,9	23,0	0,20	0,12
Refrigeradora †	-	-	-	-	-	1274,0	-	6,50
Microondas †	-	1200,0	23,8	0,2	-	240,0	-	1,22
Ducha †		3500,0	23,8	0,3	0,0	875,0	0,00	4,46
Cocina †		4500,0	22,0	2,0	0,0	9000,0	0,00	45,90
Totales potencias conectadas	17,5	10163	Sub-totales Wh/d		2251	14730	11,48	75,12

† No se midieron con voltímetro; se emplearon como fuente las casas comerciales y el ICE (20143).

Se recogió los datos en el hogar con un voltímetro, fuentes alternas y consultando a la familia por las horas de uso de los mismos. Para calcular Wh/d de consumo activo se tomó el valor máximo de potencia activa. Los colores verde y naranja empleados para resaltar respectivamente menores y mayores consumos por columna.

Potencia pasiva resaltada = 0,0W y >1,5W. Potencia activa resaltada ≤5W y >50W. Consumo pasivo resaltado >184Wh/día. Consumo activo resaltado >113Wh/día

Para calcular valores monetarios se empleó la tarifa de 0,17 para consumos menores o iguales a 200 kWh.

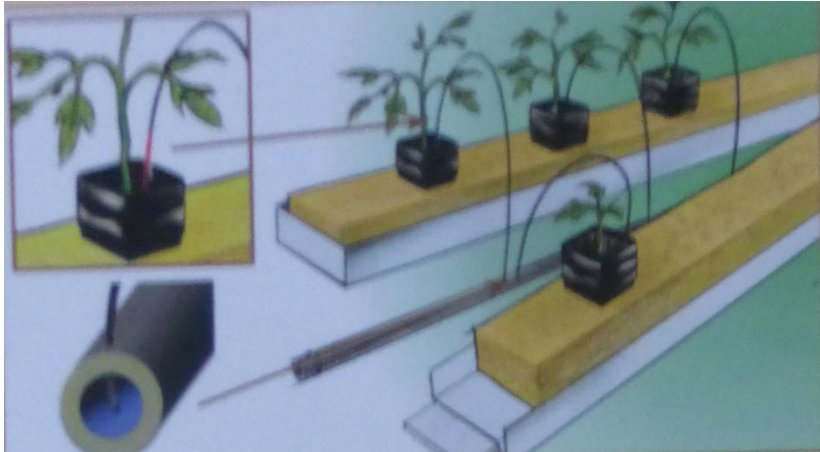
6.6 Anexo 6. Información Recopilada de Facturación por Concepto de Servicio Eléctrico del Hogar de Estudio

Periodo	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14
kWh diario	7,17	7,53	7,13	7,03	7,97
kWh mes	215	226	228	211	231
Desglose de costos (CRC):					
Energía eléctrica	16.685	16.590	14.937	14.156	15.374
Alumbrado público	656	689	695	644	705
Tributo bomberos	292	290	261	232	269
Cargo por mora	585	-	-	-	-
Total facturación ICE	18.217	17.570	15.894	15.032	16.348

6.7 Anexo 7. Mercadeo Experimental



6.8 Anexo 8. Imagen que Ilustra Funcionamiento del Sistema de Riego por Capilaridad en Catálogo de Microtubos



Fuente: Siplast (2014).

6.9 Anexo 9. Encuesta Realizada a Compradores de Lechugas

ENCUESTA DE PERCEPCION SOCIAL SOBRE EL PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE ADAPTACIONES DEMOSTRATIVAS EN PRO DE LA SUSTENTABILIDAD PARA UN HOGAR EN LA ZONA URBANA DE HEREDIA, COSTA RICA".

1) ¿Qué opinión le merece como producto las lechugas que está comprando? (Puede marcar varias)

- a) Producto Tradicional b) Producto Novedoso
- c) Producto de Calidad d) Producto Exclusivo
- e) Producto muy accesible y a la mano para comprarlo

2. ¿Qué método de preservación emplea con las lechugas? (refrigeradora, tenerla en agua...)

3. ¿Si la mantiene en agua; considera que estas lechugas, al venderlas vivas, desempeñan función como planta ornamental?

Sí No

4. Comentarios que desee agregar sobre el producto:

6.10 Anexo 10. Encuesta Realizada a Vecinos

ENCUESTA DE PERCEPCION SOCIAL SOBRE EL PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE ADAPTACIONES DEMOSTRATIVAS EN PRO DE LA SUSTENTABILIDAD PARA UN HOGAR EN LA ZONA URBANA DE HEREDIA, COSTA RICA"

1) ¿Notó usted un cambio en los componentes de los jardines de la casa de la familia de los encuestadores en el transcurso de este año?:

- a) Si (Pase a pregunta 2) b) No

2) ¿Qué cambios recuerda haber observado?

Pase la pregunta 3.

3) Los cambios que usted observó los califica como:

- a) Positivos (Pase a la Pregunta 4) b) Negativos (Pase a pregunta 5)

4) ¿Por qué razón cree usted que era un cambio positivo?

5) ¿Por qué razón cree usted que era un cambio negativo?

6) Que tan importante es para usted el realizar este tipo de cambios y adaptaciones en los hogares urbanos de nuestro país?

- a) Sumamente importante b) Medianamente Importante c) Poco importante

7) Que tan viable o factible cree usted que es el realizar este tipo de cambios y adaptaciones en los hogares urbanos de nuestro país?

- a) Factible de implementar b) Un poco difícil de ejecutar c) Imposible

8) Por favor justifique la respuesta de la pregunta 7.

9) ¿Invertiría tiempo y recursos para capacitarse e implementar agricultura? (tradicional e hidropónica)

a) Si

b) No

8) ¿Cómo cree usted, que la gente concibe, los productos agrícolas, flores, vegetales u otros expuestos en lugares cercanos a las aceras de las casas?

a) Propiedad Privada que hay que respetar

b) Libre acceso para consumo.

c) Para Consumo pero con consideración.

6.11 Anexo 11. Encuesta Realizada a Población del Instituto Tecnológico de Costa Rica

ENCUESTA DE PERCEPCION SOCIAL SOBRE EL PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DE ADAPTACIONES DEMOSTRATIVAS EN PRO DE LA SUSTENTABILIDAD PARA UN HOGAR EN LA ZONA URBANA DE HEREDIA, COSTA RICA".

1) Edad: _____

2) Área de estudio: _____

3) Zona de procedencia: _____

4) Cree usted que la agricultura periurbana tiene potencial en las áreas urbanas de Costa Rica?

a) Si b) No

¿Por qué?

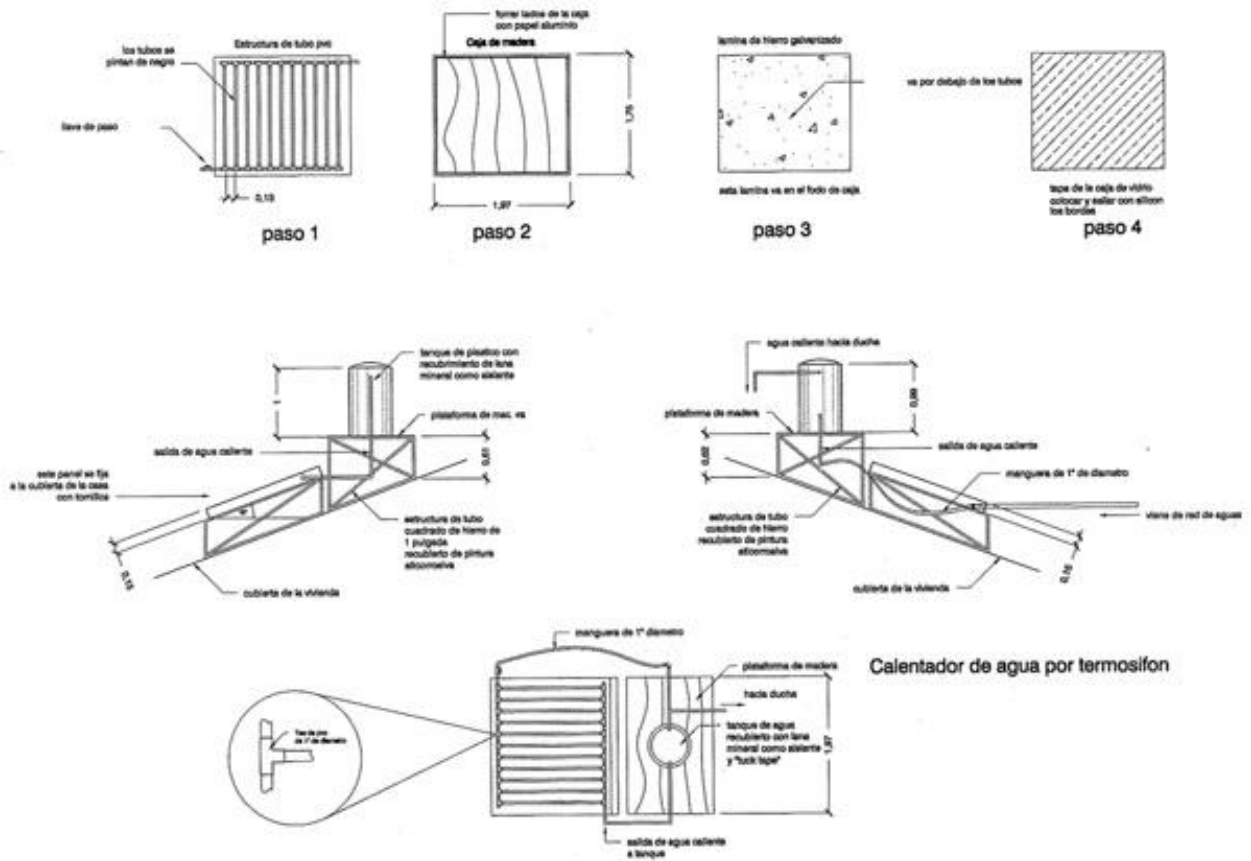
3) Si usted considera que esto es relevante o importante para las familias y para el país, ¿Cuál cree usted que son las limitantes, razones u obstáculos para que esto no se implemente o se aplique por las familias?

6.12 Anexo 12. Dimensionamiento de los Movimientos Económicos y Energéticos de un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red

Rubro								
Energía generada por el sistema FV (%)	0	15	30	45	60	75	90	105
Abastecimiento de energía FV (kWh/d)	0,00	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4
# módulos necesarios	0	1	2	3	4	5	6	7
Costo de la inversión	-	537	1.081	1.621	2.161	2.702	3.242	3.783
# de años para pagar costo inversión	-	4,13	5,21	5,80	6,15	6,38	6,54	6,66
Ahorro/mes	-	11	17	23	29	35	41	47
Ahorro/año	-	130	207	279	352	424	496	568
Ganancia bruta al final de los 25 años	-	3.250	5.183	6.986	8.790	10.593	12.396	14.199
Ganancia neta al final de los 25 años	-	2.713	4.103	5.365	6.628	7.891	9.154	10.417
Ganancia respecto a la inversión (%)	-	505,43	379,61	330,97	306,65	292,06	282,33	275,38

Bajo los términos del estudio de caso que se incluyen en el punto 4.4.2, pero no se incluye ninguna proyección de incremento de precios en los cálculos.

6.13 Anexo 13. Diseño de un Calentador Solar del Arquitecto Entusiasta Eduardo Valverde (2014)



Fuente: Valverde (2014).²

² Valverde, E. 2014. Grado en arquitectura [inca33@gmail.com]. Mensaje enviado a: Antony Castro Rivera. 18 junio 2014. [consultado 18 junio 2014]. Comunicación personal.

6.14 Anexo 14. Componente Animal Avícola Ornamental

